

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

ÖĞRENME HALKASI MODELLERİNİN ÖĞRENCİLERİN FEN
BAŞARISINA ETKİSİ: BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tuba KADIOĞLU

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Ulaş ÜSTÜN

Artvin-2025

TEZ BEYANNAMESİ

Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğine göre hazırlamış olduğum “Öğrenme Halkası Modellerinin Öğrencilerin Fen Başarısına Etkisi” adlı tezin tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin kâğıt ve elektronik kopyalarının Artvin Çoruh Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü arşivlerinde aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Lisansüstü Eğitim-Öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca gereğinin yapılmasını arz ederim.

- ☒ Tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.
- ☐ Tezim sadece Artvin Çoruh Üniversitesi yerleşkelerinden erişime açılabilir.
- ☐ Tezimin ... yıl süreyle erişime açılmasını istemiyorum. Bu sürenin sonunda uzatma için başvuruda bulunmadığım takdirde, tezimin tamamı her yerden erişime açılabilir.

..../..../2025

İmza

T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

TEZ KABUL TUTANAĞI

Dr. Öğr. Üyesi Ulaş ÜSTÜN danışmanlığında, **Tuba KADIOĞLU** tarafından hazırlanan çalışma **28/05/2025** tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi** Anabilim Dalı'nda yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Elvan ŞAHİN

İmza:.....

Jüri Üyesi : Dr. Öğr. Üyesi Ulaş ÜSTÜN

İmza:.....

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Ertuğrul ÖZDEMİR

İmza:.....

Yukarıdaki imzalar adı geçen öğretim üyelerine aittir.

...../...../.....

Prof. Dr. Mustafa Çağatay KORKMAZ

Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

TEZ BEYANNAMESİ.....	I
TEZ KABUL TUTANAĞI	II
İÇİNDEKİLER	III
TABLO LİSTESİ.....	VI
ŞEKİL LİSTESİ.....	VII
KISALTMALAR	VIII
ÖZET.....	IX
SUMMARY	X
ÖNSÖZ.....	XI

BİRİNCİ BÖLÜM GİRİŞ

1. Problem Durumu.....	2
2. Çalışmanın Amacı.....	6
3. Araştırma Soruları.....	7
4. Tanımlar	7
5. Çalışmanın Önemi.....	8
6. Sınırlılıklar.....	10

İKİNCİ BÖLÜM LİTERATÜR TARAMASI

1. Fen Başarısını Etkileyen Faktörler.....	11
2. Fen Okuryazarlığı ve Sorgulama Temelli Eğitim.....	13
2.1. Fen Okuryazarlığı.....	13
2.2. Fen Okuryazarlığının Geliştirilmesi: Yöntemler ve Yaklaşımlar	15
2.3. Sorgulama Temelli Eğitim ve İlkeleri	16
3. Öğrenme Halkası Modelleri (Learning Cycle)	17
3.1. Öğrenme Halkası Modellerinin Tanımı	17
3.2. Öğrenme Halkası Modellerinin Tarihsel Gelişimi	18
3.3. Öğrenme Halkası Modelleri.....	20
3.3.1. 3E Öğrenme Halkası Modeli.....	20
3.3.2. 5E Öğrenme Halkası Modeli	22
3.3.3. 7E Öğrenme Halkası Modeli	24
4. Öğrenme Halkası Modellerinin Fen Eğitimine Katkıları	26
5. Öğrenme Halkası ile İlgili Literatürdeki Boşluklar	28

6. Öğrenme Halkası Modelleri ile Fen Eğitimi Üzerine Yapılan Meta-Analiz Araştırmaları	29
--	----

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM YÖNTEM

1. Araştırma Yöntemi:.....	31
1.1. Meta-Analiz Yöntemi	31
1.2. Meta-Analiz Yönteminin Avantajları	32
1.3. Meta-Analiz Yönteminin Sınırlılıkları	33
2. Meta-Analiz Yönteminin Geçerliliği:	34
2.1. Yayın Yanlılığı:.....	34
2.1.1. Orman Grafiği: Forest Plot.....	35
2.1.2. Huni Grafiği.....	35
2.1.3. Egger’ın Doğrusal Regresyon Yöntemi:	36
2.1.4. Duval ve Tweedie’nin Kes ve Ekle Yöntemi:	37
2.2. Birincil Çalışmaların Kalitesi:.....	37
3. Araştırma Basamakları:.....	38
4. Birincil Çalışmalara Ulaşılması:	39
4.1. Literatür Taraması:	39
4.2. Dahil Edilme Kriterleri:	40
4.3. Çalışmaların Seçimi:.....	41
5. Kodlama Süreci:.....	42
5.1. Çalışma Karakteristikleri	45
5.2. Güvenirlilik Analizi	46
6. İstatistiksel Analiz.....	48
6.1. Analiz Birimi.....	48
6.2. Etki Büyüklüğü	48
6.3. Ana Analiz	50
6.4. Heterojenlik Analizi	51
6.5. Ara Değişken Analizi	52
7. İstatistiksel Analizlerde Kullanılan Yazılımlar	53

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM BULGULAR

1. Çalışmaların Seçimi:	55
2. Betimsel İstatistikler.....	57
3. Ana Analiz.....	57
3.1 Genel Etki Büyüklüğü Bulguları.....	58
3.2 Heterojenlik Bulguları	58

4. Hassasiyet Analizi.....	61
5. Yayın Yanlılığı	64
6. Çalışma Karakteristikleri.....	67
7. Ara Değişken Analizi	74
8. Çoklu Meta-Regresyon Analizi	78

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

1. Çalışmanın Özeti.....	79
2. Tartışma.....	80
2.1. Akademik Başarı İçin Bulguların Tartışılması	80
2.2. Başarı İçin Ara Değişkenler Bulgularının Tartışılması	82
3. Güvenirlik ve Geçerlik	85
3.1. Kodlama Güvenirliği	85
3.2. Geçerlik.....	86
4. Çalışmanın Sınırlılıkları	87
5. Sonuçlar.....	88
6. Öneriler.....	89
6.1. Uygulayıcılara (Öğretmenlere) Yönelik Öneriler	89
6.2. Program Geliştiricilere Yönelik Öneriler	89
6.3. Araştırmacılara Yönelik Öneriler.....	90
KAYNAKLAR.....	92
EKLER.....	115
Ek 1: Kodlama Kağıdının Worde Dönüştürülmüş Hali	115
Ek 2: Çalışma Karakteristikleri	117
Ek 3: Kodlama Rehberi.....	121
Ek 4: Yazarlara Gönderilen E-Posta Örneği	129
Ek 5: Etik Kurul Kararı	130
ÖZGEÇMİŞ	132

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 1: Birincil Çalışmalara Ulaşmak İçin Yapılan Literatür Taramasının Sonuçları	40
Tablo 2: Kodlayıcılar Arası Güvenirlik Analiz Sonuçları.	47
Tablo 3: Genel Etki Büyüklüğü Testi Sonuçları.	58
Tablo 4: Heterojenlik Testi Sonuçları.	59
Tablo 5: Meta-Analize Dayalı Tahmini Değerler Sonuçları.	59
Tablo 6: Başarı İçin Hassasiyet Analizi Sonuçları.	61
Tablo 7: Uç Değerler Çıkarıldıktan Sonra Genel Etki Büyüklüğü Testi Sonuçları.	61
Tablo 8: Uç Değerler Çıkarıldıktan Sonra Heterojenlik Testi Sonuçları.	62
Tablo 9: Huni Grafiği Asimetrisi İçin Meta-Regresyon Testi.	65
Tablo 10: Yayın Yanlılığı Testi.	66
Tablo 11: Ortalama Tahminler (μ).	66
Tablo 12: Çalışma Karakteristikleri İstatistikleri Tablosu.	68
Tablo 13: Fen Başarısı İçin Basit Meta-Regresyon Analizi Sonuçları.	75
Tablo 14: Çoklu Meta-Regresyon Bulguları	78

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1: 3E Öğrenme Halkası Modeli (Karplus, 1967).....	20
Şekil 2: 5E Öğrenme Halkası Modeli (Lawson, 1995).....	23
Şekil 3: 7E Öğrenme Halkası Modeli (Kanlı ve Yağbasan, 2006).....	25
Şekil 4: Kodlama Kağıdı Şeması.....	44
Şekil 5: Birincil Çalışmaların Edinim Sürecini Gösteren Akış Şeması.....	56
Şekil 6: Meta-Analize Dahil Edilen Etki Büyüklüklerinin Dağılımını Gösteren Histogram.....	57
Şekil 7: Başarı İçin Orman Grafiği.	60
Şekil 8: Başarı İçin Uç Değerler Çıkarıldıktan Sonra Orman Grafiği.	63
Şekil 9: Başarı İçin Huni Grafiği.	64
Şekil 10: Kes Ekle Yöntemi Huni Grafiği.	65

KISALTMALAR

AÇÜ	: Artvin Çoruh Üniversitesi
akt.	: Aktaran
AYT	: Alan Yeterlilik Testi
BSSC	: Biological Science Curriculum Study
CI	: Confidence Interval
CMA	: Comprehensive Meta-Analysis
Çev.	: Çeviren
df	: Serbestlik Derecesi
DG	: Deney Grubu
g	: Etki Büyüklüğü
GA	: Güven Aralığı
k	: Çalışma Sayısı
KG	: Kontrol Grubu
MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
OECD	: Organisation for Economic Co-Operation and Development
ÖSYM	: Ölçme, Seçme ve Yerleştirme Merkezi Başkanlığı
p	: İstatistiksel Anlamlılık Değeri
PISA	: Programme for International Student Assessment
R ²	: R-Kare
s.	: Sayfa
SCIS	: Science Curriculum Improvement Study
STE	: Sorgulama Temelli Eğitim
T	: Tau
T ²	: Tau Kare
TIMSS	: Trends in International Mathematics and Science Study
TYT	: Temel Yeterlilik Testi
UNESCO	: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
YKS	: Yükseköğretim Kurumları Sınavı
YÖK Tez	: Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi

ÖZET

ÖĞRENME HALKASI MODELLERİNİN ÖĞRENCİLERİN FEN BAŞARISINA ETKİSİ: BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI

Bu araştırmada, fen öğretiminde öğrenme halkası modelleri kullanımının geleneksel yönteme kıyasla öğrencilerin fen başarısında ne derece etkili olduğunun araştırılması amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda, ilgili birincil çalışmaların bulguları meta-analiz yöntemiyle sentezlenmiş ve bağımlı değişken “fen başarısı” için genel etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Ayrıca, çalışma karakteristikleri açısından ara değişken analizleri yapılarak öğrenme halkası modellerinin genel etkisinin, bu ara değişkenlerin etkisiyle değişip değişmediği araştırılmıştır. Bu kapsamda Ulusal Tez Merkezi, EBSCOhost, Web of Science, Scopus, TR Dizin ve DergiPark veri tabanlarında kapsamlı bir literatür taraması yapılarak fen eğitimi alanında yapılmış olan çok sayıda çalışma elde edilmiştir. Literatür taraması sonucunda elde edilen çalışmalar, önceden belirlenen kriterler doğrultusunda değerlendirilmiştir. Bu süreçte seçilen 123 birincil çalışmada raporlanan 127 etki büyüklüğü meta-analize dahil edilmiştir. Analiz aşamasında Hedge’s g etki büyüklüğü kullanılmış ve genel etki büyüklüğü kestiriminde rastgele etkiler modeli tercih edilmiştir. Genel etki büyüklüğü değeri 1,121 (%95GA [0,963;1,279]; k=123; p<0,001) olarak hesaplanmıştır. Bu değer, öğrenme halkası modellerinin kullanımının öğrencilerin fen başarısı üzerinde büyük bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ara değişken analizleri, modelin çoğu bağlamda benzer şekilde etkili olmaya devam ettiğine işaret etmektedir. Bununla birlikte, öğrenim seviyesi, konu alanı, öğretmen ve araştırmacı etkisi gibi faktörlerin uygulama sürecinde dikkate alınması gerektiği anlaşılmaktadır. Özetle bu meta-analiz, fen öğretiminde öğrenme halkası modellerinin kullanımının, geleneksel yönteme kıyasla öğrencilerin fen başarısını artırmada ve derinlemesine öğrenmeyi teşvik etmede etkili bir yöntem olduğunu güçlü biçimde ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: Öğrenme halkası, 3E, 5E, 7E, Fen, Fizik, Kimya, Biyoloji, Meta-analiz

SUMMARY

THE EFFECT OF LEARNING CIRCLE MODELS ON STUDENTS' SCIENCE ACHIEVEMENT: A META-ANALYSIS STUDY

This study aims to investigate how effective the learning cycle models are in science education compared to traditional teaching methods in enhancing students' science achievement. To achieve this goal, findings from relevant primary studies were synthesized using the meta-analysis method, and the overall effect size for the dependent variable, "science achievement," was calculated. In addition, moderator analyses were conducted based on study characteristics to examine whether the overall effect of learning cycle models varied according to these moderators. Within this scope, a comprehensive literature search was carried out in databases including the National Thesis Center, EBSCOhost, Web of Science, Scopus, TR Dizin, and DergiPark, resulting in the identification of many studies conducted in the field of science education. The studies obtained from the literature search were evaluated based on predetermined inclusion criteria. As a result, 123 primary studies were included in the meta-analysis, with 127 reported effect sizes. In the analysis phase, Hedge's g was used as the effect size metric, and the random-effects model was chosen for estimating the overall effect size. The overall effect size was calculated as $g = 1,121$ (95% CI [0,963, 1,279]; $k = 123$; $p < ,001$). This value indicates that the use of learning cycle models has a large effect on students' science achievement. Moderator analyses revealed that the model remains consistently effective across most contexts. However, it was also found that certain factors, such as educational level, subject matter, teacher effect, and researcher effect, should be carefully considered during implementation. In summary, this meta-analysis provides strong evidence that the use of learning cycle models in science teaching is an effective method for enhancing students' achievement and promoting deeper learning compared to traditional instructional methods.

Keywords: Learning cycle, 3E, 5E, 7E, Science, Physics, Chemistry, Biology, Meta-analysis

ÖNSÖZ

Bu araştırma sürecinde tüm bilgi birikimini benimle cömert bir şekilde paylaşan, planlı ve programlı bir şekilde bu süreci tamamlamamı sağlayan, bütün sorularıma büyük bir sabırla cevap veren ve tüm samimiyetiyle rehberlik eden değerli Hocam Doktor Öğretim Üyesi Ulaş ÜSTÜN'e teşekkür ediyorum.

Buralara kadar gelmemde büyük emeği olan, maddi ve manevi desteğini benden hiçbir zaman esirgemeyen Babama, her zaman ilham ve motive kaynağım olan ablam Halime'ye, hayat yolculuğumda kalbimin en özel yerinde olan sevgili kardeşlerim Zehra ve Yusuf'a teşekkür ediyorum.

Hayatın her zorlu anında, ne zaman yorulsam ellerimden tutarak bana güç veren, sevgisiyle içimi ısıtan, inancını ve güvenini bir an olsun eksik etmeyen, hem bilgi birikimiyle hem sabrı ile bana daima yol gösteren ve destek olan canım eşim Kürşad'a teşekkür ediyorum.

Ve son olarak... Şu an çok uzaklarda bir yerlerde beni izlediğine yürekten inandığım, pamuk kalpli, güzel anneme... Varlığıyla hayatıma sevgi, yokluğuyla özlem katan, dualarını hep yanımda hissettiğim rahmetli anneme minnet ve özlemle sonsuz teşekkür ediyorum.

Tuba KADIOĞLU

ARTVİN 2025

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

“Eğitimidir ki, bir milleti ya özgür, bağımsız, şanlı, yüksek bir topluluk halinde yaşatır ya da esaret ve sefaletle terk eder.”

Mustafa Kemal Atatürk

Mustafa Kemal Atatürk, eğitimin bir milletin geleceği üzerindeki belirleyici rolünü bu sözüyle açıkça vurgulamaktadır. Eğitime milli bir yön vermek amacıyla toplanan ve eğitim tarihimizde bir dönemin başlangıcı olan Birinci Maarif Kongresi, Kurtuluş Savaşının devam ettiği dönemde eğitim ve öğretimin yeniden teşkilatlandırılması, müfredatların yeniden düzenlenmesi ve öğretmen yetiştirilmesi konularındaki düzenlemeleri kapsamaktadır. Kongrede, eğitimin Türk Devleti’ne özgü sınırlarının olduğu, pozitivist ve milli bir eğitim anlayışı çizgisinde bir ülkenin geleceğinde eğitimin ne derece önemli, değerli ve kritik bir etmen olduğu vurgulanmıştır (Akyüz, 2021). Netice olarak baktığımızda tarihte eğitime verilen önem göz ardı edilemeyecek bir derecededir.

Birçok düşünürün eğitim kavramı için birbirinden farklı tanımları bulunmaktadır. Örneğin, John Dewey, yaşamın sürekli bir şekilde devam eden bir tecrübe olduğu ve bu tecrübenin öğrenme sürecinde önemli bir rol oynadığı fikri ile ilişkilendirmiş ve eğitimi, öğrenme sürecini öğrenci merkezli yaparak demokratik vatandaşlar yetiştirmenin bir aracı olarak görmüştür. Jean Piaget, eğitimin, bireylerin kendi öğrenme süreçlerini yönetmelerine ve yeni bilgileri kendi deneyimleriyle entegre etmelerine yardımcı olan bir süreç olarak görmüştür. Aristotle, eğitimin, zihinsel, ahlaki ve fiziksel açıdan bireylerin en iyi versiyonlarına ulaşmalarına yardımcı olan bir süreç olarak görmüştür. Bu bağlamda düşünürlerin eğitimle ilgili tanımları ve felsefi görüşleri çeşitlilik gösterse de genel olarak eğitim bireyin zihinsel, sosyal, duygusal ve fiziksel açıdan gelişmesine yardımcı olan bir süreç olarak tanımlandığı açıkça görülmektedir. Bu süreçte, bireyler bilgi, beceri ve değerler kazanırken aynı zamanda kişisel potansiyellerini de keşfederler.

Eğitim, sadece bireysel değil, toplumsal ve ulusal kalkınmanın da temel taşlarını oluşturur. Eğitimle güçlenen bireyler ve toplumlar, çağın gereksinimlerine uyum sağlayarak,

bilimsel ve teknolojik ilerlemelere katkıda bulunabilirler. Bu bağlamda, fen eğitimi, bilimin ve teknolojinin temelini atacak öğrencilerin yetişmesi için kritik bir alandır. Bu "eğitim" anlayışı doğrultusunda, öğrencilerin fen bilgisi ve becerilerini geliştirmeye yönelik çağdaş eğitim modellerinin önemi giderek artmaktadır.

İçinde yaşadığımız günümüz dünyasında, teknolojinin hızla gelişmesi, toplumların eğitimle ilgili ihtiyaçlarını, beklentilerini ve kaygılarını da yeniden şekillendirmektedir. Eğitim sistemlerinin, bu değişen teknolojiye ve toplumsal ihtiyaçlara ayak uydurabilmesi için yenilikçi yaklaşımlar benimsemesi büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda fen eğitimi, bireylerin doğayı anlamaları, bilimsel süreç becerilerini geliştirmeleri ve bilimsel okuryazarlık düzeylerine ulaşmaları açısından kritik öneme sahiptir. Fen okuryazarı bireyler, bilgiyi yalnızca edinmekle kalmaz; aynı zamanda bilgiyi sorgulayan, analiz eden, problem çözen ve bilimsel veriler ışığında karar alabilen bireylerdir. Bu nedenle fen eğitimi, günümüz dünyasında bireylerin topluma etkin ve bilinçli katılımı açısından vazgeçilmezdir.

Bu bağlamda, fen öğretiminde başarıyı artırmak amacıyla yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretim modellerinden biri olan öğrenme halkası modeli, eğitimde etkili sonuçlar elde etmek için güçlü bir araç olarak öne çıkmaktadır. Öğrenme halkası, öğrencilerin aktif katılımını teşvik eden, etkileşim odaklı bir öğretim yaklaşımıdır. Öğrencilerin hem bireysel hem de grup çalışmaları ile etkili öğrenmelerini sağlayarak, fen bilimleri eğitiminde önemli bir etki yaratmaktadır.

Öğrenme halkası modeli, öğrencilerin daha kalıcı öğrenmelerini, motivasyonlarını artırmalarını ve başarılarını yükseltmelerini sağlayabilecek bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu model, öğrenme sürecini öğrenen merkezli hale getirerek, onların düşünme, sorgulama ve problem çözme becerilerini geliştirmeye yönelik fırsatlar sunar. Ayrıca, teknolojinin eğitimdeki entegrasyonu ve fen okur yazarlığının geliştirilmesi ile bu modelin etkililiği daha da artmakta, eğitimdeki etkinlik, kalıcılık ve başarı gibi unsurlar üzerinde olumlu etkiler yaratmaktadır. Bu çalışma, öğrenme halkası modellerinin öğrencilerin fen başarısını nasıl artırabileceğini ve bu modellerin eğitim sisteminde ne derece etkili olduğunu incelemeyi amaçlamaktadır.

1. Problem Durumu

Ülkemizde eğitim sisteminin etkililiğin ölçüldüğü sınav sonuçlarına başarı çerçevesinde bakmakta fayda vardır. Ölçme Seçme ve Yerleştirme Merkezi (ÖSYM) tarafından hazırlanan 2023-Yükseköğretim Kurumları Sınavı (YKS) sonuçlarına ilişkin

sayısal bilgilere göre; Temel Yeterlilik Testi (TYT) sınavına katılan 2.995.399 adayın fen bilimleri testindeki ortalama net sayısı, 20 soruda 3,546'dır. Bu değer, adayların fen bilimleri testinde soruların yaklaşık %17,7'sini doğru yanıtladığını göstermektedir. Alan Yeterlilik Testi (AYT)'ye girip sınavı geçerli olan 1.980.480 adayın ortalama net sayıları ise; fizik alanında 14 soruda 2,519, kimya alanında 13 soruda 1,768 ve biyoloji alanında 13 soruda 2,08 olarak belirlenmiştir. Bu ortalamalar, adayların fizik alanında sorulan soruların %18'ini, kimya alanında sorulan soruların %13,6'sını ve biyoloji alanında sorulan soruların %16'sını doğru yanıtladığını göstermektedir (ÖSYM, 2023).

2024-Yükseköğretim Kurumları Sınavı (YKS) sonuçlarına ilişkin sayısal verilere bakıldığında ise; Temel Yeterlilik Testi (TYT)'de sınavı geçerli olan 2.819.075 adayın fen bilimleri testindeki ortalama net sayısı 20 soruda 3,478 olduğu görülmektedir. Bu ortalama, adayların fen bilimleri testinde soruların yaklaşık %17'sini doğru yanıtladığını göstermektedir. Alan Yeterlilik Testi (AYT)'ye girip sınavı geçerli olan 1.776.449 adayın ortalama net sayıları ise; fizik alanında 14 soruda 2,247, kimya alanında 13 soruda 1,457 ve biyoloji alanında 13 soruda 2,324'tür. Bu ortalamalar, adayların fizik alanında sorulan soruların %16'sını, kimya alanında sorulan soruların %11'ini ve biyoloji alanında sorulan soruların %17,9'unu doğru yanıtladığını göstermektedir (ÖSYM, 2024).

Bu çerçevede son iki yılda TYT ve AYT'den elde edilen veriler, Türkiye'deki eğitim sistemi ve öğrencilerin başarısı hakkında önemli ipuçları sağlamaktadır. TYT'de fen bilimleri testinde ortalama net sayısının düşük olması, öğrencilerin bu alandaki konulara yeterince hakim olamadığını göstermektedir. AYT'de ise öğrencilerin ortalama net sayıları her üç fen bilimleri alanı için de çok düşüktür. Bu, öğrencilerin her üç alanda da sorun yaşadıklarını ortaya koymaktadır. Bu veriler aynı zamanda adayların temel fen bilgilerini anlamada ve uygulamada zorlandığını, bilimsel okuryazarlık düzeylerinin geliştirilmesi gerektiğini göstermektedir.

Bu merkezi sınav sonuçları göz önünde bulundurulduğunda, öğrencilerin fen alanında başarılarını artırmaya yönelik etkili yöntemlere yer verilmesi gerektiği anlaşılmaktadır. Bu kapsamda, öğrencilere öğrendikleri veya öğrenecekleri bilgileri sorgulama, bu bilgilerden yeni çıkarımlar yapma, olağan durumu eleştirel bir bakış açısıyla değerlendirme gibi öğrenme sürecini derinleştirecek beceriler kazandırmak mümkündür.

Eğitimin amacı, insanları çevrelerine uyum sağlayabilen, eleştirel düşünebilen, sorumluluk sahibi ve toplumla uyum içinde bir yaşam sürebilen bireyler olarak

yetiştirmektedir. Bu srec, ğretim yöntemleri, materyaller ve çeşitli etkileşimlerle bireylerin potansiyellerini en üst düzeye çıkarmayı hedefler.

Öğrencilerin kendisinin potansiyellerini keşfetmede en önemli etken ise sorgulamadır. Öğrencilerin öğrenmelerinde, sorgulayarak keşfetme, yaparak ve yaşayarak öğrenme ile elde ettiği bilgiyi kendi n bilgisi ile ilişkilendirip yapılandırma gibi yaklaşımların uygulanması başarıya ulaşmada daha etkili sonuçlar vermektedir. Bu nitelikleri kazandırırken birçok interaktif eğitim modeli uygulanabilir. Bu alışma kapsamında, öğrencilerin öğrenme sürecini öğrenen merkezli hale getirerek, onların düşünme, sorgulama ve problem çözme becerilerini geliştirmeye yönelik fırsatlar sunmasıyla daha etkili öğrenmesini sağlayacağı düşünülen uygulamalı yöntem “ğrenme Halkası Modelleri”dir.

ğrenme Halkası Modellerinin ilişkili olabileceği unsurları ayrıntılı şekilde incelediğimizde karşımıza “Sorgulama Temelli Eğitim” ve “Fen Okuryazarlığı” ıkmaktadır. Sorgulama Temelli ğrenme yaklaşımı öğrencilere, soru sorma, araştırmalarını tasarlama, veri toplama ve analiz etme, elde edilen bulgulara göre sonuç çıkarma ve sonuçları arkadaşlarıyla paylaşma imkanı sunmaktadır. Bu yaklaşımın temel amacı öğrencilerin kendi bilgilerini yapılandırmalarına rehberlik etmektir. Böylece, ğrencilerin, bir problemle karşılaştıklarında onu çözmek için istekli olmalarını teşvik etmektedir (akıcı ve Yakışan, 2020).

Bilginin etkili ve kalıcı bir şekilde öğrenilebilmesi, sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımına uygun olarak tasarlanan öğrenme ortamlarıyla yakından ilişkilidir. Araştırma ve sorgulama süreci yalnızca keşfetme ve deney yapma değil, aynı zamanda açıklama geliştirme ve argüman oluşturma gibi aşamaları da içermektedir (MEB, 2013).

Diğer bir etken olan fen okuryazarlığı ise; bireylerin bilimsel metinleri anlayabilme, yorumlayabilme, eleştirel düşünebilme, bilimsel argümanları takip edebilme ve bilimle ilgili sorunları çözebilme becerilerini içeren bir süreçtir. Bu bağlamda, fen okuryazarlığı, bireylerin fen bilimlerine ilişkin bilgileri anlamaları, kullanmaları ve günlük yaşamda bu bilgileri etkin bir şekilde uygulayabilmeleri yeteneğini ifade eder (Laugksch, 2000). UNESCO (1993) ise 10. Uluslararası Herkes için Bilimsel ve Teknolojik Okuryazarlık Forumunda, fen okuryazarlığını, bilimsel ve teknolojik fikirler dünyasında çeşitli yazılı kaynakları ve bilgileri kullanarak tanımlama, anlama, yorumlama ve iletişim kurma yeteneği olarak tanımlar.

Fen okuryazarlığı becerileri yüksek olan öğrenciler, bilimsel konuları daha iyi anlayabilmekte ve bilimsel düşünceleri daha iyi anlamlandırabilmektedir. .Bu öğrenciler, bilimsel kaynakları daha iyi anlama ve yorumlama becerisine sahip oldukları için, fen konularında daha yüksek başarı gösterirler.

Araştırmalar, fen okuryazarlığının yüksek olmasının, öğrencilerin fen başarısını artırmada önemli bir faktör olduğunu göstermektedir (OECD, 2006). Fen okuryazarlığı, öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirmelerine ve fen bilgilerini daha etkili bir şekilde öğrenmelerine yardımcı olur, bu da onların fen başarısını doğrudan etkiler (Schwartz ve Lederman, 2004).

Ayrıca, fen okur yazarlığı becerileri, öğrencilerin sadece fen derslerinde değil, diğer disiplinlerde de başarılı olmalarına yardımcı olabilir. Örneğin, sosyal bilimler, sağlık bilimleri ve hatta günlük hayatta karşılaşılan problemleri çözme sürecinde de fen okuryazarlığı becerileri önemlidir (Bybee ve Landes, 1988).

“Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı” (PISA), Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) tarafından üçer yıllık dönemler halinde 15 yaşındaki öğrencilerin matematik, fen ve okuma becerileri, kendi yeterlilik algıları ve tutumları, okulda öğrendikleri bilgi ve becerileri günlük yaşamda kullanma becerileri ve aile-okul-çevresi ile ilgili verileri bir araya getiren bir eğitim araştırmasıdır. Bu program, eğitim politikaları ve uygulamaları hakkında kıyaslamalı bilgi ve kapsamlı veriler sağlayarak, ülkelerin eğitim sistemlerinin güçlü ve zayıf yönlerini anlamalarına yardımcı olur. Türkiye, uzun yıllardır PISA uygulamalarında katılmaktadır. Bu uygulamalarda genel olarak görece düşük başarı göstermiştir. Örneğin, PISA 2018 sonuçları, Türkiye'nin fen okuryazarlığı matematik okuryazarlığı ve okuma becerileri açısından OECD ortalamasının altında olduğunu ortaya koymaktadır.

Bunun yanı sıra, Türkiye diğer bir uluslararası büyük ölçekli değerlendirme olan “Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırmasına” (TIMSS) da uzun bir süredir katılmaktadır. TIMSS, Uluslararası Eğitim Başarılarını Değerlendirme Birliği (IEA) tarafından düzenlenen ve 4. ve 8. sınıf düzeyindeki öğrencilerin matematik ve fen alanlarındaki akademik başarılarını değerlendiren bir çalışmadır. 1995 yılından bu yana dört yılda bir düzenlenen TIMSS, öğrenci başarılarının yanı sıra eğitim sistemlerinin farklı yönlerini, öğretim yöntemlerini, müfredatı ve öğrencilerin öğrenme çevrelerini analiz ederek ülkeler arasında karşılaştırmalı veriler sunmaktadır (Mullis ve diğerleri, 2020).

Önceki uygulamalarda görece düşük başarı gösteren Türkiye, TIMSS 2023 uygulamasında, dikkate değer bir gelişme göstermiştir. Özellikle 4. sınıf düzeyinde, Türkiye'nin fen bilimleri puanı 2019'a kıyasla 44 puan artarak 570'e yükselmiş ve 58 ülke arasında 4. sıraya yerleşmiştir. Ayrıca, OECD ülkeleri arasında Güney Kore'den sonra 2. sırada, Avrupa ülkeleri arasında ise 1. sırada yer almıştır. 8. sınıf düzeyinde ise Türkiye, fen bilimleri alanında 530 puanla 44 ülke arasında 7. sırada yer almıştır. Bu sonuçlar, Türkiye'nin fen bilimleri eğitiminde uluslararası alanda önemli bir ilerleme kaydettiğini göstermektedir.

Söz konusu araştırmaya, 4. sınıf seviyesinde 4.541, 8. sınıf seviyesinde 4.925 öğrenci olmak üzere toplam 141 okuldan 9.466 öğrenci, Türkiye genelinde farklı bölgeleri temsil etmesi amacıyla iki aşamalı tabakalı küme örnekleme yöntemi ile belirlenerek dahil edilmiştir. Ancak Kahramanmaraş merkezli depremler nedeniyle 9 ilde uygulama yapılamamış olması, elde edilen verilerin önceki yıllarla kıyaslanmasında soru işareti oluşturabilir; yine de Türkiye'nin bu uygulamada önemli bir başarı gösterdiği açıktır.

Bu gelişmelerin birçok nedeni olabileceği düşünülse de 2000'li yıllardan bu yana öğretim programlarında yapılan iyileştirmeler ve bu programlardaki daha öğrenci merkezli ve daha araştırma ve sorgulamaya dönük öğretim yöntemlerinin vurgulanmasının etkili olduğunu düşünmek yanlış olmaz. Sonuç olarak bu verileri derinlemesine ele aldığımızda, öğrenme halkası modellerinin fen başarısını artırmada ne derece etkili olduğunu araştıran çalışmaların sentezlenmesinin önemli katkılar sağlayacağı öne sürülebilir.

2. Çalışmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, fen öğretiminde Öğrenme Halkası Modellerinin kullanımının öğrencilerin başarısı üzerinde ne derece etkili olduğunun meta analiz yöntemiyle belirlenmesidir.

Araştırma iki aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak genel etki büyüklüğü analizleriyle fen öğretiminde Öğrenme Halkası Modelleri kullanımının geleneksel yöntemle kıyasla öğrencilerin fen başarısında ne derece etkili olduğunun değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. İkinci aşamada ise, Öğrenme Halkası Modelleri kullanımının fen başarısı üzerindeki etkisinin çalışma karakteristiklerine bağlı olarak değişip değişmediğinin ara değişken analizleri yardımıyla araştırılması amaçlanmaktadır.

3. Araştırma Soruları

Bu meta-analizde aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranacaktır:

1. Öğrenme Halkası Modelleri geleneksel yöntemle kıyasla öğrencilerin fen başarısı üzerinde ne derecede etkilidir?
2. Öğrenme Halkası Modellerinin fen başarısı üzerindeki etkisi, yayın, örneklem, araştırma deseni, uygulama ve ölçme karakteristikleri gibi çalışma karakteristiklerine bağlı olarak nasıl değişmektedir?

4. Tanımlar

Öğrenme: bireylerin deneyimler, gözlemler ve etkileşimler yoluyla bilgi, beceri, tutum ve değer kazandığı bir süreçtir (Anderson ve diğerleri, 2005).

Öğretim: bireylerin belirli bilgi, beceri ve tutumları kazanmalarını sağlamak amacıyla öğretmenlerin planlı ve düzenli bir şekilde yürüttüğü etkinliklerdir (Gagné, Briggs ve Wager, 1992)

Geleneksel Öğretim Yöntemi: öğretmenin dersin merkezi olduğu, öğrencilerin genellikle pasif bir şekilde bilgi aldığı, öğretim materyallerinin sınırlı olduğu ve öğretim sürecinin öğretmen odaklı ilerlediği bir eğitim yaklaşımıdır (Shuell, 1986).

Öğrenme Halkası Modelleri: öğrencilerin öğrenme süreçlerinde aktif katılımını ve etkileşimini teşvik eden, bilgi edinme ve problem çözme becerilerini geliştirmeyi amaçlayan öğretim yöntemleridir (Brown ve Campione, 1996). Bu modeller, deneyimlere dayalı öğrenme, grup çalışmaları ve sürekli geri bildirimle öğrencilerin öğrenmelerini derinleştirir. Öğrenme halkası, öğrenme sürecinin öğrenci merkezli olmasını sağlayarak, öğrenmenin kalıcı hale gelmesini hedefler (Jonassen, 1999). **3E Modeli**, öğrencilerin *merak uyandırma* (engagement), *keşif* (exploration) ve *açıklama* (explanation) aşamalarıyla öğrenme süreçlerini yönetir (Bybee R. , 1997). **5E Modeli** ise, *engagement*, *exploration*, *explanation*, geliştirme (elaboration) ve *değerlendirme* (evaluation) aşamalarını içerir ve bu model, öğrencilerin derinlemesine öğrenmelerini teşvik eder (Bybee vd. 2006). **7E Modeli** ise, bu süreçlere *evaluation*, *uzatma* (extension) ve *sergileme* (exhibition) aşamalarını ekleyerek, öğrencilerin öğrenme deneyimlerini daha da zenginleştirir (Reiser, 2004).

Akademik Başarı: öğrencilerin belirli bir eğitim programındaki hedeflere ulaşma düzeyini, genellikle sınavlar, ödevler ve diğer değerlendirme araçları ile ölçülen bilgi ve becerilerini ifade eder (Schunk, Pintrich ve Meece, 2008).

Fen: doğa olaylarını ve bu olaylar arasındaki ilişkileri bilimsel yöntemlerle inceleyen, deneysel verilere dayalı olarak teoriler geliştiren bir bilim dalıdır (National Research Council, 1996).

Bilim: doğa, toplum ve evrenin çeşitli yönlerini sistematik bir şekilde inceleyen, gözlem, deney ve mantıklı çıkarımlar yoluyla bilgi üreten bir düşünsel ve pratik süreçtir (Akgün, 2009).

Meta-Analiz Yöntemi: Meta-analiz “belirli bir konu hakkındaki bir grup birincil çalışmanın sonuçlarını, o konudaki son gelişmelere karar verebilmek için nicel olarak entegre etmeyi amaçlayan bir araştırma yöntemi” (Marín-Martínez ve Sánchez-Meca, 2010) olarak tanımlanabilir. Bir araştırma konusu ile ilgili yapılmış bağımsız çalışmalardan elde edilen verilerin istatistiksel olarak birleştirilmesi ve genel bir sonuç elde edilmesi sürecidir (Glass, 1976).

5. Çalışmanın Önemi

Fen öğretiminin etkili olabilmesi, öğrencilerin öğrenme sürecine etkin katılım göstermeleri ve öğrenme ortamlarının, öğrencilerin birbirleriyle etkileşimde bulunarak konuları çok yönlü değerlendirmelerine imkân tanıyan yapıda olmasıyla mümkündür. Bu bağlamda, araştırma ve sorgulamaya dayalı öğrenme ortamları, nitelikli bir fen eğitiminin gerçekleştirilmesinde önemli bir araç olarak öne çıkmaktadır (Eroğlu, Armağan ve Bektaş, 2015).

Öğrenci merkezli hale getirilen öğrenme süreci kapsamında, öğrencilerin düşünme, sorgulama ve problem çözme becerilerini geliştirmeye yönelik fırsatlar sunan öğrenme halkası modeli, fen öğretiminde kullanıldığında öğrencilerin konuları anlamalarına ve akademik başarılarını arttırmada etkili bir yöntem olarak görülmektedir. Çünkü fen bilimlerinde bir bilginin öğrenilebilmesi için, o konu üzerinde düşünülmesi, derinlemesine araştırma yapılması, deneysel etkinliklerle desteklenmesi ve diğer kavramlarla ilişkilendirilmesi gerekmektedir. Bu sürecin sistematik biçimde yürütülmesinde öğrenme halkası modeli, etkili ve yapılandırılmış bir yaklaşım sunmaktadır (Renner ve Marek, 1988).

Öğrenme Halkası Modellerinin fen öğretiminde kullanılmasının öğrencilerin başarısına etkisi konusunda birçok çalışma mevcut olmasına rağmen, bu çalışmalar genellikle bir bütünün sadece parçalarını oluşturmaktadır. Bu araştırma kapsamında, elde

edilen bu parçaların sonuçlarının bir bütün olarak ne anlama geldiğini göstermek amacıyla bir meta-analiz çalışması yapılmıştır.

Literatür taraması sonucunda Balta ve Saraç'ın (2016) çalışmasında fen öğretiminde 7E öğrenme döngüsünün öğrenmeye etkisini, Saraç'ın (2017) çalışmasında 5E öğrenme halkası modelinin öğrencilerin öğrenme ürünlerine etkisini ve Saraç'ın (2018) çalışmasında öğrenme halkası modellerinin fen öğretiminde öğrencilerin öğrenme ürünlerine etkisini meta-analiz yöntemiyle incelediği görülmüştür.

Saraç ve Balta (2016) çalışmasında 2006-2015 yılları arasındaki 35 lisansüstü tezi; Saraç (2017) çalışmasında 2007-2016 yılları arasındaki 99 lisansüstü tezi incelemiştir (Saraç ve Balta, 2016), (Saraç,2017). Saraç (2018), çalışmanın bağımlı değişkeni olarak öğrencilerin öğrenme ürünleri üzerine çalışmıştır. Fen başarısı, öğrencilerin fen bilimleri alanındaki bilgi ve becerilerini, kavramsal anlayışlarını ve problem çözme yeteneklerini içeren bir ölçüttür. Bu bağlamda, bu çalışma öğrenme halkası modellerinin eğitimdeki etkisini daha spesifik bir şekilde değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, Saraç (2018) çalışmasında 2007-2016 yılları arasındaki ulaşılan çalışmalar dahil edilerek, toplam 107 lisansüstü tezi incelemiştir. Sadece lisansüstü tezlerin analize dahil edildiği, konuyla ilgili makale ve bildirilerin meta-analiz yöntemiyle ele alınmadığı görülmektedir (Saraç, 2018).

Bu çalışmada, lisansüstü tezler ve makaleler herhangi bir tarih sınırlandırması olmaksızın çalışmaya dahil edilerek incelenmiştir. Böylece, hem araştırılan konuda yapılan çalışmalar güncellenebilecek hem de kapsamını genişleterek daha kapsamlı bir meta-analiz çalışması yapılabilecektir. Ayrıca, ara değişken analizleri daha kapsamlı bir şekilde yapılacaktır.

Bu farklılık, bu çalışmanın fen öğretimindeki öğrenme halkası modelinin etkililiğine dair daha somut ve özgün veriler sunmasını sağlamaktadır. Ayrıca, meta-analiz yöntemiyle, literatür taraması sonucunda elde edilen araştırmaların sonuçlarının bir araya getirilerek genel etki büyüklüğünün hesaplanması, bu alandaki literatürün bir bütün olarak daha kapsamlı ve veriye dayalı bir şekilde değerlendirilebilmesine olanak tanımaktadır. Bu çalışma, kapsamlı ara değişken analiziyle çalışmaların bulguları arasındaki farklılıkların sebeplerini açıklayabilir ve yeni araştırmalar için yol gösterici olabilir. Bu şekilde, Öğrenme Halkası Modellerinin fen başarısına etkisi konusunda daha güçlü ve genellenebilir sonuçlar elde edilmesi hedeflenmektedir.

6. Sınırlılıklar

Bu çalışmada;

- ✓ Türkçe olarak yayınlanmış olan makale, yüksek lisans tezi, doktora tezi ve bildiri dahil edilerek analiz yapılmıştır.
- ✓ Farklı veri tabanlarında 15.02.2025 tarihine kadar tarama yapılmış olup, belirtilen tarih aralığında yayımlanan ve ulaşılabilen çalışmalar dahil edilmiştir.
- ✓ Fen eğitimi alanında yapılan çalışmalar analize dahil edilmiştir.
- ✓ Fen eğitimi alanında kullanılan yöntemde bağımlı değişken başarı ile sınırlandırılmıştır.
- ✓ Çalışmada karşılaştırma grubu olarak yer alan geleneksel öğretim yöntemi, genel kabul görmüş tanımıyla ele alınmış olsa da, bu yöntemin zaman içinde uygulayıcı, içerik ve bağlama bağlı olarak farklı biçimlerde kullanılabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

İKİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI

1. Fen Başarısını Etkileyen Faktörler

Fen eğitimi, bireylerin doğayı anlama, bilimsel süreçleri kavrama ve problem çözme yeteneklerini geliştirmeyi amaçlayan bir disiplindir. Gelişen teknoloji ve bilimsel keşifler göz önüne alındığında, fen eğitiminin bireysel ve toplumsal kalkınmadaki önemi daha da belirgin hale gelmektedir (Li ve diğerleri, 2021).

Günümüzde fen bilimleri eğitimi, öğrencilerin bilimsel okuryazarlığını artırarak eleştirel düşünme ve analitik becerilerini güçlendirmeyi hedeflemektedir (Bybee, 2010a). Bu bağlamda, etkili bir fen öğretimi, bilim okuryazarı bireyler yetiştirilmesinde kilit bir rol oynamaktadır.

Öğrenci başarısı ise, fen eğitimi bağlamında bilişsel, duyuşsal ve psikomotor kazanımları kapsayan geniş bir kavram olarak ele alınır. Başarı, sadece sınav notlarıyla sınırlı kalmaz; aynı zamanda öğrencinin bilimsel kavramları anlaması, problem çözme becerisi geliştirmesi ve bilimsel süreçleri günlük yaşamına entegre etmesiyle de değerlendirilmelidir (Harlen, 2017). Bu durumda başarıyı artırmaya yönelik yöntemlerin uygulanması bilişsel, duyuşsal ve psikomotor kazanımlara olumlu anlamda katkı sağlar.

Fen eğitiminde öğrenci başarısını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler, öğrenciye ait bireysel özelliklerden öğretim yöntemlerine, öğrenme ortamlarından öğretmen yeterliklerine kadar geniş bir çerçevede ele alınabilir. Örneğin, öğrencilerin fen derslerine karşı tutumları ve motivasyonları, akademik başarı üzerinde belirleyici bir rol oynar. Araştırmalar, Fen bilimleri derslerine karşı olumlu tutuma sahip öğrencilerin daha yüksek başarı elde ettiğini göstermektedir (Lowe vd. 2010). TIMSS 2019 sonuçlarına göre, fen bilimleri dersine ilgi duyan öğrencilerin ortalaması, daha az ilgili öğrencilere kıyasla yaklaşık 40 puan daha yüksektir (Mullis vd. 2019). Benzer şekilde, PISA 2018 verileri de fen derslerine yüksek ilgi duyan öğrencilerin akademik başarılarının, düşük ilgiye sahip öğrencilere göre %15 daha fazla olduğunu ortaya koymaktadır (MEB, 2019).

Ayrıca, öğrencilerin bilimsel süreç becerileri ve eleştirel düşünme yetenekleri de başarılarını şekillendiren temel unsurlar arasındadır. Fen eğitimi, öğrencilerin yalnızca bilgi edinmesini değil, aynı zamanda bilimsel süreç becerileri ve eleştirel düşünme yeteneklerinin

gelişmesini de hedefler (Abell ve Lederman, 2007). Bu süreç becerileri arasında gözlem yapma, hipotez kurma, deney tasarlama, veri analiz etme ve çıkarım yapma gibi beceriler yer almaktadır (Kul, Kızılay ve Oner, 2021). Araştırmalar, bu becerilerin gelişmiş olduğu öğrencilerin akademik başarılarının daha yüksek olduğunu göstermektedir (Harlen, 2013).

Bunun yanı sıra, başarıyı artıran bir diğer önemli unsur ise fen öğretim programlarının yapısı ve içeriğidir. Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı fen öğretim programları, öğrencilerin bilgiyi keşfederek öğrenmelerine ve bilimsel düşünme becerilerini geliştirmelerine olanak tanır (Şahin, 2014). Ayrıca, deney ve gözleme dayalı öğrenme süreçleri, öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırarak anlamalarına yardımcı olur (Hofstein ve Lunetta, 2004a). Bu nedenle, fen eğitiminde kullanılan öğretim modellerinin öğrenci başarısını artırıcı şekilde tasarlanması büyük önem taşımaktadır.

Başarıyı etkileyen faktörler arasında öğretmen yeterlikleri de kritik bir yere sahiptir. Fen eğitimi alanında öğretmenlerin mesleki yeterliği, öğrenci başarısını doğrudan şekillendirir. Araştırmalar, fen bilgisi öğretmenlerinin hem alan bilgisi hem de pedagojik içerik bilgisine sahip olmasının, öğrencilerin başarı düzeylerini artırdığını göstermektedir (Shulman, 1986). Modern öğretim stratejilerini kullanma becerisine sahip öğretmenler, öğrencilere bilimsel düşünme alışkanlıkları kazandırarak öğrenme sürecini daha etkili hale getirebilir (Magnusson, Krajcik ve Borko, 2002). Bununla birlikte, öğrenme ortamı ve laboratuvar kullanımı da fen başarısında önemli bir rol oynar. Fiziksel ve teknolojik olanakları yüksek okullarda öğrenim gören öğrencilerin akademik performansı, bu imkanlara sınırlı erişimi olanlara göre daha yüksektir (Hofstein ve Lunetta, 2004b). Ayrıca araştırmalar, laboratuvar ortamlarının fen eğitiminde önemli bir yer tuttuğunu ve öğrencilerin deney ve gözlem yoluyla öğrenmelerini sağlayarak akademik başarılarını artırdığını göstermektedir (Tobin, Tippins ve Gallard, 1994). Özellikle STEM (Science, Technology, Engineering ve Mathematics) tabanlı uygulamalar, fen bilimleri eğitiminin kalitesini artırarak başarıyı olumlu yönde etkilemektedir (Bybee, 2013). Teknoloji kullanımı ise günümüzde fen başarısını artıran diğer bir önemli unsurdur (Hennessy, Deane ve Ruthven, 2006). Simülasyonlar, sanal laboratuvarlar ve artırılmış gerçeklik gibi dijital araçlar, öğrencilerin soyut kavramları daha kolay anlamalarına yardımcı olmaktadır (Finkelstein, Penner ve Brannick, 2005). Özellikle, etkileşimli tahtalar ve dijital öğrenme platformlarının kullanımı, öğrencilerin fen derslerine olan ilgisini artırarak akademik başarılarına olumlu katkı sağlamaktadır (Bodemer ve Ploetzner, 2002).

Bu faktörler ışığında fen eğitiminde kullanılan öğretim yöntemlerinin, öğrencinin başarı üzerindeki etkisi daha da belirgin hale gelmektedir. Geleneksel anlatım yöntemleri yerine yapılandırmacı yaklaşıma dayalı, öğrenci merkezli ve etkileşimli öğretim modellerinin kullanılması, fen öğrenme sürecini daha anlamlı ve kalıcı hale getirebilir (Lederman ve Abell, 2014). Özellikle öğrenme halkası modelleri gibi yapılandırmacı ve sorgulama temelli yaklaşımlar, öğrencilerin ön bilgilerini harekete geçirerek yeni bilgileri anlamlandırmalarına ve bilimsel düşünme süreçlerini geliştirmelerine yardımcı olur (Karaşah Çakıcı ve Yakışan, 2020). Bu modeller, öğrencilerin aktif katılımını sağlayarak öğrenme sorumluluğunu iş birliği içinde üstlenmelerine olanak tanır ve güvenli bir öğrenme ortamında bir sonraki öğrenmelere uyum sağlamalarını kolaylaştırır (Lawson, 1995). Ayrıca, ilgi çekici ve etkileşimli öğretim stratejileri, öğrencilerin motivasyonunu artırarak fen derslerine yönelik olumlu tutum geliştirmelerine katkıda bulunur (İnaltun, 2022). Fen bilimlerine yönelik olumlu bir tutum geliştiren öğrencilerin ise bilimsel süreçleri daha iyi kavradıkları ve öğrendikleri bilgileri günlük hayatta kullanma eğiliminde oldukları görülmektedir (Tuan, Chin ve Shieh, 2005). Dolayısıyla, fen eğitiminde öğretim yöntemlerinin öğrenci merkezli, sorgulamaya dayalı ve etkileşimli olacak şekilde tasarlanması, öğretmen yeterlilikleri, teknoloji kullanımı ve uygun öğrenme ortamlarıyla desteklendiğinde başarıyı artırmada kritik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, geleneksel öğretim yöntemlerinden farklı olarak, interaktif öğretim ortamları oluşturarak öğrencilerin aktif katılımını sağlayan öğrenme halkası modellerinin, fen eğitiminde öğrenci başarısına olumlu katkılar sunabileceği düşünülmektedir.

2. Fen Okuryazarlığı ve Sorgulama Temelli Eğitim

2.1. Fen Okuryazarlığı

Fen okuryazarlığı, bireylerin fen bilimleriyle ilgili bilgi, beceri, tutum ve değerleri anlamalarını, kullanmalarını ve bu alanlarda eleştirel düşünme becerisi geliştirmelerini ifade eder (Bybee, 1997). Bu yetkinlik, bireylerin bilimsel kavramları ve süreçleri anlayarak, bu bilgileri günlük yaşamlarında uygulayabilme becerisini içerdiğinden, çevrelerindeki dünyayı anlamlandırmalarına, eleştirel düşünme becerilerini geliştirmelerine ve bilinçli kararlar almalarına olanak tanır.

UNESCO (1993), 10. Uluslararası Herkes için Bilimsel ve Teknolojik Okuryazarlık Forumu'nda, fen okuryazarlığını, bilimsel ve teknolojik fikirler dünyasında çeşitli yazılı kaynakları ve bilgileri kullanarak tanımlama, anlama, yorumlama ve iletişim kurma yeteneği

olarak tanımlamıştır. Bu bağlamda, fen okuryazarlığı, bireyin bilimsel bilgiye erişimini ve bu bilgiyi toplumsal kararlarında kullanma becerisini kapsar.

Fen okuryazarlığı; bilimsel metinleri anlayabilme, yorumlayabilme, eleştirel düşünebilme, bilimsel argümanları takip edebilme ve bilimle ilgili sorunları çözebilme becerilerini içeren bir süreçtir. Fen okuryazarlığına sahip öğrenciler, bilimsel kaynakları daha iyi anlama ve yorumlama yetkinliği sayesinde, fen konularında daha yüksek başarı gösterebilmektedirler. OECD tarafından üçer yıllık dönemlerde gerçekleştirilen “Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı” (PISA), 15 yaşındaki öğrencilerin matematik, fen ve okuma becerilerini, öğrencilerin kendi yeterlik algılarını ve tutumlarını, okulda öğrendikleri bilgi ve becerileri günlük yaşamda kullanma becerilerini ve aile-okul-çevresi ile ilgili verileri bir araya getiren bir eğitim araştırmasıdır. PISA, ülkelerin eğitim sistemleri ve öğrenci başarıları hakkında kapsamlı veriler sağlamaktadır.

PISA raporları, fen okuryazarlığının, bireylerin karmaşık fen konularına dayalı sorunlarla başa çıkma becerisiyle yakından ilgili olduğunu vurgular (MEB, 2019). Araştırmalar, fen okur yazarlığı becerileri yüksek olan öğrencilerin, bilimsel konuları daha iyi anladığını ve bilimsel düşünceleri daha iyi anlamlandırabildiğini göstermektedir (MEB, 2019). Ayrıca, bu beceriler yalnızca fen derslerinde değil, sosyal bilimler, sağlık bilimleri ve günlük hayatta karşılaşılan problemlerin çözümünde de öğrencilerin başarısını destekleyebilir.

Bu doğrultuda fen okuryazarlığı, sınıf içi öğretim yöntemlerinden toplumsal eğilimlere kadar birçok faktörden etkilenir. Fen bilgisi eğitimi, bireyin yaşam boyu öğrenme sürecine katkı sağlarken, eleştirel düşünme ve problem çözme gibi becerilerin gelişiminde önemli bir rol oynar (Schwartz, 2006). Fen okur yazarlığı, bireylerin bilimsel bilgiye erişme, bu bilgiyi anlama, değerlendirme ve kullanma becerilerini geliştirir; bilim ve teknolojiye ilişkin temel kavramları ve süreçleri anlamalarını, elde edilen bilgileri problem çözme ve karar verme süreçlerinde kullanmalarını, ayrıca bilimsel ve teknolojik gelişmeleri takip etmelerini sağlar.

Sonuç olarak, fen eğitimi öğrenci başarısını etkileyen çok boyutlu bir süreçtir. Fen bilimleri derslerinde kullanılan öğretim yöntemleri, öğrenci motivasyonu ve program içerikleri gibi faktörler, akademik başarıyı doğrudan şekillendirmektedir. Bu bağlamda, öğrenme halkası gibi yapılandırmacı modellerin fen eğitiminde başarıyı artırmadaki rolü üzerine yapılacak araştırmalar, fen öğretiminin niteliğini geliştirmek açısından önemli katkılar sunacaktır.

2.2. Fen Okuryazarlığının Geliştirilmesi: Yöntemler ve Yaklaşımlar

Fen okuryazarlığının geliştirilmesi, eğitim sistemlerinde bütüncül bir yaklaşım gerektirir. Öğrencilere eğitim-öğretim sürecinin başlangıcında bilimsel kavramlarla tanışma fırsatı verilmeli ve öğrenmelerini pekiştirmek için pratik uygulamalara ağırlık verilmelidir.

Bu bağlamda, fen okuryazarlığını geliştirmek için öne çıkan yaklaşımlar arasında disiplinler arası yaklaşımlar ve STEM eğitimi yer alır. Bu yöntemler, fen, teknoloji, mühendislik ve matematik arasındaki ilişkileri anlamayı teşvik eder ve öğrencilerin bu bilgiyi problem çözme süreçlerinde kullanmalarını sağlar (Bybee, 2010b). Böylece, öğrenciler yalnızca fen bilimlerini öğrenmekle kalmaz, aynı zamanda bu bilgiyi gerçek yaşam problemlerine uygulayabilir hale gelir.

Diğer bir önemli yaklaşım, yaygın fen eğitimidir. Okul dışı öğrenme ortamları, öğrencilerin fen ve teknolojiye karşı pozitif tutum geliştirmelerine katkı sağlar. Bilim merkezleri, müzeler ve doğa gezileri gibi etkinlikler, öğrencilerin fen bilimlerine olan ilgilerini artırır ve fen okuryazarlığını destekler. Bu tür ortamlar, teorik bilginin pratikle buluştuğu doğal bir öğrenme alanı sunar (Kavak, Tufan ve Demirelli, 2006).

Fen okuryazarlığının geliştirilmesinde, argümantasyon yöntemi de etkili bir araçtır. Bu yöntem, öğrencilerin bilimsel konuları tartışmalarını, kanıtları değerlendirmelerini ve bilimsel düşünme becerilerini geliştirmelerini sağlar. Araştırmalar, sosyobilimsel konularda argümantasyon yönteminin, öğrencilerin bilimsel okuryazarlık seviyelerini artırdığını göstermektedir (Aktamis ve Hiğde, 2015).

Bu süreçte öğretmenlerin rolü de göz ardı edilemez. Öğretmenlerin fen okuryazarlığı konusundaki bilgi ve becerileri, öğrencilerin bu alandaki gelişimlerini doğrudan etkiler. Bu nedenle, öğretmen adaylarının fen okuryazarlığı konusunda yeterli donanıma sahip olmaları önemlidir. Fen ve teknoloji öğretmen adaylarının fen okuryazarlığı düzeylerinin belirlenmesi, eğitim programlarının geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Bununla birlikte, fen okuryazarlığının geliştirilmesi için etkili öğretim yöntemleri ve yaklaşımları benimsemek önemlidir. Bu bağlamda, yapılandırmacı yaklaşım fen okuryazarlığını destekleyen kapsamlı bir yaklaşım sunar. Bu yaklaşım, öğrencilerin bilimsel kavramları kendi deneyimleri üzerinden anlamlandırmasını ve gerçek dünyayla ilişkili öğrenme ortamlarında aktif rol almalarını sağlar (Şahin, 2014).

Yapılandırmacı yaklaşım, öğrencilerin bilgiyi pasif bir şekilde almalarından ziyade, aktif olarak inşa etmelerini ve anlamlandırmalarını teşvik eder. Yapılandırmacı yaklaşıma uygun öğretim yöntemleri arasında sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımını temel alan öğrenme halkası modelleri öne çıkmaktadır. Öğrencilerin fen okuryazarlığı becerilerini geliştirmede etkili olan bu öğretim yöntemi, öğrencilerin önceki bilgilerini yeni bilgilerle ilişkilendirerek ve üzerine katarak anlamlı öğrenmelerine olanak sağlar. Öğrenme halkası modelleri, fen eğitiminde kullanıldığında, öğrencilerin bilimsel düşünme ve problem çözme yeteneklerini güçlendirerek fen okuryazarlığını artırmada önemli bir rol oynar (Şahin, 2014).

Sonuç olarak, fen okuryazarlığının geliştirilmesi için disiplinler arası yaklaşımlar, informal fen eğitimi, argümantasyon yöntemleri, öğretmen eğitimi ve yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı katkı sağlayacaktır. Bu yaklaşımın en etkili uygulamalarından biri olan öğrenme halkası modeli, fen okuryazarlığını güçlendiren yapı taşlarından biridir ve bireylerin bilimsel dünyaya daha bilinçli bir şekilde katılmalarını sağlar.

2.3. Sorgulama Temelli Eğitim ve İlkeleri

Sorgulama temelli eğitim (STE), öğrencilerin bilgiye aktif olarak ulaşmasını ve bilimsel süreçleri deneyimlemelerini ön plana çıkaran bir yaklaşımdır (John, Ann ve Rodney, 2000). Bu yaklaşım, öğrencilerin merak uyandıran sorular sormasını, bu sorulara bilimsel yollarla cevap aramasını ve elde ettikleri bulguları anlamlandırmasını hedefler. Temel amacı, öğrencilerin pasif bilgi alıcıları olmaktan çıkıp kendi bilgilerini yapılandırmalarına rehberlik etmektir.

Sorgulama temelli eğitimin temel ilkeleri arasında aktif öğrenme, öğrenci merkezli öğretim ve gerçek dünyayla bağlantı kurma yer alır. Bu yaklaşım, öğrencilerin soru sorma, araştırmalarını tasarlama, veri toplama ve analiz etme, bulgulara dayalı sonuç çıkarma ve bu sonuçları arkadaşlarıyla paylaşma fırsatına sahip olmalarını sağlar (Karaşah Çakıcı ve Yakışan, 2020). Araştırmalar, bu yaklaşımın, öğrencilerin bilime yönelik ilgisini artırdığını ve bilimsel düşünme becerilerini geliştirdiğini göstermektedir (Minner, Levy ve Century 2010).

Fen eğitiminde sorgulama temelli yaklaşım, öğrencilerin bilimsel bilgi ve becerilerini güçlendirmenin ötesinde, eleştirel düşünme, problem çözme ve iletişim becerilerini de destekler (Crawford, 2000). Ayrıca, bu yaklaşım öğrencilerin bilimsel bilgiyi yalnızca öğrenmekle kalmayıp, bu bilgiyi toplumsal problemleri çözmede kullanmalarını teşvik eder (Zion ve Mendelovici, 2012). Bilginin etkili ve kalıcı hale gelmesi, sorgulamaya dayalı

öğrenme ortamlarının keşfetme, deney yapma, açıklama ve argüman oluşturma süreçlerini kapsamıyla doğrudan bağlantılıdır (MEB, 2013).

Bu bağlamda, öğrenme halkası modelleri, sorgulama temelli eğitim yaklaşımı kapsamında uygulanan güçlü bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bu modeller, eğitim-öğretim sürecinde başarıyı artırmanın yanı sıra öğrencilerin problem çözme ve iletişim becerilerini geliştirmede etkili bir rol oynamaktadır. Öğrencilerin bir problemle karşılaştıklarında onu çözme isteği duymalarını teşvik ederek öğrenme sürecini daha anlamlı hale getirmektedir.

3. Öğrenme Halkası Modelleri (Learning Cycle)

3.1. Öğrenme Halkası Modellerinin Tanımı

Fen bilimleri, giderek artan bir şekilde toplumların evrimini ve gelecekteki gelişimini derinden etkilemektedir. Günümüzde fen bilimleri alanındaki yenilikler ve buluşlar, ülkelerin kalkınmasında önemli bir rol oynamakta ve bilimsel ile teknolojik ilerlemelerin temelini oluşturmaktadır. Bu durum, söz konusu alanın stratejik önemini açık biçimde ortaya koymaktadır (Kanlı ve Yağbasan, 2008). Ancak, öğrenme teorilerindeki evrime rağmen gerçek olan bir şey var ki; öğrencilere bir bilim dalındaki tüm bilgileri aktarmak mümkün değildir. Bu nedenle günümüzün modern eğitim anlayışı, bilginin yanı sıra “bilginin elde ediliş yöntemleri”ni de öğrencilere kazandırmaya odaklanmıştır (Tan ve Temiz, 2003).

Bu bağlamda, Öğrenme Halkası Modelleri bilginin elde ediliş yöntemlerine odaklanan bir öğretim yöntemi olarak öne çıkar. Öğrenme halkası modelleri, yapılandırmacı eğitim yaklaşımları temelinde geliştirilmiş, öğrencilerin aktif katılımını ve anlamlı öğrenmeyi destekleyen çok aşamalı bir öğretim modelidir (Karplus ve Thier, 1967). Bu model, öğrencilerin bilimsel kavramları kendi deneyimleri üzerinden anlamlandırmasını ve yeni bilgileri mevcut bilgilerle bütünleştirmesini hedefler. Araştırmalar, özellikle fen eğitiminde kullanılmasının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmede etkili olduğunu göstermiştir (Bybee, 2002).

Öğrenme Halkası yaklaşımı, Piaget’nin zihinsel gelişim kuramına dayalı bir öğrenme ve program geliştirme modelidir (Küçükylmaz, 2003). Piaget’ye göre, bireyin bilişsel dengesi, yeni karşılaştığı olaylar, nesneler veya durumlarla bozulur. Birey, çevresiyle etkileşime girerek zihnindeki şemaları kullanır, yeni bilgiler ve deneyimler kazanır, böylece çevreye uyum sağlar ve üst düzey bir bilişsel dengeye ulaşır. Bu süreç, öğrenmenin

gerçekleşmesini sağlar (Köseoğlu ve Kavak, 2001). Öğrenme halkası da bu temele dayanarak öğrencilerin kavramsal gelişim yoluyla kazandıkları bilgileri sınıfta tartışmalarını teşvik eder (Lawson, 1995).

Fen bilimleri öğretiminde genelleştirilmiş bir strateji olarak kullanılan Öğrenme Halkası yaklaşımı, öğrencilerin bilimi tanımasını, içeriğini anlamasını ve bilimsel süreçleri uygulamasını destekleyen etkili bir modeldir (Wilder ve Shuttlesworth, 2005). Bu model, öğrencilerin merakını uyandıran sorular sorması, araştırma yapması, verileri analiz etmesi, sonuç çıkarması ve bu sonuçları açıklaması gibi bir dizi adımla öğrenmeyi teşvik eder. Bu adımlar, öğrencilerin sorgulama becerilerini geliştirir ve öğrenmelerini derinleştirmelerini sağlar.

Sonuç olarak, Öğrenme Halkası Modelleri, fen eğitiminde hem teorik hem de pratik bir çerçeve sunar. Öğrencilerin bilimsel süreçlere aktif katılımını sağlayarak öğrenmeyi anlamlı ve kalıcı hale getiren bu yaklaşım, modern eğitimde güçlü bir yer edinmiştir.

3.2. Öğrenme Halkası Modellerinin Tarihsel Gelişimi

Öğrenme halkası modelleri, 1960’larda Karplus ve Thier tarafından geliştirilmiştir. Bu modelin temel dayanağı, Piaget’nin bilişsel gelişim teorisidir. İlerleyen yıllarda, bu modelin çeşitli disiplinlere uyarlanabilirliği kanıtlanmış ve eğitimde yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (Trowbridge vd. 2008).

Öğrenme halkası modellerinin ilk örneklerine biyoloji öğretiminde rastlanmaktadır. 1953 yılında Amerikan Ulusal Fen Bilimleri Akademisi (National Academy of Sciences) öncülüğünde gerçekleştirilen biyoloji eğitimi konulu bir konferansta, öğretim yöntemlerinin etkililiği ele alınmış ve o dönemde kullanılan yaklaşımlar kapsamlı biçimde değerlendirilmiştir.

Bu tartışmalar, Ulusal Fen Vakfı tarafından desteklenen ve genetikçi Chester Lawson’ın yönetimindeki Biyoloji Bilimi Müfredat Çalışması’nın (Biological Science Curriculum Study-BSSC) 1956 yılının sonlarına doğru ilk adımlarını atmasına zemin hazırlamıştır. Araştırmacı, kitabında savunduğu düşünce modelini Karplus ve Atkins’in keşif ve buluş örneğine benzer şekilde sunmuştur.

Öğrenme halkasının somut temelleri, 1960’ların başlarında Amerikan Fen Müfredatı Geliştirme Çalışmaları (Science Curriculum Improvement Study-SCIS) sırasında atılmıştır.

Öğrenme halkasının üç aşamasının tanımlanmasında, Robert Karplus'un çalışmaları öncü kabul edilmektedir.

Modelin sınıf ortamındaki uygulaması, 1967 yılında Robert Karplus ve Herbert Thier tarafından 3 aşamalı bir yaklaşımla geliştirilmiştir (Ayas, 1995; Osborne ve Wittrock, 1983). Bu aşamalar şunlardır:

- Ön İnceleme - Keşif (Preliminary exploration)
- Keşif (Invention)
- Buluş (Discovery)

Karplus, “*keşif*” ve “*buluş*” kavramlarının uygulamayı yapan öğretmenler tarafından karıştırıldığını ve anlamlandırmada zorluk yaşandığını fark edince; öğrenme halkasının aşamalarını; keşif (invention), kavram tanıtımı (concept introduction) ve kavram uygulama (concept application) olarak revize etmiştir.

Öğrenme halkası modeli, uygulanabileceği konu ve alan bakımından esnek bir modeldir. Fakat üç aşamanın sırası ve yeri değiştirilemez ya da bir basamak uygulanmadan diğer basamağa geçilemez (Renner, Abraham ve Birnie, 1985).

Eğitimde öğrenme halkası modelleri, öğrencilerin aktif katılımını ve anlamlı öğrenmeyi desteklemek amacıyla tasarlanmıştır. Özellikle fen eğitiminde, bu modelin etkili olduğu birçok araştırmada vurgulanmıştır. Örneğin, 5E modelini temel alan bir çalışmada, öğrencilerin fen bilimleri konularında daha kalıcı öğrenme sağladığı gösterilmiştir. Ayrıca, araştırmalar bu modelin öğrencilerin problem çözme ve bilimsel düşünme becerilerini geliştirdiğini göstermektedir (Bybee vd. 2006).

Modelin her aşaması, öğrencilerin farklı öğrenme gereksinimlerine hitap eder. Keşfetme aşaması, öğrencilerin merakını uyandırırken; açıklama aşaması, bilimsel kavramları yapılandırmalarına olanak tanır. Derinleştirme ve genelleştirme aşamaları ise, öğrencilerin öğrendiklerini farklı bağlamlarda uygulamasını sağlar (Bybee vd. 2008).

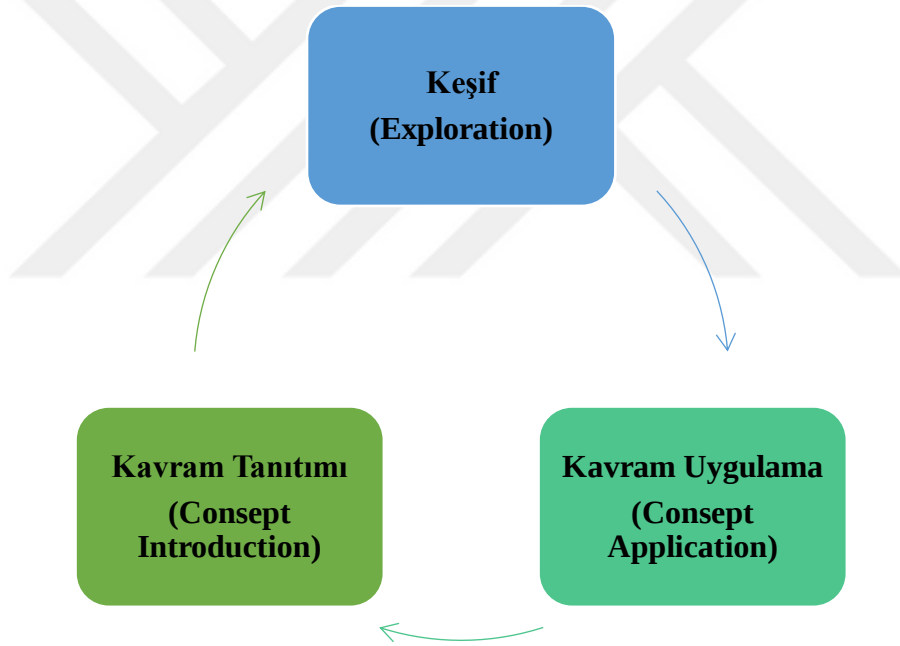
Bu çerçevede öğrenme halkası modelleri, tarihsel süreçte bilim eğitimi alanındaki pedagojik yaklaşımların gelişimiyle paralel olarak değişmiş ve güncellenmiştir. Bu modellerin evrim süreci, öğrenci merkezli öğrenmeye olan ilginin artması ve bilimsel süreç becerilerinin öneminin anlaşılmasıyla şekillenmiştir. Günümüzde öğrenme halkası modelleri, fen eğitiminin temel unsurlarından biri haline gelmiş ve farklı disiplinlerde de uygulanmaya başlanmıştır.

3.3. Öğrenme Halkası Modelleri

2.3.3.1. 3E Öğrenme Halkası Modeli

Öğrenme halkası modelleri içinde yer alan 3E modelinin somut hali, Karplus ve Thier (1967) tarafından geliştirilmiştir. Bu model, öğrencilerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmeyi ve fen bilimlerinde anlamlı öğrenmeyi sağlamayı amaçlar. Öğrencilerin fen bilgisi derslerinde daha aktif bir rol almasını sağlamak ve öğrenme sürecini derinleştirmek için geliştirilmiştir (Bybee, 1997). 3E modeli, bireylerin bilgiyi yapılandırmasına olanak tanıyarak kalıcı öğrenme deneyimleri sunar.

3E modelinin aşamaları Şekil 1’de şu şekilde belirtilmiştir: Keşif (Exploration), Terim Tanıtımı (Term Introduction/Explanation), Kavram Uygulaması (Concept Application/Expansion).



Şekil 1: 3E Öğrenme Halkası Modeli (Karplus, 1967).

Keşif (Exploration): Keşif ya da araştırma aşamasında öğrenciler yeni bir durumu kendi eylemleri ve tepkileri yoluyla öğrenirler. Yeni materyali ve yeni fikirleri öğretmenin minimum rehberliğiyle araştırırlar. Bu aşamada karşılaştıkları yeni deneyimler, alışık oldukları düşünme şekilleriyle çözemeyecekleri kadar karmaşık problemler içerir. Araştırma/keşif süreci, öğrencilerin çelişen ya da yetersiz olan fikirlerini ifade etmelerine

fırsat sağlar (Ergin, Kanlı ve Tan, 2007). Bu durum öğrencileri tartışmaya katılmaya ve kendi fikirlerinin sebeplerini analiz etmelerine teşvik eder.

Bu aşamada öğretmen rehber konumundadır; deney, etkinlik ya da geziye ilişkin yönergeleri sunduktan sonra öğrencileri gözlemleyerek süreci izler. Öğrencilerin yaptıkları gözlemleri derinleştirebilmeleri amacıyla yönlendirici sorular sorar, onları düşünmeye ve yorum geliştirmeye teşvik eder. Bu süreçte temel hedef; öğrencilerin akranlarıyla etkileşim kurmalarını sağlamak, gerçekleştirilen etkinlikten hareketle tahminlerde bulunmalarını ve hipotezler oluşturmalarını desteklemektir (Çetin ve Günay, 2006).

Terim Tanıtımı (Term Introduction/Explanation): Terim tanıtımı aşaması, keşif sürecinde ortaya çıkan örneklerle bağlantılı terimlerin kullanıldığı aşamadır. Bu terimler, öğretmen tarafından açıklanabileceği gibi, kitap ya da bir film aracılığıyla da sunulabilir. Keşif aşamasından sonra gelen bu aşama, keşfedilen örneklerle, modellerle doğrudan bağlantı kurar (Ergin vd. 2007).

Öğretmen, öğrencilerin yaptıkları tanımlamaları yönlendirici sorularla yapılandırmalarına yardımcı olur ve sürecin sonunda, bilimsel tanımları öğrencilerin kendi ifadeleriyle bütünleştirerek sunar. Bu yaklaşımın temel amacı, hedeflenen fen kavramının öğrenciler tarafından anlamlandırılarak tanımlanmasını sağlamaktır (Gülbüz ve Bostan Sarıoğlu, 2022).

Deney, etkinlik ve gezi sonucunda elde edilen bilgiler gerçek hayatla ilişkilendirilir, yani öğrenciler verileri genelleyerek kendi yaşamlarıyla bağlantı kurar (Nasırlı, Karataş ve Acar, 2019).

Kavram Uygulaması (Concept Application/Expansion): Öğrenme halkasının son basamağı olan kavram uygulama aşamasında, öğrenciler edindikleri yeni kavramları ve düşünme kalıplarını farklı örnekler üzerinde kullanarak pekiştirirler. Bu aşama, öğrencilerin önceki iki basamakta edindikleri bilgi ve kavramları yeni, özgün durumlara transfer etmelerine olanak tanır. Öğretmen, bu süreçte öğrencilerin düşünme becerilerini geliştirmek amacıyla çeşitli senaryolara dayalı sorular yöneltir. Özellikle zihinsel gelişimi ortalamanın altında olan ve kendi yaşantılarını öğretmenin anlatımıyla ilişkilendirmekte zorlanan öğrenciler açısından bu aşama, anlamlı öğrenmenin desteklenmesi bakımından oldukça işlevseldir (Oğuzman ve Kaya, 2023).

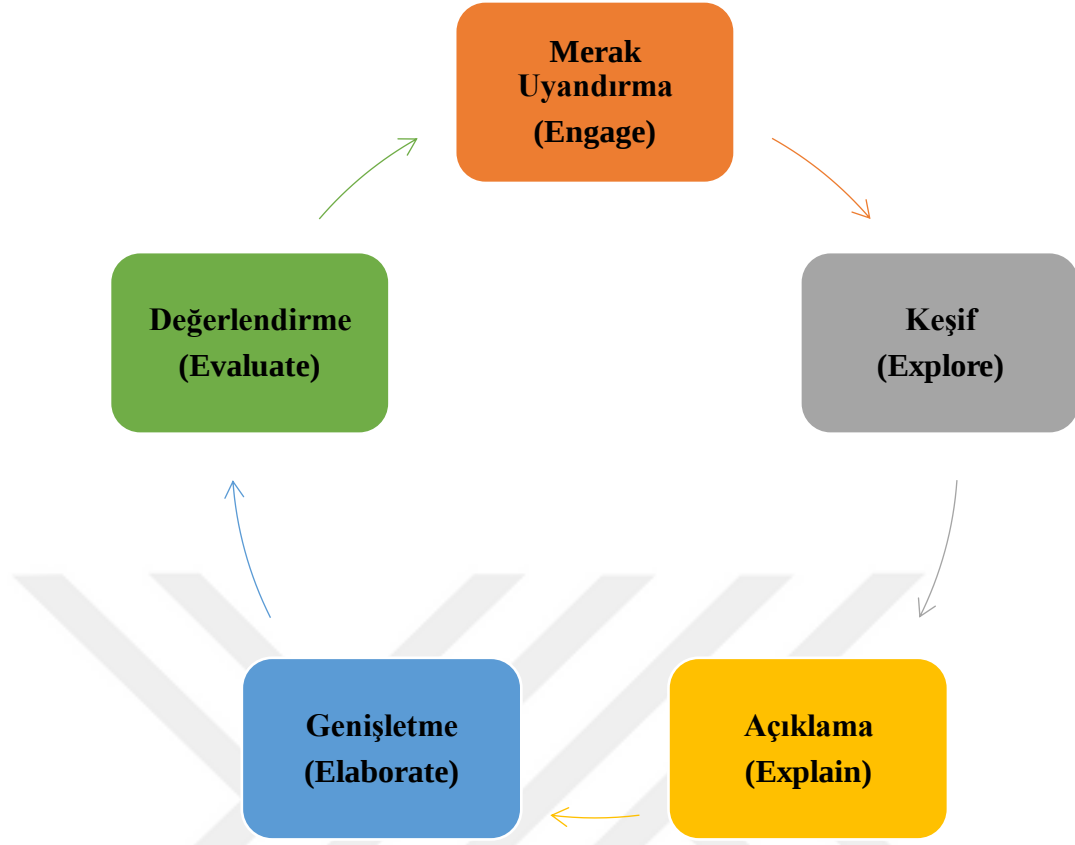
2.3.3.2. 5E Öğrenme Halkası Modeli

Öğrenme halkası modellerinin aşamaları, fen eğitimcileri tarafından zamanla geliştirilip genişletilmiştir. Öncelikle, araştırmacılar 3E modelini temel alarak 4E modelini geliştirmişlerdir. 4E modeli; keşfetme (explore), açıklama (explain), genişletme (expansion) ve değerlendirme (evaluation) aşamalarından oluşur (Bybee, 1997).

Daha sonraki süreçte fen eğitimi alanındaki uzmanlar, 3E modelinin ilk basamağı olan keşif (exploration) aşamasını iki ayrı bölüm halinde yapılandırmış; bu bölümleri “merak uyandırma/katılım (engage)” ve “keşif (explore)” olarak adlandırmışlardır. “Terim tanıtımı (term introduction)” aşaması “açıklama (explain)”, “kavram uygulama (concept application)” aşaması ise “genişletme (elaborate)” olarak yeniden tanımlanmıştır. Bu aşamalara ek olarak sürece “değerlendirme (evaluate)” başlıklı bir son basamak da dâhil edilmiştir.

Öğretmen için rehber ve düzenleyici bir model olan 5E modeli, Piaget’in teorisi doğrultusunda yapılandırmacı yaklaşım ile şekillenen öğrenme halkası modelleri arasında en yaygın kullanılanlardan biri haline gelmiştir. Bu model, öğrencilerin fen bilimleri derslerinde etkin bir şekilde öğrenmelerini sağlamak amacıyla Bybee ve arkadaşları (2006) tarafından geliştirilmiştir. Güncel haliyle 5E Modeli; Merak Uyandırma/Katılım/Teşvik Etme (Engage), Keşif (Explore), Açıklama (Explain), Genişletme (Elaborate) ve Değerlendirme (Evaluate) aşamaları Şekil 2’de belirtilmiştir. Bu aşamalar aşağıda kısaca açıklanmıştır:

- **Merak uyandırma** aşamasında, öğrencilerin ilgisi çekilir, motive edilir. Öğrencilere ‘neden’ sorusu sordurulur.
- **Keşif** aşamasında, öğrenciler konuyu keşfederler ve var olan bilgileri hatırlar.
- **Açıklama** aşamasında, öğretmen, öğrencilerin konuyu anlamalarına ve açıklamalarına yardımcı olur.
- **Genişletme** aşamasında, öğrenciler öğrendiklerini genişletirler ve örneklerle ilişkilendirir.
- **Değerlendirme** aşamasında, öğrenciler öğrendiklerini ve deneyimlerini değerlendirirler.



Şekil 2: 5E Öğrenme Halkası Modeli (Lawson, 1995).

Merak uyandırma aşamasında; amaç öğrencilerin hayal gücünü ortaya çıkarmaktır. Burada hayal gücünün ortaya çıkarılması için; öğrencilere dikkat çekici sorular sorulur, konuya olan ilgileri artırılır. Yapılan etkinliklerle geçmişte edindikleri bilgiler ile inşa edecekleri yeni bilgiler arasında bağlantı kurulur. Öğrencinin en aktif şekilde katılımının sağlandığı bu aşama, öğrenme sürecinin temelini oluşturur.

Keşfetme aşamasında; öğrenciler bilimsel süreç becerilerini kullanarak çeşitli deneyler ve etkinlikler gerçekleştirir. Bu süreçte öğretmen yönlendirici bir rol üstlenirken, öğrenciler bağımsız keşif yaparak bilgiyi kendileri yapılandırır (Karplus ve Thier, 1967). Öğrencilerin aktif olarak katılım gösterdiği bu aşama, onların eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmelerine katkı sağlar. Somut deneyler ve aktiviteler, bu aşamanın en önemli unsurlarıdır. Öğretmen, rehber konumundadır ve öğrencilere ihtiyaç duyduklarında destekleyici yönlendirmeler yapar.

Açıklama aşamasında; öğrencilerin keşfettikleri kavramları anlamlandırmaları ve sistematik hale getirmeleri sağlanır. Öğretmen, öğrenci keşiflerini bilimsel doğrularla birleştirerek doğru bilgiye ulaşmalarına yardımcı olur (Bybee vd. 2006). Kavramsal

açıklamalar ve grup tartışmaları bu aşamada önem taşımaktadır. Öğrenciler elde ettikleri bulguları ve kavramları başkalarına açıklarken, öğretmen bu açıklamaları tamamlayarak bilimsel çerçeveyi sunar.

Genişletme aşamasında, öğrenciler öğrendikleri bilgileri farklı bağlamlarda uygulama fırsatı bulur. Bu süreçte öğrenciler, bilimsel kavramları daha geniş çerçevede değerlendirerek anlamalarını derinleştirirler (Akpınar ve Ergin, 2007). Gerçek hayat problemlerine dayalı etkinlikler bu aşamada sıklıkla kullanılır.

Bu aşama, öğrencilerin yeni bilgi birikimlerini pekiştirmesine, kavramların doğruluğunu sorgulamasına ve anlamayı içselleştirmesine olanak tanır. Öğrenciye önemli bir deneyim yaşatmayı sağlayan bu aşamada asıl olan “*anlamak*”tır.

Son aşama olan **değerlendirme** aşamasında; öğrencilerin öğrenme süreçlerini analiz etmelerini sağlar. Öğretmen, çeşitli değerlendirme araçları kullanarak öğrencilerin kazanımlarını ölçer ve geri bildirim sunar (Aydoğdu vd. 2007). Bu aşama, öz değerlendirme yani öğrencilerin kendi anlama seviyelerini değerlendirmeleri açısından önemli bir aşamadır. Öz değerlendirme veya akran değerlendirmesi gibi yöntemler, öğrencilerin öğrenmelerini sorgulamalarına olanak tanır.

2.3.3.3. 7E Öğrenme Halkası Modeli

Öğrenme halkası modellerinde revizyon çalışmaları zamanla devam etmiştir. Bybee (2003) ve Einsenkraft (2003) tarafından öğrenme halkasının aşamaları geliştirilerek 7E öğrenme modeli olarak tekrar yorumlanmıştır. 7E modeli, 5E modelinin genişletilmiş bir versiyonudur ve öğrencilerin daha derin bir öğrenme deneyimi yaşamalarını sağlamak için geliştirilmiştir (Eisenkraft, 2003).

Eisenkraft 5E modelinden farklı olarak “Ön Bilgileri Yoklama” aşamasını dahil etmiştir. Ayrıca Eisenkraft genişletme aşamasına “İlişkilendirme-Uzatma” aşamasını ilave etmiş; bu aşamada yeni edinilen kavramların farklı disiplinlere uygulanması ve sayısal problemlerle desteklenmesi gerektiğini vurgulamıştır (Eisenkraft, 2003).

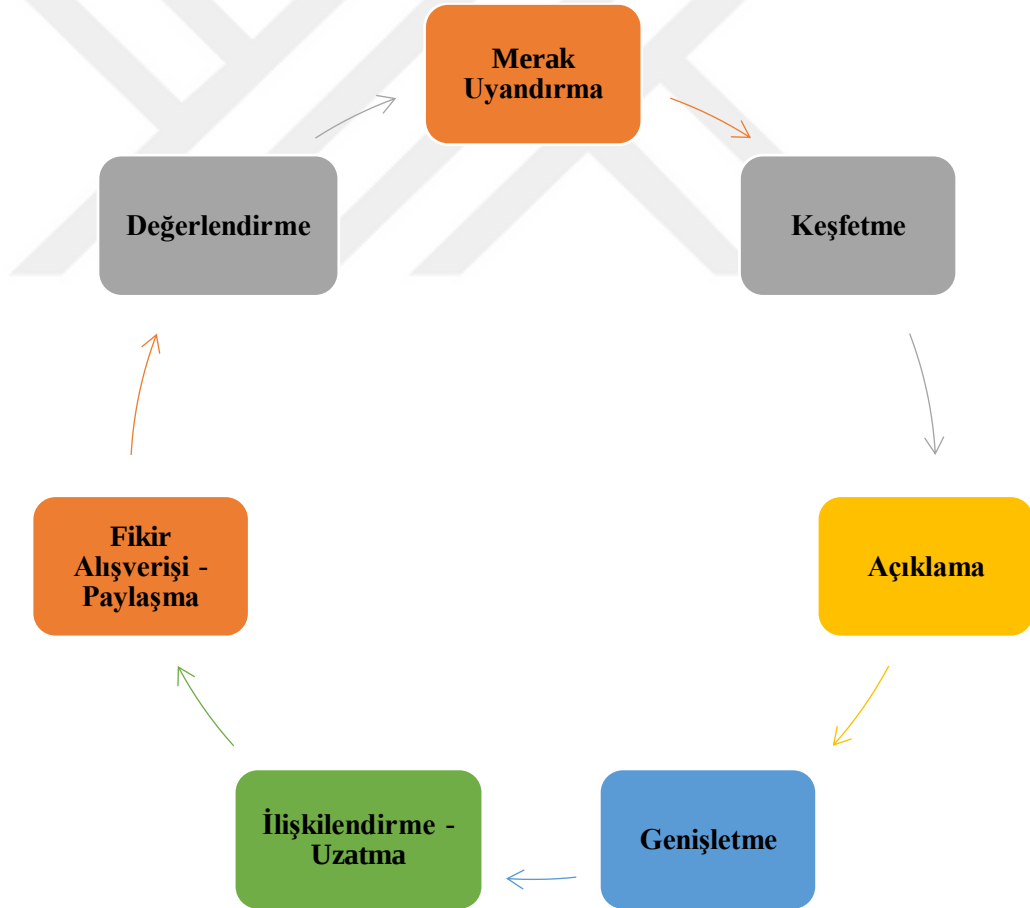
Bybee ise “Ön Bilgileri Yoklama” fazını ayrı bir aşama olarak tanımlamak yerine, bunu merak uyandırma aşamasının bir parçası olarak ele almıştır. “İlişkilendirme-Uzatma” aşamasını değerlendirme aşamasından önce konumlandırmış ve Eisenkraft’tan farklı olarak “Fikir Alışverişi/Paylaşma” aşamasını ilave ederek sosyal yapılandırmacı teorinin ilkelerini modele yansıtmıştır.

7E modelinin aşamaları Şekil 3’te belirtilmiştir. Farklı araştırmacılar tarafından 7E modelinin aşamaları şu şekilde tanımlanmıştır:

Eisenkraft (2003): Ön bilgileri Yoklama (Elicit), Merak Uyandırma (Engage), Keşfetme (Explore), Açıklama (Explain), Genişletme (Elaborate), Değerlendirme (Evaluate), Ayrıntılarına İnme (Extend)

Bybee (2003): Merak Uyandırma (Excite), Keşfetme (Explore), Açıklama (Explain), Genişletme (Elaborate), Kapsama Alma/İlişkilendirme (Extend) Değiştirmek/Paylaşmak (Exchange) ve İncelemek/Değerlendirmek (Examine)

Kanlı ve Yağbasan (2004): Merak Uyandırma, Keşfetme, Açıklama, Genişletme, İlişkilendirme-Uzatma, Fikir Alışverişi – Paylaşma, Değerlendirme (Kanlı ve Yağbasan, 2004)



Şekil 3: 7E Öğrenme Halkası Modeli (Kanlı ve Yağbasan, 2006).

7E modelinin aşamaları aşağıda kısaca açıklanmıştır:

- **Merak uyandırma** aşamasında, öğrencilerin ilgisi çekilir, motive edilir; “neden” sorusuyla düşünmeye teşvik edilirler.
- **Keşfetme** aşamasında, öğrenciler konuyu keşfederler ve gözlemlerini yaparlar.
- **Açıklama** aşamasında, öğretmen öğrencilerin konuyu açıklamalarına yardımcı olur.
- **Genişletme** aşamasında, öğrenciler öğrendikleri bilgileri genişletir ve farklı bağlamlarla ilişkilendirirler.
- **İlişkilendirme-Uzatma** aşamasında, öğrenciler öğrendiklerini uygulayarak deneyimleyebilirler.
- **Fikir alışverişi-Paylaşma** aşamasında, öğrenciler öğrendiklerini somut örneklerle destekleyerek başkalarına sunarlar.
- **Değerlendirme** aşamasında, öğrenciler öğrendiklerini ve deneyimlerini değerlendirirler.

4. Öğrenme Halkası Modellerinin Fen Eğitime Katkıları

Fen eğitimi, bireylerin bilimsel süreç becerilerini geliştirmesi, kavramsal anlamayı sağlaması ve bilimsel düşünme alışkanlıklarını kazanması açısından büyük önem taşımaktadır. Öğrenme halkası modelleri, öğrencilerin aktif katılımını teşvik eden ve anlamlı öğrenmeyi destekleyen yapıyla fen eğitimi bağlamında etkili bir yöntem olarak öne çıkmaktadır. Bu modeller, öğrenciyi merkeze alarak problem çözme, keşfetme ve bilimsel süreç becerilerini geliştirme süreçlerinde etkin rol almasını gerektirmektedir. Öğrencilerin yeni bilgileri mevcut bilgileriyle ilişkilendirmesine olanak tanıyan bu yaklaşım, kalıcı öğrenmeyi desteklemektedir.

Öğrenme halkası modellerinin fen eğitime katkıları, literatürde çeşitli araştırmalarla ortaya konmuştur. Örneğin, bu modellerin uygulandığı sınıflarda öğrencilerin laboratuvar çalışmalarına daha fazla katılım sağladığı ve bilimsel deney yapma becerilerinin geliştiği belirtilmiştir (Bybee vd. 2006). Ayrıca, öğrencilerin bilimsel bilgiye dayalı argüman oluşturma ve eleştirel düşünme becerilerinin gelişiminde bu modelin katkıları büyüktür.

Öğrenme halkası modelleri, fen okuryazarlığını artırmak için de etkili bir araçtır. Bu modeller, öğrencilerin fen bilimleri konularında daha fazla motive olmalarını ve öğrenme sürecine aktif olarak katılmalarını teşvik eder. Fen bilgisi derslerinde bu modelin kullanımı,

öğrencilerin öğrenmeye yönelik tutumlarını olumlu yönde etkileyerek, onların fen okuryazarı bireyler olmalarını destekler (Kanlı ve Yağbasan, 2008).

Öğrenme halkası modellerinin etkisini ölçen çalışmaların meta-analizi, bu yöntemin fen eğitiminde hangi koşullarda ve ne derece etkili olduğunu belirlemede önemli bir rol oynar. Örneğin, Liu ve arkadaşlarının (2018) gerçekleştirdiği bir meta-analiz çalışması, 5E modelinin öğrencilerin akademik başarısını artırmada diğer yöntemlere kıyasla daha etkili olduğunu göstermiştir. Bu tür analizler, öğrenme halkası modellerinin genel eğitim politikalarına entegrasyonu için güçlü kanıtlar sunarken, öğretmenlerin sınıf içi uygulamalarını daha etkin hale getirmelerine rehberlik edebilir. Ayrıca, meta-analizler, bu modellerin fen okuryazarlığına ve sorgulama temelli eğitime olan katkılarını derinlemesine anlamak için önemli bir araçtır (Karaşah Çakıcı ve Yakışan, 2020).

Öğrenci merkezli ve etkileşimli yapısıyla öğrenme halkası modelleri, fen bilimleri öğretiminde önemli avantajlar sağlar. Bu modeller, öğrencilerin bilimsel kavramları keşfetmesini, anlamasını ve uygulamasını kolaylaştırarak fen başarısını artırma potansiyeline sahiptir. Ancak, modellerin etkili olabilmesi için öğretmenlerin bu yaklaşıma uygun öğretim materyalleri geliştirmesi ve sınıf içi etkinlikleri buna göre planlaması gerekmektedir. Ayrıca, öğrencilerin eleştirel düşünme ve problem çözme becerilerini desteklemek amacıyla çeşitli bilimsel süreç uygulamalarına yer verilmelidir.

Sonuç olarak, öğrenme halkası modellerinin fen başarısını artırmada önemli bir rol oynadığı söylenebilir. Öğrencilerin bilimsel düşünme becerilerini geliştirmesi, kalıcı öğrenme sağlaması ve bilimsel bilgiyi yapılandırması açısından bu modellerin kullanımı teşvik edilmelidir. Gelecekte yapılacak çalışmalar, bu modellerin farklı fen konularındaki etkinliğini daha ayrıntılı bir şekilde inceleyerek fen eğitiminin kalitesini artırmaya katkı sağlayabilir.

Türkiye’de öğrenme halkası modellerinin fen eğitiminde kullanımının öğrencilerin başarısına etkisi, literatürde çok sayıda araştırmayla ele alınmıştır (Varoğlu, 2021; Ercan, 2022; Ataç, 2023; Ensari, 2023; Gürbüz, 2023; 2024; Demirhan, 2024). Bu araştırmaların birçoğunda, başarının yanı sıra motivasyon (Hoşgören, 2018), ilgi (Kurusakız, 2024), kalıcılık (Kavcı, 2019), tutum (Sağır, 2023) ve bilimsel süreç becerileri (Demirörs, 2018) gibi bağımlı değişkenler de incelenmiştir. Ancak bu çalışmada bağımlı değişken “başarı” ile sınırlandırıldığı için yalnızca başarıya yönelik uygulamalar, testler ve bulgular dikkate alınmıştır. Söz konusu araştırmalar, farklı etki büyüklüklerine işaret etseler de genellikle

öğrenme halkası modellerinin fen eğitiminde kullanımının öğrencilerin fen başarısı üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular, Türkiye’deki fen eğitimi uygulamalarında öğrenme halkası modellerinin potansiyelini ve değerini göstermektedir.

5. Öğrenme Halkası ile İlgili Literatürdeki Boşluklar

Öğrenme halkası modelleri eğitimde geniş bir kullanım alanı bulmasına rağmen, literatürde bazı eksiklikler bulunmaktadır. Öncelikle, bu modellerin fen başarısı üzerindeki etkileri genellikle belirli ders içerikleri veya kısa süreli eğitim uygulamalarıyla sınırlı olarak incelenmiştir (Düşkün ve Ünal, 2016). Uzun vadeli etkilerini değerlendiren çalışmaların eksikliği, öğrenme halkası modellerinin sürdürülebilir öğrenme üzerindeki etkisinin yeterince anlaşılamamasına yol açmaktadır.

Ayrıca, öğrenme halkası modellerinin farklı öğrenci grupları üzerindeki etkileri konusunda literatürde yeterli çalışma bulunmamaktadır. Özellikle düşük akademik başarıya sahip öğrenciler veya özel eğitim gereksinimi olan bireyler açısından bu modellerin nasıl bir katkı sağladığı konusunda daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır (Çalık ve Ayas, 2008). Bunun yanı sıra, modellerin farklı kültürel bağlamlarda ve eğitim sistemlerinde uygulanabilirliğini karşılaştırmalı olarak ele alan çalışmalar da sınırlıdır.

Bir diğer önemli boşluk, öğrenme halkası modellerinin öğretmenler tarafından ne derece benimsendiği ve sınıf ortamında nasıl uygulandığına dair araştırmaların azlığıdır. Öğretmenlerin bu modelleri uygulama süreçlerinde karşılaştıkları zorluklar, pedagojik yaklaşımları ve öğretim materyalleri üzerindeki etkileri yeterince araştırılmamıştır (Tüysüz ve Tatar, 2014). Bu bağlamda, öğretmen eğitimi ve mesleki gelişim programlarında öğrenme halkası modellerinin daha etkin bir şekilde entegrasyonunu sağlayacak araştırmaların artırılması gerekmektedir.

Son olarak, öğrenme halkası modellerinin teknoloji ile entegrasyonuna dair literatürde sınırlı bilgi bulunmaktadır. Dijital öğrenme ortamları, sanal laboratuvarlar ve yapay zeka destekli öğretim araçlarının bu modellerle nasıl uyumlu hale getirilebileceği henüz yeterince incelenmemiştir (Yıldırım ve Şensoy, 2011). Bu alanlardaki eksikliklerin giderilmesi, öğrenme halkası modellerinin modern eğitim sistemlerinde daha etkili bir şekilde kullanılmasını sağlayabilir.

6. Öğrenme Halkası Modelleri ile Fen Eğitimi Üzerine Yapılan Meta-Analiz Araştırmaları

Öğrenme halkası modellerinin fen başarısına etkisini inceleyen birçok birincil çalışmanın olması sebebiyle bu çalışmaları sentezleyen meta-analiz çalışmalarına duyulan ihtiyaç artmıştır.

Matematik, geometri, sosyal bilgiler gibi farklı alanlarda tutum, kalıcılık gibi bağımlı değişkenler çerçevesinde meta-analizler yapılmışken (Cantürk Günhan, Topuz ve Bedir 2019; Şahin Taşkın ve Esen Aygün, 2017) fen alanında başarıyı odak noktası olarak ele alan sınırlı sayıda sentez çalışması bulunmaktadır. Bu bağlamda, literatür taraması sonucunda fen başarısı özelinde üç meta-analiz çalışmasına ulaşılmıştır.

Balta ve Saraç (2016) yaptıkları meta-analiz çalışmasında, fen öğretiminde 7E öğrenme döngüsünün öğrenmeye etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Bu çalışmaya, 2006-2015 yılları arasında yapılan ve belirlenen kritere uygun 35 lisansüstü çalışmayı analize dahil edilmiştir. Analiz sonucunda, 7E öğrenme halkası modelinin lehine istatistiksel olarak anlamlı bir genel etki büyüklüğü elde edildiği raporlanmıştır (Saraç ve Balta, 2016).

Saraç (2017) yaptığı meta-analiz çalışmasında, 5E öğrenme halkası modelinin öğrencilerin öğrenme ürünlerine etkisini araştırmayı amaçlamıştır. Bu çalışmaya, 2007-2016 yılları arasında yapılan ve belirlenen kritere uygun 99 lisansüstü çalışmayı analize dahil edilmiştir. Analiz sonucunda, 5E öğrenme halkası modelinin lehine istatistiksel olarak anlamlı bir genel etki büyüklüğü elde edildiği raporlanmıştır (Saraç, 2017).

Saraç (2018) ise meta-analiz çalışmasında, öğrenme halkası modelinin kullanımının öğrencilerin öğrenme ürünlerine etkisini araştırmıştır. Bu çalışmada, 2007-2016 yılları arasında yapılan ve belirlenen kriterlere uygun olan 107 lisansüstü tezi (50 doktora tezi, 57 yüksek lisans tezi) analiz edilmiştir. Analizler, öğrenme halkası modelinin lehine istatistiksel olarak anlamlı bir genel etki büyüklüğü ortaya koymuştur (Saraç, 2018).

Fen başarısına odaklanan bu iki meta-analiz dışında, öğrenme halkası modellerinin kullanımının öğrencilerin fen başarısına etkisini inceleyen başka bir meta-analiz çalışmasına literatürde rastlanmamıştır. Bu çalışmada; Türkçe olarak yayınlanmış olan makale, yüksek lisans tezi, doktora tezi ve bildirilerin dahil edilerek analiz yapılması, farklı veri tabanlarında 15.02.2025 tarihine kadar tarama yapılması ve belirtilen tarih aralığında yayımlanan ve ulaşılabilen fen eğitimi alanında yapılan çalışmaların analize dahil edilmesi, ve kullanılan

yöntemde bağımlı değişkenin “başarı” olması sınırlılık oluşturmaktadır. Bu durum, fen eğitimi alanında öğrenme halkası modellerinin etkisini daha geniş kapsamlı ve derinlemesine inceleyecek yeni meta-analiz çalışmalarına olan ihtiyacı göstermektedir.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YÖNTEM

Bu bölümde araştırma yöntemi ile ilgili kısımlar ele alınmaktadır. Bölüm kapsamında, çalışmada kullanılan araştırma yöntemi olan meta-analiz yöntemi ve bu yöntemin geçerliği detaylı şekilde açıklanmaktadır. Ayrıca, araştırmada izlenen basamaklar, birincil çalışmalara ulaşma süreci, kodlama süreci ile istatistiksel analizler ve bu analizler için kullanılan yazılımlar da bu bölümde yer almaktadır.

1. Araştırma Yöntemi:

Sorgulama Temelli Öğrenmeyi temel alan ve interaktif bir öğrenme modeli olan Öğrenme Halkası Modellerinin fen eğitiminde kullanımının öğrencilerin başarısına anlamlı etkisinin olabileceği düşünüldüğünden bu konu ile ilgili birçok çalışma yapılmaktadır. Bu çalışmalarda öğrenen merkezli öğrenme modeli olan öğrenme halkalarının öğrencilerin başarılarına genellikle olumlu yönde katkı sağladığı görülmektedir. Günümüzde öğrenme halkası modeli ile ilgili yapılan çalışmaların artmasıyla birlikte bu çalışmalardan elde edilen sonuçları bir araya getiren bir araştırma sentezine duyulan ihtiyaç da artmıştır.

Bu amaç doğrultusunda; bu çalışmada nicel çalışmaların sentezlenmesi ve elde edilen sonuçların anlamlı bir şekilde değerlendirilmesi için en etkili yöntemlerden biri olan meta-analiz yöntemi kullanılmıştır.

1.1. Meta-Analiz Yöntemi

Meta-analiz, belirli bir konu hakkındaki bir grup birincil çalışmanın sonuçlarını, o konudaki son gelişmelere karar verebilmek için nicel olarak entegre etmeyi amaçlayan bir araştırma yöntemidir. Kısacası meta-analiz nicel bir araştırma sentezi yöntemidir. Bu bağlamda, bu terimi ilk kez literatüre kazandıran Glass meta-analizi, “bulguların entegre edilmesi amacıyla bireysel çalışmalardan ortaya çıkan çok sayıda analizin istatistiksel analizi” olarak tanımlamıştır (Glass, 1976). Benzer biçimde, Cohen meta-analizi; belirli bir alanda gerçekleştirilen deneysel ya da yarı deneysel nitelikteki birincil çalışmalardan elde edilen nicel verilerin, istatistiksel yöntemler aracılığıyla sistemli biçimde analiz edilmesi, karşılaştırılması ve birleştirilmesi yoluyla, bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin belirlenmesi süreci olarak tanımlamaktadır (Cohen, Manion ve Morrison, 2007). Meta-analiz çalışması yapılırken araştırılan yöntemin ne kadar etkili veya incelenen ilişkisinin ne derece büyük olduğu belirlenmeye çalışılır. Yani; meta-analiz çalışmaları

uygulamaların genel çerçevede ne kadar etkili olduğuna yani bulguların pratikte ne kadar anlamlı olduğuna odaklanmaktadır.

Meta-analiz yöntemi iki temel aşamada uygulanır. Birinci aşamada birincil çalışmalar ağırlıklandırılarak genel etki büyüklüğü hesaplanır. Bu değer etki büyüklüğü dağılımının merkezi eğilim ölçüdür. Ardından, bu dağılımın genişliğini incelemek ve varyansın ne kadarının çalışmalar arası farklılıklardan kaynaklandığını belirleyebilmek için heterojenlik analizi yapılır. İkinci aşamada ise bu heterojenliğin olası sebeplerinin belirlenebilmesi için ara değişken analizleri yapılır. Bu kapsamda meta-analiz yöntemi ile elde ettiğimiz bu genel etki büyüklüğü ile uygulamanın ne derece etkili olduğunu ve etki büyüklüğü dağılımının ne derece heterojen olduğunu ve kodladığımız ara değişkenler ile olası heterojenliğin altında yatan sebepleri keşfederiz. Meta-analiz çalışmaları hem bilimin birikimli doğasına katkı sağlaması hem de aynı konuda yapılmış çalışmalardan elde edilen heterojen sonuçların sebeplerini analiz edebilmesi açısından önemli bir yere sahiptir (Üstün ve Eryılmaz, 2014). Sonuç olarak meta-analiz, belirli bir konuda yapılmış bağımsız çalışmaların sonuçlarını istatistiksel yöntemlerle birleştirerek genel bir çıkarımda bulunmayı amaçlayan güçlü bir araştırma yöntemidir.

1.2. Meta-Analiz Yönteminin Avantajları

Bilimsel bilgi birikimini sistematik bir biçimde değerlendirme imkânı sunan meta-analiz yöntemi, son yıllarda eğitim bilimlerinin de içerisinde olduğu birçok alanda yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem, farklı araştırmalardan elde edilen nicel bulguları birleştirerek hem genel eğilimleri ortaya koymakta hem de araştırmalar arasındaki farklılıkları analiz etme olanağı sağlamaktadır. Aşağıda meta-analiz yönteminin öne çıkan avantajları özetlenmiştir (Akgöz, Ercan ve Kan 2004; Göktaş, 2017):

- Meta-analiz yöntemi birden fazla çalışmanın verilerini bir araya getirerek büyük bir örneklem oluşturur. Bu sayede geniş bir veri havuzu elde edilir ve sonuçların genellenebilirliği artar (Borenstein, Hedges, Higgins, vd. 2009).
- Farklı birçok çalışmadan elde edilen veriler ile küçük etkilerin tespit edilmesini sağlar. Bu durum yöntemin istatistiksel gücünü artırır (Cooper, Hedges ve Valentine, 2009).
- Kapsamlı bir literatür taraması sonucunda yayımlanmamış olan çalışmaların da analize dahil edilmesiyle yayın yanlılığı riski azaltılmaktadır (Rosenthal, 1991).

- Farklı çalışmalar sonuçları arasındaki tutarsızlıkları ve heterojenliğe sebep olan olası ara değişkenleri tespit etmeye yardımcı olur (Lipsey ve Wilson, 2001).
- Maaliyet ve zaman tasarrufu sağlar (Polanin, Espelage ve Pigott, 2012).
- Birden fazla çalışmanın sonucunu sentezlemesi sebebiyle daha güvenilir bulgular sunar. Böylelikle araştırmacılara belirli bir konuda mevcut literatürü sistematik şekilde özetleyerek kapsamlı bir bakış açısı sunar (Glass, 1976).

Sonuç olarak; meta-analiz yönteminde çok sayıda çalışma sentezlendiği için istatistiksel olarak daha güçlü sonuçlar elde edilir. Böylece daha anlamlı genellemeler yapılmasını sağlayarak politika belirleyiciler başta olmak üzere tüm eğitim paydaşlarına yol gösterici olur (Üstün ve Eryılmaz, 2014). Ayrıca, meta-analiz kapsamında yapılan ara değişken analizleri, birincil çalışmalardan elde edilen etki büyüklüğü dağılımındaki heterojenliğin sebeplerinin araştırılmasına olanak sağlayarak literatüre önemli katkılar sağlar (Üstün ve Eryılmaz, 2014).

1.3. Meta-Analiz Yönteminin Sınırlılıkları

Meta-analiz yöntemi güçlü bir araştırma sentezi yöntemidir. Ancak her araştırma yönteminde olduğu gibi, meta-analizin de bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Aşağıda, meta-analiz yöntemine özgü başlıca sınırlılıklar özetlenmiştir:

- Meta-analiz yönteminde elde edilen sonuçların geçerliği, analize dahil edilen çalışmaların kalitesine bağlıdır. Düşük metodolojik kaliteye sahip çalışmaların olması elde edilen sonuçların geçerliğini etkileyebilir (Borenstein, Hedges, Higgins vd. 2009; Hedges ve Vevea, 1998).
- İstatistiksel olarak anlamlı sonuçlar sunan çalışmaların yayımlanma olasılığının daha yüksek olmasından kaynaklanan yayın yanlılığı, meta-analizin bulgularını sistematik şekilde etkileyebilir (Egger vd. 1997).
- Meta-analiz yöntemi, kapsamlı bir literatür taraması yapılması, tarama sonucunda elde edilen çalışmaların incelenmesi ve dahil edilme kriterleri göz önünde bulundurularak elenmesi gibi oldukça uzun zaman ve emek isteyen bir süreci kapsamaktadır (Borenstein, Hedges, Higgins vd. 2009).
- Meta-analizler mevcut literatürü temel alarak yapıldığından, özellikle hızlı şekilde değişen ve inovasyona uğrayan alanlarda, bulgular kısa sürede güncelliğini yitirebilir (Lipsey ve Wilson, 2001).

Sonuç olarak, meta-analiz güçlü ve kapsamlı bulgular sunma potansiyeline sahip bir araştırma yöntemidir. Ancak bu yöntemin sınırlılıkları göz önünde bulundurulmalı ve elde edilen sonuçlar, bu sınırlılıklar bağlamında dikkatle değerlendirilmelidir.

2. Meta-Analiz Yönteminin Geçerliği:

Meta-analiz yönteminin geçerliğini etkileyebilecek iki temel faktör bulunmaktadır: yayın yanlılığı ve birincil çalışmaların kalitesi. Bu faktörler meta-analiz yöntemiyle elde edilen bulguların geçerliği açısından kritik öneme sahiptir.

2.1. Yayın Yanlılığı:

Güçlü bir araştırma sentezi yöntemi olan meta-analizin geçerliğini tehdit eden en önemli sorunlardan biri yayın yanlılığıdır. Yayın yanlılığı, genellikle istatistiksel olarak anlamlı sonuçlara sahip çalışmaların yayımlanma olasılığının, anlamlı sonuç vermeyen çalışmalara kıyasla daha yüksek olmasından kaynaklanır. Bu durum, meta-analiz sonuçlarının gerçeği tam olarak yansıtmamasına ve belirli bir hipotezin olduğundan daha güçlü veya zayıf görünmesine yol açabilir (Lin ve Chu, 2018).

Borenstein ve diğerleri (2009), yayın yanlılığını, “uygulama etkileri yüksek olan çalışmaların uygulama etkisi daha düşük olan çalışmalara göre yayımlanmasının daha olası” olmasından kaynaklı bir problem olarak tanımlamışlardır. Literatürde “dosya çekmecesı problemi” olarak da adlandırılan bu durum; meta-analize dahil edilen birincil çalışmaların tüm çalışmaları doğru şekilde temsil edememesine sebep olmaktadır. Sonuç olarak bu yanlılık genel etki büyüklüğünün olduğundan daha büyük tahmin edilmesine yol açabilir.

Meta-analiz çalışmalarında yayın yanlılığının tespit edilebilmesi ve düzeltilebilmesi için çeşitli istatistiksel yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan bazıları, orman grafiğı, huni grafiğı, Egger’ın doğrusal regresyon yöntemi, Rosenthal’ın güvenli N, Orwin’in güvenli N ve Duval ve Tweedie’nin Kes ve Ekle yöntemleridir (Üstün ve Eryılmaz, 2014).

Meta-analizlerde yayın yanlılığını azaltmak için araştırmacılar, yayımlanmamış tezler, kongre bildirilerini dahil ederek daha kapsamlı bir veri seti oluşturabilirler. Meta-analiz yapan araştırmacıların bu tür önlemleri dikkate alarak veri setlerini oluşturması hem analizlerin güvenilirliğinin hem de bulguların bilimsel geçerliğinin artırılması açısından kritik bir öneme sahiptir (Borenstein, Hedges, Higgins vd. 2009).

3.2.1.1. Orman Grafiği: Forest Plot

Meta-analiz yönteminde, birden fazla çalışmanın sonuçlarının birleştirilip analiz edilmesi sürecinde orman grafiği (forest plot), önemli bir görselleştirme aracı olarak kullanılmaktadır. Bu grafik, dahil edilen her bir çalışmanın etki büyüklüğünü ve güven aralıklarını görselleştirerek, genel sonuç hakkında bilgi verir.

Orman grafiğinde, yatay çizgiler güven aralığını temsil ederken, her çalışmanın etki büyüklüğünü gösteren simgeler (genellikle kare veya daire) çalışmanın örneklem büyüklüğüne göre ölçeklendirilir. Çalışmaların birleştirilmiş genel etki büyüklüğü ise grafiğin altında yer alan bir eşkenar dörtgen (elmas) şekli ile gösterilir. Bu görsel, çalışmalardaki tutarlılığı ve genel etkinin yönünü anlamak açısından kritik öneme sahiptir (Borenstein, Hedges, Higgins vd. 2009).

Orman grafiği, her bir çalışmanın etki büyüklüğünü ve güven aralıklarını göstererek araştırmacıların sonuçları karşılaştırmasını kolaylaştırır (Lewis ve Clarke, 2001). Grafikteki güven aralıklarının genişliği, her bir çalışmadan elde edilen sonuçların hassasiyetini ortaya koyar.

Bununla birlikte orman grafiği heterojenlik analizi ile ilişkili sonuçların yorumlanmasına da katkı sağlar. Genel etki büyüklüğü etrafında kümelenen çalışmalar, daha tutarlı ve homojen bir bulguya işaret eder. Yayınlarda sıklıkla kullanılan bu grafik, meta-analiz çalışmalarının güvenirliliğini ve sonuçların genellenebilirliğini değerlendirmek için temel bir araç olarak kabul edilmektedir (Higgins ve Thompson, 2002).

Çalışmalar arasında yüksek düzeyde heterojenlik bulunması durumunda, birleşik etki büyüklüğünün genel geçer bir sonuç olarak kabul edilmesi yanıltıcı olabilir (Borenstein, vd. 2009). Bu nedenle, orman grafiği ile birlikte heterojenlik istatistikleri (örneğin, I^2 istatistiği) de de dikkate alınmalı ve bir arada değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak orman grafiği, bize birleştirilmiş çalışmaların etki büyüklüğü dağılımı ve genel etki büyüklüğü hakkında bilgi vermektedir (Üstün ve Eryılmaz, 2014). Bu yönüyle, meta-analiz bulgularının yorumlanmasında kullanılan önemli bir araçtır.

3.2.1.2. Huni Grafiği

Meta-analiz çalışmalarında, yayın yanlılığını değerlendirmek için kullanılan temel araçlardan biri huni grafiğidir (funnel plot). Huni grafiği, çalışmalardaki etki büyüklüklerini ve ilgili standart hataları iki boyutlu bir düzlemde görselleştirerek yayın yanlılığının

değerlendirilmesine yardımcı olur. Grafikte, yatay eksen etki büyüklüğünü, dikey eksen ise standart hatayı temsil eder. Çalışmaların standart hatası azaldıkça (örneklem büyüklüğü arttıkça) etki büyüklüklerinin genel ortalama etrafında daha yoğun şekilde kümelenmesi beklenir ve bu durum grafikte simetrik bir huni şeklini oluşturur.

Ancak, çalışmaların çoğunun huni şeklinin bir tarafında toplanması, özellikle negatif sonuçların yayımlanmamış olabileceğini veya küçük örneklemli çalışmaların eksik olduğunu gösterebilir (Egger vd. 1997). Diğer bir ifadeyle, büyük örneklem sahip çalışmalar güvenilir sonuçlar verdiği için bu çalışmaların huninin tepe noktasında yer alması, küçük örneklemli çalışmaların ise daha aşağıda yer alması ve daha geniş bir geniş bir dağılıma sahip olması beklenir. Eğer huni grafiği asimetrik bir dağılım gösteriyorsa, bu durum yayın yanlılığı veya metodolojik sorunların bir göstergesi olabilir.

Huni grafiği, görsel olarak değerlendirilse de genellikle nicel testlerle desteklenir. Egger testi ve kes ve ekle (trim-and-fill) yöntemi gibi araçlar, huni grafiğindeki asimetriyi istatistiksel olarak ölçmek için kullanılır. Eğer grafikte ciddi bir asimetri gözleniyorsa, bu durum meta-analizin sonuçlarını olumsuz yönde etkileyebilecek yayın yanlılığına işaret edebilir. Ancak, huni grafiğindeki asimetri yalnızca yayın yanlılığından değil, heterojenlik veya veri setindeki diğer metodolojik problemlerden de kaynaklanabilir. Bu nedenle, grafiğin dikkatli bir şekilde yorumlanması ve destekleyici analizlerle birlikte değerlendirilmesi önerilmektedir (Sterne, Egger ve Smith, 2001).

3.2.1.3. Egger'in Doğrusal Regresyon Yöntemi:

Egger'in doğrusal regresyon testi, meta-analizlerde yayın yanlılığını tespit etmek için kullanılan istatistiksel yöntemlerden biridir. Bu test, özellikle huni grafiğinde gözlemlenen asimetrinin istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla geliştirilmiştir (Egger vd. 1997).

Bu yöntem, çalışmalardaki etki büyüklüklerinin standart hata ile ilişkisinin doğrusal bir regresyon modeli ile analiz edilmesine dayanır. Regresyon analizi, çalışmalardan elde edilen standart hata (bağımsız değişken) ile etki büyüklüğünün standart hata ile normalize edilmiş z-skoru (bağımlı değişken) arasındaki ilişkiyi inceler. Eğer yayın yanlılığı yoksa, bu regresyon ilişkisinin kesişim noktası sıfıra yakın olmalıdır. Ancak, kesişim noktası sıfırdan anlamlı derecede farklıysa, bu durum yayın yanlılığının varlığına işaret eder (Egger vd. 1997).

Egger testi, özellikle huni grafiğindeki görsel asimetriyi nicel olarak doğrulamak için kullanılır. Testin p-değeri, yayın yanlılığının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını değerlendirmede kritik bir rol oynar. Ancak, Egger testi özellikle küçük örneklem büyüklüğüne sahip meta-analizlerde sınırlı istatistiksel güce sahiptir ve bu durum var olan bir yayın yanlılığını tespit edememe riskini artırır. Dolayısıyla, testin istatistiksel olarak anlamlı çıkması, özellikle küçük örneklemelerde, yayın yanlılığının olmadığı anlamına gelmeyebilir. Bunun yanı sıra, huni grafiğindeki asimetrinin yalnızca yayın yanlılığından değil, heterojenlik, metodolojik farklılıklar veya diğer sistematik etkilerden kaynaklanabileceği de unutulmamalıdır. Bu nedenle, Egger testinin sonuçları genellikle diğer yöntemlerle desteklenerek yorumlanmalıdır (Sterne, Becker ve Egger, 2005).

3.2.1.4. Duval ve Tweedie'nin Kes ve Ekle Yöntemi:

Duval ve Tweedie'nin Kes ve Ekle (Trim-and-Fill) yöntemi, meta-analizlerde yayın yanlılığını değerlendirmek ve düzeltmek amacıyla geliştirilmiş istatistiksel bir yöntemdir. Bu yöntem, huni grafiğindeki asimetriden yola çıkarak, eksik çalışmaları (genellikle negatif sonuçlara sahip yayınlanmamış çalışmalar) tahmin eder ve bu eksik çalışmaların etkisini modelleyerek genel etki büyüklüğünü düzeltir. Yöntemin temel mantığı, asimetrinin, huni grafiğinin eksik olduğu tarafına simetrik bir şekilde eklenen tahmini çalışmalarla giderilmesidir. Böylece, yanlılık düzeltildikten sonra yeni bir genel etki büyüklüğü hesaplanır (Duval ve Tweedie, 2000).

Kes ve Ekle yöntemi, yayın yanlılığının etkisini nicel olarak değerlendirmekle kalmaz, aynı zamanda düzeltilmiş sonuçlar sağlayarak meta-analiz bulgularının güvenilirliğini artırır. Ancak, bu yöntemin bazı sınırlamaları bulunmaktadır. Özellikle, grafikteki asimetrinin yalnızca yayın yanlılığından kaynaklandığı varsayılır; oysa heterojenlik veya metodolojik farklılıklar da asimetriye neden olabilir. Ayrıca, eklenen çalışmalar yalnızca istatistiksel modelleme ile tahmin edildiği için, sonuçlar gerçek eksik çalışmaların etkisini tam olarak yansıtmayabilir. Bu nedenle, Kes ve Ekle yönteminin sonuçları dikkatle yorumlanmalı ve diğer yayın yanlılığı değerlendirme yöntemleri ile desteklenmelidir (Sterne, Sutton ve Ioannidis, 2011).

2.2. Birincil Çalışmaların Kalitesi:

Meta-analizlerde kullanılan birincil çalışmaların kalitesi, elde edilen sonuçların güvenilirliği ve geçerliği açısından kritik bir öneme sahiptir. Kaliteli çalışmalar, güçlü metodolojik tasarımlar, yeterli örneklem büyüklüğü ve tutarlı veri toplama yöntemleri ile

tanımlanır. Bu çalışmaların sonuçları daha az yanlılık içerdiği için meta-analizin genel etki büyüklüğünü daha doğru bir şekilde yansıtmaya olanak tanır. Ancak, düşük kaliteli çalışmaların meta-analize dahil edilmesi, bulguların yanıltıcı olmasına sebep olabilir ve genel sonucun geçerliğini sorgulanabilir hale getirebilir. Bu nedenle, meta-analiz sürecinde çalışmaların içsel geçerliğini değerlendirmek için standart kalite kontrol kriterlerinin uygulanması önemlidir (Higgins, Whitehead ve Simmonds, 2011).

Birincil çalışmaların kalitesi, meta-analiz sonuçlarında heterojenliğe de etki edebilir. Düşük kaliteli çalışmaların metodolojik eksiklikleri, bu çalışmaların etki büyüklüklerinde sapmalara yol açarak heterojenlik düzeyini artırabilir. Bu durum, meta-analizdeki genel sonuçların yorumlanmasını zorlaştırabilir. Kalite değerlendirmesi yalnızca yanlılık riskini belirlemekle kalmaz, aynı zamanda daha güvenilir ve tutarlı bir analiz için hangi çalışmaların dahil edilmesi gerektiği konusunda rehberlik sağlar (Moher vd. 2009).

Bu çalışma kapsamında elde edilen birincil çalışmalardan herhangi biri, kalite kriterlerini sağlamadığı için dışlanmamıştır. Bunun yerine, elde edilen birincil çalışmaların kalitesiyle ilgili olabilecek ara değişkenler belirlenmiş ve kodlanmıştır. Bunlar, çalışma yılı, yayın türü, toplam örneklem büyüklüğü, deneysel tasarım, örnekleme yöntemi, öğretmen eğitimi, araştırmacı etkisi, öğretmen etkisi, ölçüm aracını kimin hazırladığı, ölçüm aracı soru çeşidi, ölçüm aracı geçerlik kontrolü, ölçüm aracı güvenilirlik kontrolü, güvenilirlik katsayısı ve pilot çalışma durumu gibi değişkenlerdir. Araştırmada, elde edilen heterojenliğin nedenlerini belirlemek için bu değişkenler kullanılarak ara değişken analizi yapılmıştır. Yani bu meta-analizde kalite kriterleri nedeniyle herhangi bir çalışma dışlanmamış, bunun yerine ara değişken analizleriyle bu kriterlerin bulguları etkileyip etkilemediği araştırılmıştır.

3. Araştırma Basamakları:

Meta-analiz yöntemi uygulanırken izlenen basamakların oluşturulmasında Üstün (2012) çalışmasından faydalanılmıştır.

- ✓ İlk aşamada araştırma konusu belirlenmiştir.
- ✓ Araştırma sorusu netleştirilmiştir.
- ✓ Birincil çalışmalara ulaşılabilmesi için kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır.
- ✓ Dahil edilme kriterleri (ölçütler) belirlenmiştir.
- ✓ Dahil edilme kriterleri kullanılarak meta-analize dahil edilecek çalışmalar belirlenmiştir.

- ✓ Kodlama kağıdı, kodlama rehberi ve çalışma karakteristikleri ve ara değişkenler oluşturulmuştur.
- ✓ Seçilen çalışmalar kodlama kağıdı ve rehberi kullanılarak kodlanmıştır.
- ✓ Verilerin analizi yapılmıştır:
 - İlk aşamada genel (ortalama) etki büyüklüğü hesaplanmıştır.
 - Heterojenlik ve yayın yanlılığının analizleri yapılmıştır.
 - Ara değişken analizleri gerçekleştirilmiştir.
- ✓ Bulgular yorumlanmış ve raporlanmıştır.

Bu basamakların bazıları süreç içerisinde eş zamanlı yürütülebilmektedir. Bu çalışma kapsamında sürecin planlanmasında iki önemli unsura dikkat edilmiştir. İlki, literatür taraması bittiğinde çalışmaları seçebilmek için ölçütlerin yani dahil edilme kriterlerinin önceden belirlenmiş olmasıdır. İkincisi ise tüm çalışmalar elde edildikten sonra sistematik şekilde sürece devam edebilmek için kodlama kağıdının önceden hazırlanmış olmasıdır.

4. Birincil Çalışmalara Ulaşılması:

4.1. Literatür Taraması:

2023 yılında birçok anahtar kelime ile literatür taraması yapılmıştır. En doğru çalışan anahtar kelimeler netleştirildikten sonra Ulusal Tez Merkezi, TR Dizin, DergiPark, EBSCOhost, Web of Science ve Scopus veri tabanlarında pilot çalışma kapsamında literatür taraması yapılmıştır. Bu veri tabanlarında elde edilen çalışmalardan Türkçe olan çalışmaların kontrolü yapılmıştır. Daha sonra 15.02.2025 tarihinde son tarama tarihi olacak şekilde birincil çalışmaların tamamına ulaşabilmek için belirli aralıklarla Ulusal Tez Merkezi, TR Dizin, DergiPark, EBSCOhost, Web of Science ve Scopus veri tabanlarında daha kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. Bu kapsamlı literatür taramasında kullanılan veri tabanları, kullanılan anahtar kelimeler ve elde edilen çalışma sayıları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1’de görüldüğü gibi belirtilen anahtar kelimeleri doğrultusunda yapılan literatür taraması sonucunda 32.253 çalışma elde edilmiştir. Bu çalışmalardan yayın dili Türkçe olmayanlar elenmiş ve geriye kalan 1.013 çalışmanın kontrolü yapılmıştır. Pilot tarama ve asıl tarama sonucunda toplam 1.008 çalışma ile dahil edilme kriterleri kapsamında eleme yapılmıştır.

Tablo 1: Birincil Çalışmalara Ulaşmak İçin Yapılan Literatür Taramasının Sonuçları

S.N.	Veri Tabanı	Anahtar Kelime	Toplam Çalışma Sayısı
1	Ulusal Tez Merkezi	((("öğrenme halkası" OR "öğrenme döngüsü" OR "learning cycle" OR "3E" OR "5E" OR "7E")) AND ("fen" OR "science" OR "kimya" OR "chemistry" OR "fizik" OR "physics" OR "biyoloji" OR "biology" OR "astronomi" OR "astronomy"))	585
2	TR-Dizin	title: ("öğrenme halkası" OR "3E" OR "5E" OR "7E" OR "öğrenme döngüsü") abstract: ("öğrenme halkası" OR "3E" OR "5E" OR "7E" OR "öğrenme döngüsü")	305
3	Dergi Park	title: ("öğrenme halkası" OR "3E" OR "5E" OR "7E" OR "öğrenme döngüsü") abstract: ("öğrenme halkası" OR "3E" OR "5E" OR "7E" OR "öğrenme döngüsü")	374
4	Ebscohost	("öğrenme halkası" OR "3E" OR "5E" OR "7E" OR "öğrenme döngüsü" OR "learning cycle")	8.517
5	Web Of Science	("öğrenme halkası" OR "3E" OR "5E" OR "7E" OR "öğrenme döngüsü" OR "learning cycle")	22.404
6	Scopus	("öğrenme halkası" OR "3E" OR "5E" OR "7E" OR "öğrenme döngüsü" OR "learning cycle")	68
TOPLAM			32.253

4.2. Dahil Edilme Kriterleri:

Bu çalışma kapsamında elde edilen çalışmalar içerisinde eleme yapılabilmesi ve meta-analize dahil edilecek birincil çalışmaların belirlenebilmesi amacıyla dahil edilme kriterleri belirlenmiştir. Elde edilen tüm çalışmalar bu dahil edilme kriterleri kapsamında değerlendirilip, eleme yapılmış ve yalnızca bu kriterlerin tamamına uyan çalışmalar meta-analize dahil edilmiştir.

Bu çalışma kapsamında meta-analize dahil edilme kriterleri aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

1. Çalışmanın fen bilimleri alanında yapılmış olması

Çalışmaların fen (Fizik, Kimya, Biyoloji, Astronomi ve genel Fen Bilimleri) alanında yapılmış olması gerekmektedir.

2. Çalışmanın yayımlanma dilinin Türkçe olması

Kapsamlı bir literatür taraması yapabilmek için tarama sırasında İngilizce anahtar kelimeler de (Physics, Biology, Chemistry, Science vb.) kullanılmıştır. Ancak elde edilen çalışmalardan yalnızca yayımlanma dili Türkçe olanlar meta-analize dahil edilmiştir.

3. Çalışmanın nicel yöntem kullanılarak gerçekleştirilmiş olması

Meta-analiz yöntemi nicel çalışmaları sentezleyebilen bir yöntem olduğundan analiz kapsamına yalnızca nicel araştırma yöntemleri kullanılarak yapılmış olan çalışmalar alınmalıdır. Karma yöntem kullanılan çalışmalarda ise nicel veri içeren kısımlar analize dahil edilmelidir.

4. Deney grubunda öğrenme halkası modelinin, kontrol grubunda ise geleneksel yöntemin kullanılması

Etki büyüklüklerinin karşılaştırılabilir olması amacıyla, birincil çalışmaların deney grubunda öğrenme halkası modelleri yöntemi, kontrol grubunda ise geleneksel öğrenme yöntemi uygulanmış olmalıdır.

5. Etki büyüklüğü hesaplanabilmesi için gerekli istatistiksel bilgilerin raporlanmış olması

Örneklem büyüklüğü, ön test ve son test için aritmetik ortalama ve standart sapma değerleri gibi etki büyüklüğü hesaplanmasında kullanılan yeterli istatistiksel verinin çalışmada raporlanmış olması gerekmektedir.

Bu çalışmada çalışma yılı, öğrenim seviyesi gibi değişkenlerde herhangi bir sınırlama yapılmamıştır. Literatür taramasının son yapıldığı tarih olan 15.02.2025'ten sonra yapılan çalışmalar analize dahil edilememiştir.

4.3. Çalışmaların Seçimi:

İlgili birincil çalışmaları belirleyebilmek amacıyla kapsamlı bir literatür taraması yapıldıktan sonra önceden belirlenen dahil edilme kriterleri kullanılarak elemeler yapılmıştır. Veri tabanlarından ulaşılan doktora ve yüksek lisans tezleri, makaleler ve bildiriler dahil edilme kriterlerine göre değerlendirilerek analize dahil edilecek birincil çalışmalar seçilmiştir.

Çalışmaların seçimi için izlenen yol aşağıda belirtilmiştir:

1. Öncelikle ilgili veri tabanlarında yapılan kapsamlı literatür taraması sonucunda eleme sürecine dahil edilecek birincil çalışmalar belirlenmiştir.
2. Dahil edilme kriterlerine uygun olarak yalnızca Türkçe yayımlanmış çalışmalar seçilmiştir.
3. Diğer dahil edilme kriterleri kullanılarak öncelikle başlık ve özet incelemeleri sonucunda elemeler yapılmıştır.
4. Ardından seçilen çalışmalar için tam metin incelemeleri yapılmıştır.
5. Tam metin değerlendirmelerden sonra meta-analize dahil edilecek birincil çalışmalar seçilmiştir.
6. Seçilen birincil çalışmaların kaynakça bölümleri incelenmiş ve kriterlere uyan ek çalışmalar varsa analize dahil edilmiştir.
7. Makale olarak yayımlanmış tezler için kodlamaya, daha ayrıntılı olmaları sebebiyle, tez çalışmaları dâhil edilmiştir. (Boyraz, 2015; S. Can, 2017; Çeker, 2017; İnce, 2021; Yaşar ve Baran, 2020)
8. Tam metnine ulaşamayan çalışmalar için yazarlara e-posta gönderilmiştir. Tam metnine erişilemeyen beş çalışmadan üç tanesi yazarlar gönderilmiş, iki çalışma için ise e-postaya dönüş olmamıştır.
9. Literatür taraması ve çalışma seçimi sürecini özetleyen bir PRISMA akış şeması oluşturulmuştur. Bu akış şeması bulgular bölümündeki Şekil 5’de verilmiştir.

5. Kodlama Süreci:

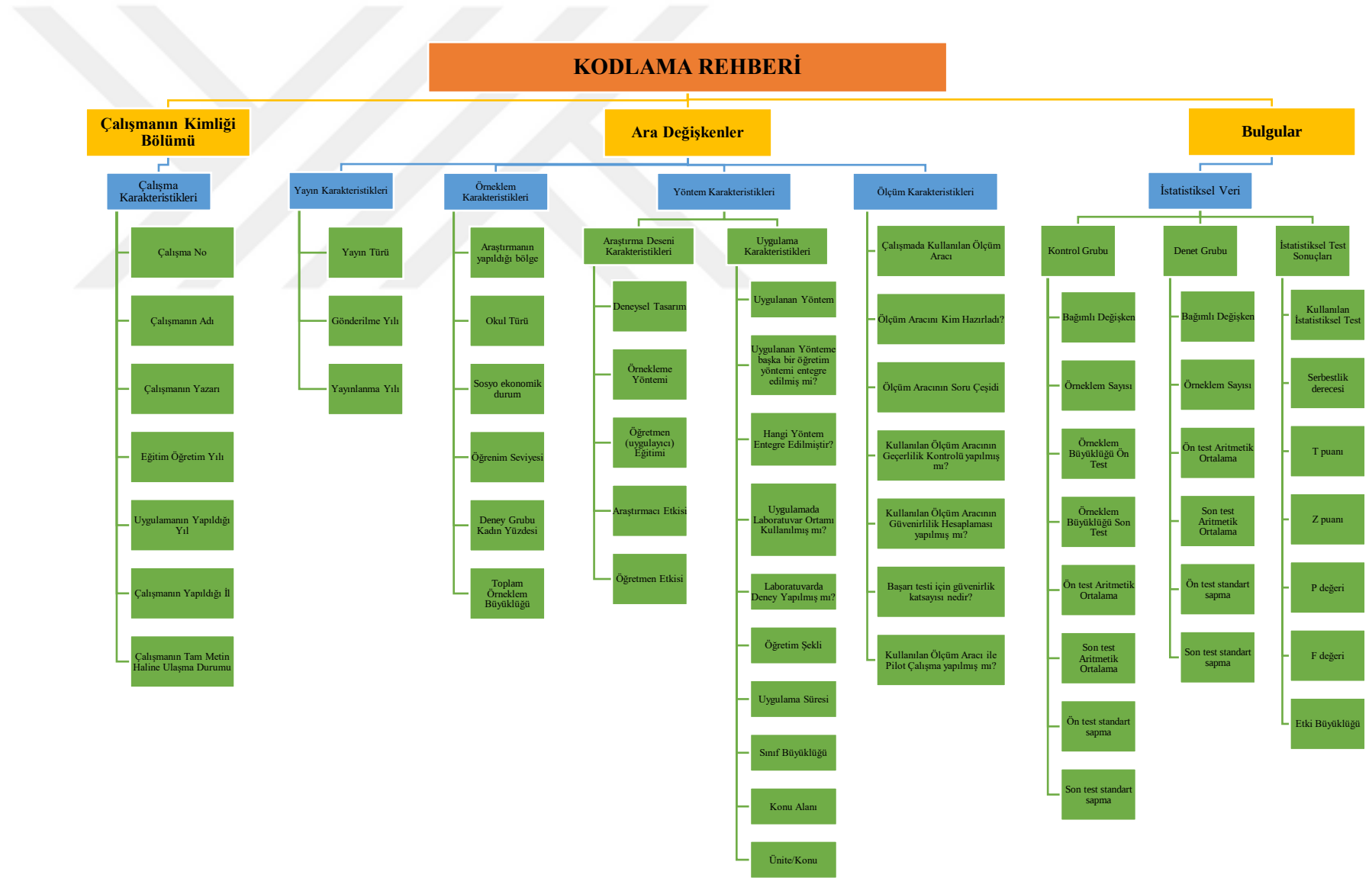
Kodlamanın yapılabilmesi için meta-analize dahil edilmesine karar verilen birincil çalışmaların özelliklerini içeren ayrıntılı bir “*Kodlama Kağıdı*” araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Geliştirilen kodlama kâğıdı “*Çalışmanın Kimliği*”, “*Ara Değişkenler*” ve “*Bulgular*” olmak üzere 3 ana bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler ise; kendi içerisinde farklı alt başlıklara ve kategorilere ayrılmaktadır.

Kodlama kağıdı geliştirilirken elde edilen birincil çalışmalar ayrıntılı şekilde incelenmiş ve bu çalışmalardaki meta-analiz yoluyla analiz edilebilecek potansiyel ara değişkenler tespit edilerek kodlama kağıdındaki ilgili bölümlere eklenmiştir. Bu çalışma kapsamında kullanılan kodlama kağıdı Microsoft Excel formatında hazırlanmıştır. Kodlama kağıdının ayrıntılı ve Word formatına çevrilmiş hali Ek-1’de sunulmuştur.

Aynı zamanda kodlamanın sağlıklı şekilde yapılabilmesi, oluşabilecek hataların önüne geçilebilmesi ve kodlayıcılara rehberlik edebilmesi amacıyla, ilgili değişkenlerin kodlama kağıdına nasıl kodlanacağını ayrıntılı şekilde açıklayan bir “*Kodlama Rehberi*” hazırlanmıştır. Hazırlanan kodlama rehberi ise Ek-3’de sunulmuştur.

Hazırlanan bu rehber doğrultusunda birincil çalışmalardan bazılarının kodlama kağıdına pilot kodlamaları yapılmıştır. Tez danışmanından alınan geri bildirimler doğrultusunda, kodlama kağıdındaki hatalar veya eksiklikler revize edilerek kodlama kağıdının son hali oluşturulmuştur. Kodlama kağıdının son hali netleştirildikten sonra birincil çalışmaların tamamı araştırmacı tarafından kodlanmıştır. Kodlama kağıdında yer alan bölümlerin ve bölüm alt kategorilerin yer aldığı şema Şekil 4’te gösterilmiştir:





Şekil 4: Kodlama Kağıdı Şeması

Araştırmacı tarafından kodlamalar tamamlandıktan sonra kodlayıcılar arası güvenilirlik analizin yapılabilmesi amacıyla birincil çalışmalar arasından rastgele şekilde seçilen 10 adet tez, makale veya bildiri ikinci bir araştırmacı tarafından kodlanmıştır. Ayrıca güvenilirlik analizi kapsamında, ilk kodlamanın üzerinden belirli bir süre geçtikten sonra araştırmacı tarafından rastgele seçilen bazı çalışmalar yeniden kodlanarak kodlayıcı güvenirliliği değerlendirilmiştir.

5.1. Çalışma Karakteristikleri

Öğrenme halkası modelinin, geleneksel öğrenme yöntemine kıyasla öğrencilerin fen başarısı üzerinde ne derecede etkili olduğunu belirleyebilmek için yapılan bu meta-analiz çalışmasında, belirlenen kriterler doğrultusunda dahil edilen birincil çalışmaların bazı çalışma karakteristikleri kodlanmıştır. Bu değişkenlerden yeterli sayıda veri elde edilenlerle ara değişken analizi yapılmıştır.

Bu çalışma karakteristikleri altı ana başlıktan oluşmaktadır:

- ✓ **Çalışma Kimliği:** Çalışma numarası, çalışmanın adı, yazarı, uygulamanın yapıldığı yıl, eğitim öğretim yılı ve çalışmanın yapıldığı il, çalışmanın tam metnine ulaşma durumu
- ✓ **Yayın karakteristikleri:** Yayın türü, gönderilme yılı, yayımlanma yılı
- ✓ **Örneklem karakteristikleri:** Araştırmanın yapıldığı bölge, okul türü, sosyo-ekonomik düzey, öğrenim seviyesi, deney grubu kadın yüzdesi, toplam örneklem büyüklüğü
- ✓ **Araştırma deseni karakteristikleri:** Deneysel tasarım, örnekleme yöntemi, öğretmen eğitimi, araştırmacı etkisi, öğretmen etkisi
- ✓ **Uygulama karakteristikleri:** Uygulanan yöntem, yöntemle entegre edilen başka bir öğretim yöntemi olup olmadığı, entegre edilen yöntem türü, laboratuvar ortamının kullanımı, laboratuvar da deney yapılıp yapılmadığı, öğretim şekli, uygulama süresi, sınıf büyüklüğü, konu alanı, ünite/konu
- ✓ **Ölçüm karakteristikleri:** Çalışmalarda kullanılan ölçüm aracı, ölçüm aracını kimin geliştirdiği, ölçüm aracının soru çeşidi, kullanılan ölçüm aracının güvenilirlik ve geçerlik analizlerinin yapılıp yapılmadığı, başarı testi için güvenilirlik katsayısı, pilot uygulamanın yapılıp yapılmadığı

Bu çalışma karakteristikleri kapsamında yer alan değişkenlerden bir kısmı sürekli, bir kısmı ise kategorik değişken olarak kodlanmıştır. Kategorik değişkenler için oluşturulan alt

gruplar Ek-2’de ayrıntılı bir şekilde sunulmuştur. Burada boş bırakılan çalışma karakteristiklerine ait çalışma sayısı(k), etki büyüklüğü (Hedge’s g) değeri, %95 güven aralığı değerleri her bir bağımlı değişken için bulgular bölümünde sunulmuştur.

5.2. Güvenirlik Analizi

Meta-analiz sürecinde, birincil araştırmalardan veri toplanırken çalışmaların sistematik bir şekilde kodlanması gerekmektedir. Kodlama süreci, araştırmacının bağımsız değişkenleri, bağımlı değişkenleri, örneklem özelliklerini ve istatistiksel detayları belirli kriterlere göre sınıflandırmasını içerir (Lipsey ve Wilson, 2001).

Ancak, kodlama sürecindeki hatalar veya tutarsızlıklar meta-analiz sonuçlarını ciddi şekilde etkileyebilir. Bu nedenle, kodlama sürecinin güvenirlik analizleri ile doğrulanması, meta-analizin sağlamlığını ve geçerliğini artıran kritik bir adımdır. Güvenirlik analizleri, farklı kodlayıcılar arasında tutarlılığın sağlanmasını ve öznelliğin en aza indirilmesini amaçlar.

Kodlama güvenirliliği; kodlayıcı güvenirliliği ve kodlayıcılar arası güvenirlik ile sağlanabilir. “Kodlayıcı güvenirliliği” tek bir kodlayıcının çalışmadan çalışmaya kodlama tutarlılığını gösterirken kodlayıcılar-arası güvenirlik ise farklı kodlayıcılar arasındaki tutarlılığı ifade eder (Üstün ve Eryılmaz, 2014).

Kodlayıcılar arası güvenirlik analizi kapsamında her birine 3 tez ve 2 makale olmak üzere toplam 15 çalışma, kodlama kağıdının Excel formatı ve kodlama rehberi ile birlikte yüksek lisans öğrencisi üç araştırmacıya gönderilerek, kodlama yapmaları talep edilmiştir. Araştırmacılardan ikisi kodlamayı tamamlamış ve toplamda 10 çalışma için geri bildirim elde edilmiştir. Ayrıca tez çalışmaları ağırlıkta olacak şekilde 13 çalışma rastgele seçilerek araştırmacı tarafından 8 ay sonra yeniden kodlanmış ve böylece kodlayıcı güvenirliliği analizi yapılmıştır.

Kodlayıcı ve kodlayıcılar arası güvenirliliğin bir ölçüsü olarak uzlaşma oranı (agreement rate, AR) şu şekilde hesaplanmıştır (Orwin ve Vevea, 2009):

$$AR = \frac{\text{üzerinde uzlaşılan görüş sayısı}}{\text{toplam görüş sayısı}}$$

Kodlayıcılar arası güvenirlik katsayıları her bir çalışma için ayrı ayrı hesaplanmış olup Tablo 2’de ayrıntılı olarak sunulmuştur.

Tablo 2: Kodlayıcılar Arası Güvenirlik Analiz Sonuçları.

Çalışmanın İsmi	Toplam Görüş Sayısı	Üzerinde Uzlaşılan Görüş Sayısı	Güvenirlik Katsayısı Uzlaşma Oranı
5E Modelinin Hücre Bölünmesinin Öğretiminde Öğrenci Başarısına Etkisi (Kaya ve Zengin, 2018)	62	56	0.90
İlköğretim 7. Sınıf Fen Bilgisi Dersinde Öğrenme Halkası Yaklaşımının, Öğrencilerin Başarı, Tutum ve Mantıksal Düşünme Yetenekleri Üzerine Etkisi (Tezcan, 2005)	62	54	0,87
Biyoloji Dersinde 5E Öğrenme Modeli ve İşbirlikli Öğrenme Yöntemi Kullanımının Biyoloji Dersi Başarısına ve Tutumuna Etkisinin Araştırılması (Aktaş, 2012)	62	57	0.91
Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tohum-Meyve-Çiçek konularındaki Başarılarına ve Hatırlama Düzeylerine Öğrenme Halkası Modellerinin Etkisi (Harurluoğlu, 2011)	62	60	0.96
Yansıtıcı Fen Günlükleri ile Zenginleştirilmiş 5E Öğrenme Modelinin 5. Sınıf "Maddenin Hal Değişimi ve Ayırt Edici Özellikleri Konusunun Öğretimine Etkisi (Gürbüz, 2022)	62	59	0.95
Fen ve Teknoloji Dersi Canlılarda Üreme Büyüme ve Gelişme Ünitesinde Kullanılan Yapılandırmacı 5E Öğrenme Modelinin 6. Sınıf Öğrencilerinin Başarılarına Etkisi (Önder, 2011)	62	59	0,95
Kodlama ve Dijital Oyun Tasarımı Destekli 5E Modelinin Üstün Yetenekli Öğrencilerin Akademik Başarı ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi (Bozan, 2022)	62	60	0,96
Lise Biyoloji Dersinde 7E Yapılandırmacı Yaklaşım Öğretim Modelinin Başarıya Etkisinin Değerlendirilmesi (Bulut ve Gürbüz, 2017)	62	61	0,98
Fen Bilimleri Dersi Kapsamında Planetaryuma Düzenlenen Bir Gezinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarı, İlgi ve Motivasyonuna Etkisi (Metin, 2020)	62	57	0,91

Birinci çalışmadan başlayarak güvenilirlik katsayıları sırasıyla 0,90; 0,87; 0,91; 0,96; 0,95; 0,95; 0,96; 0,98 ve 0,91 olarak hesaplanmıştır. Ortalama güvenilirlik katsayı değeri ise **0,93** olarak hesaplanmıştır.

Bu analiz kapsamında, her bir çalışma için iki kodlama arasındaki tutarsızlıklar tekrar karşılaştırılmış, gerekli düzeltmeler yapılmış ve tutarlılığın %100 oranına çıkması sağlanmıştır.

Tabloda belirtilen ilk beş çalışma, yüksek lisans tezi kapsamında fen eğitiminde meta-analiz çalışması yapmakta olan bir yüksek lisans öğrencisi tarafından, diğer beş çalışma ise iktisat alanında yüksek lisans yapmakta olan bir kişi tarafından kodlanmıştır. Kodlama sonuçları incelendiğinde, tutarsızlıkların genelde paralel kodlayıcılar tarafından yanlış kodlamalardan kaynaklandığı gözlenmiştir.

6. İstatistiksel Analiz

6.1. Analiz Birimi

Bu meta-analiz çalışmasındaki analiz birimi her bir etki büyüklüğüdür. Meta-analize dahil edilen 122 çalışmadan başarı değişkeni ile ilgili 127 etki büyüklüğü değeri elde edilmiştir. Aynı çalışmadan elde edilen birden fazla etki büyüklüğü bağımsız değildir. Bu nedenle, geleneksel meta-analiz yöntemleriyle yapılan analizler yanlış sonuçlara yol açabilir. Bu sorunu ortadan kaldırmak için bu meta-analizde sağlam varyans kestirimi (robust variance estimation) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem, etki büyüklükleri arasındaki olası bağımlılıkları dikkate alarak daha güvenilir standart hatalar ve yansız test istatistikleri elde edilmesine olanak sağlamaktadır.

6.2. Etki Büyüklüğü

Etki büyüklüğü, bir değişkenin başka bir değişken üzerindeki etkisinin niceliksel bir ölçüsüdür ve genellikle meta-analiz çalışmalarında bireysel araştırmaların bulgularını karşılaştırmak ve sentezlemek amacıyla kullanılır (Cohen 1988). Meta-analiz çalışmalarında dahil edilen birincil çalışmaların sonuçları genel bir etki büyüklüğü kullanılarak sentezlenir.

Meta-analiz çalışmalarında etki büyüklüğünün doğru bir şekilde hesaplanması, çalışma sonuçlarının genellenebilirliği ve güvenilirliği açısından kritik bir öneme sahiptir (Borenstein, Hedges, Higgins vd. 2009). Etki büyüklüğü, standartlaştırılmış ortalama farkı (Cohen's d), korelasyon katsayısı (r) ve etki oranları gibi farklı istatistiksel yöntemlerle hesaplanabilir (Hedges ve Olkin, 1985). Literatürde yaygın olarak kullanılan bir etki

büyükliği ölçüsü olan Cohen d, bağımlı değişkenin sürekli olduğu çalışmalarda, gruplar arasında karşılaştırma yapmak için kullanılmaktadır (Üstün, 2012).

Cohen d değeri aşağıda verilen formül ile hesaplanmaktadır (Kaşarcı, 2013).

$$Cohen\ d = \frac{(X_e - X_c)}{(S_p)}$$

Burada, X_e = deney grubunun ortalaması;

X_c = kontrol grubunun ortalaması ve

S_p = ağırlıklandırılmış standart sapmadır.

Cohen d etki büyüklüğü ölçüsü, popülasyon etki büyüklüğünün kestirilmesinde, özellikle küçük örneklerde, bir miktar yanlışlığa sahiptir (Üstün ve Eryılmaz, 2014). Bu nedenle, bu meta-analiz çalışmasında popülasyon değerinin yansız bir kestirimini sağlayan Hedges g değeri kullanılmıştır. Genel olarak, etki büyüklüğü yorumlanırken küçük ($d \approx 0,2$), orta ($d \approx 0,5$) ve büyük ($d \geq 0,8$) şeklinde sınıflandırılmaktadır (Cohen, 1988).

Bu meta-analiz çalışmasında her çalışma için Hedge's g etki büyüklüğü ve standart hata değerleri, Dr. Öğr. Üyesi Ulaş ÜSTÜN tarafından Microsoft Excel ortamında geliştirilen hesap cetveli kullanılarak hesaplanmıştır. Meta-analize dahil edilen her bir çalışma için etki büyüklüğü değerleri hesaplanırken aşağıdaki basamaklar takip edilmiştir:

- ✓ Betimsel istatistik değerlerinin (aritmetik ortalama, örneklem büyüklüğü, standart sapma) belirtildiği çalışmalarda, bağımsız gruplar ön-test son-test hesap cetvelini (Excel formatında) kullanarak etki büyüklüğü (Hedge's g) ve standart hata hesaplanmıştır.
- ✓ Betimsel istatistik değerlerinin belirtilmediği çalışmalarda, etki büyüklüğü istatistiksel anlamlılık testi sonuçları kullanılarak hesaplanmıştır. Mann-Whitney-U testi kullanılan birincil çalışmalar için öncelikle "Mann Whitney U hesap cetveli" (excel formatında) kullanılarak Cohen d değeri hesaplanmıştır. Hesaplanan Cohen d değeri, "Cohen's d ile Hedges'g hesapla cetveli" (Excel formatında) ile Hedge's g değerine çevrilerek etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Bu çalışmalarda son test sonuçlarını karşılaştırmak için gerçekleştirilen Mann-Whitney-U testi kullanılarak etki büyüklüğü hesaplanmıştır.
- ✓ Birden fazla deney grubu bulunan çalışmalarda her bir deney grubu için ayrı etki büyüklüğü hesaplanmıştır.

- ✓ Ancak birden fazla deney grubu bulunan çalışmalarda öğrenme halkası modeli dışında başka bir yöntemin kullanıldığı deney grupları var ise bu gruplar etki büyüklüğü hesaplamasına dahil edilmemiştir.

6.3. Ana Analiz

Genel etki büyüklüğü, bir meta-analizde birden fazla bağımsız çalışmadan elde edilen bireysel etki büyüklüklerinin ağırlıklı ortalaması olarak hesaplanan birleşik bir ölçüttür (Borenstein, Hedges, Higgins vd. 2009). Meta-analiz çalışmalarında genel etki büyüklüğü hesaplanırken sabit etki modeli ve rastgele etkiler modeli olmak üzere iki temel yöntem kullanılır (Lipsey ve Wilson, 2001). Sabit etki modeli, tüm çalışmaların aynı gerçek etki büyüklüğüne sahip olduğunu varsayarken, rastgele etkiler modeli çalışmalar arasındaki heterojenliği göz önünde bulundurarak her çalışmanın farklı gerçek etkilere sahip olabileceğini kabul eder (DerSimonian ve Laird 1986). Sabit etki modelinde gözlenen etki büyüklükleri arasındaki farklılıkların örneklem hatasından kaynaklandığı varsayılırken rastgele etkiler modeline göre, meta-analizdeki birincil çalışmalardan elde edilen etki büyüklükleri, gerçek etki büyüklüklerinin dağılımından alınmış bir örneklem olarak değerlendirilir (Borenstein, Hedges, Higgins vd. 2009).

Bu meta-analiz çalışmasında rastgele etkiler modeli tercih edilmiştir. Rastgele etkiler modelini seçilmesinin temel nedeni, meta-analizde incelenen çalışmaların yalnızca örneklem büyüklüğü açısından değil, aynı zamanda metodoloji, katılımcı özellikleri, ölçüm araçları ve bağlamsal faktörler açısından da farklılıklar içermesidir. Eğitim çalışmalarında öğrencilerin yaşları, sınıf büyüklüğü gibi etkenler çalışmadan çalışmaya farklılık gösterdiği için her çalışma için gerçek etki büyüklüğü değişkenlik gösterebilir (Üstün ve Eryılmaz, 2014). Bu nedenle, sabit etki modelinin kabul ettiği tek bir gerçek etki büyüklüğü olduğu sayıltısı eğitim çalışmaları için genellikle gerçekçi değildir.

Eğitim çalışmalarında elde edilen etki büyüklüklerini birçok ara değişken etkileyebilmektedir. Bu meta-analiz çalışmasında temel amaç gerçek etki büyüklüğü dağılımını temsilen bir ortalama etki büyüklüğünün kestirilmesi ve çalışmaların etki büyüklüklerinin farklılaşmasına sebep olabilecek ara değişkenlerin kodlanarak ara değişken analizleri ile bu değişkenlerin etkisinin araştırılmasıdır.

Bu meta-analiz çalışması kapsamında incelenen bağımlı değişken olan fen başarısı için genel etki büyüklüğünün hesaplanması, elde edilen bu etki büyüklüklerinin dağılımını gösteren orman grafiklerinin (Forest Plot) çizdirilmesi, heterojenlik ölçülerinin (T^2 , T ve I^2)

kestirimi için JASP (v 0.19.3.0) ve R yazılımları kullanılmıştır. Genel etki büyüklüğü analizi için JASP yazılımında yer alan Sınırlı Maksimum Olabilirlik (Restricted Maximum Likelihood-REML) yönteminden yararlanılmıştır.

6.4. Heterojenlik Analizi

Meta-analizde heterojenlik, incelenen bireysel çalışmaların sonuçları arasındaki farklılıkları ifade eder. Bu farklılıklar metodolojik veya istatistiksel faktörlerden kaynaklanabilir. Heterojenliğin varlığı, meta-analizin geçerliğini ve genellenebilirliğini etkileyebilir. Meta-analiz kapsamında yapılan heterojenlik analizleri gerçek etki büyüklükleri dağılımında değişkenliğin ne kadar fazla olduğu ile ilgili fikir vererek ara değişken analizine ne derece ihtiyaç olduğuyla ilgili ipucu vermektedir (Üstün ve Eryılmaz, 2014).

Bu meta-analiz çalışmasında heterojenliğin istatistiksel olarak anlamlı şekilde sıfırdan farklı olup olmadığını test edebilmek için Q istatistiği kullanılarak ki-kare testi yapılmış ve heterojenlik analizi kapsamında T^2 , T ve I^2 değerleri hesaplanmıştır. Bu değerlerin elde edilmesinde JASP yazılımını kullanılmıştır.

Q istatistiği ve ki-kare testi:

Q testi, heterojenliğin varlığını belirlemek için kullanılan bir istatistiksel testtir. Q istatistiği hata terimlerinin, varyansın tersiyle ağırlıklandırılmasıyla hesaplanan bir kareler toplamıdır. Bu istatistik, heterojenliğin istatistiksel olarak anlamlı şekilde sıfırdan farklı olup olmadığının test edilmesi için ki-kare testiyle birlikte yorumlanır.

H₀ hipotezi: Çalışmalar arası farklılık yoktur (homojenlik vardır).

H₁ hipotezi: Çalışmalar arası farklılık vardır (heterojenlik vardır).

Genellikle %95 güven aralığında test edilir ve istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar sıfırdan farklı bir heterojenliğin varlığına işaret eder. Ancak birincil çalışma sayısının az olduğu durumlarda testin istatistiksel gücü düşebilir ve var olan bir heterojenliği tespit edemeyebilir. Ayrıca, bu istatistiksel test sadece heterojenliğin sıfırdan farklı olup olmadığını test etmektedir, büyüklüğü ile ilgili doğrudan bir şey söylemez (Üstün ve Eryılmaz 2014).

I² istatistiği:

I² değeri heterojenliğin yüzdesel olarak büyüklüğünü değerlendirmek için kullanılır. I² gerçek heterojenliğin toplam gözlenen varyansa oranıdır (Borenstein, Hedges, Higgins, vd. 2009, s. 117). Yani; bu değer heterojenliğin toplam varyans içerisindeki yüzdesini gösterir. Diğer bir ifadeyle, toplam varyansın yüzde kaçının gerçek etki büyüklüğün dağılımındaki heterojenlikten kaynaklandığının bir ölçüsüdür ve %0 ile %100 arasında bir değer almaktadır (Borenstein, Hedges, Higgins vd. 2009, s. 118).

- %0-25: Düşük heterojenlik
- %25-50: Orta düzeyde heterojenlik
- %50-75: Yüksek heterojenlik
- %75-100: Çok yüksek heterojenlik olarak değerlendirilmektedir.

Yani I² değerinin %100'e yaklaşması durumunda heterojenliğin arttığı varsayılmaktadır. Ancak, bunun bir oran olduğuna ve heterojenliğin mutlak bir ölçüsü olmadığına dikkat edilmelidir.

T² istatistiği:

τ^2 değeri “gerçek etki büyüklüğünün varyansı”dır. (Borenstein, Hedges, Higgins, vd. 2009, s. 115). Yani; heterojenliğin doğrudan bir ölçüsüdür. T² değerinin karekökü olan τ değeri ise gerçek etki büyüklüğü dağılımının standart sapmasıdır. Bu parametre değerlerinin gözlenen değerler ile elde edilen kestirimleri de sırasıyla T² ve T ile gösterilir. Ayrıca, T değerinin ortalama etki büyüklüğüne iki kez eklenip çıkarılması ile yaklaşık olarak tahmin aralığı belirlenebilir. Tahmin aralığı, kesinliğin bir ölçüsü olan güven aralığından farklı olarak, heterojenliğin bir ölçüsüdür.

6.5. Ara Değişken Analizi

Öğrenme halkası modelinin kullanımının fen başarısına genel etkisinin ne olduğunun meta-analiz yöntemiyle araştırıldığı bu çalışmada, birincil çalışmaların etki büyüklüklerini etkileyebilecek olan ara değişkenler için analizler yapılmıştır.

İlk olarak JASP yazılımından yararlanılarak ara değişkenlerin alt kategorilerine ait ortalama etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Ardından her bir alt grubunda en az üç birincil çalışmaya sahip olan kategorik değişkenler ve doğrusallık sayılıtısını sağlayan sürekli değişkenler kullanılarak basit meta-regresyon analizi yapılmıştır.

Alt gruplarında üçten az sayıda birincil çalışma içeren kategorik değişkenler için alt gruplarının anlamlı şekilde yeniden düzenlenip düzenlenemeyeceği kontrol edilmiştir. Alt grupları düzenlenemeyen değişkenler basit regresyon analizine dahil edilmemiştir. Ancak bu değişkenlere ait betimsel analiz sonuçları ayrıntılı şekilde sunulmuştur.

Sürekli değişkenlerin her biri için JASP yazılımında “Visual Modeling” modülünde Flexplot kullanılarak doğrusallık sayıltıları kontrol edilmiştir. Doğrusallık sayıltısı sağlanan ara değişkenler basit regresyona dahil edilmiştir. Ancak doğrusallık sayıltısı sağlanamayan ara değişkenlerde öncelikle uç değerler kontrol edilmiştir. Bu çalışma kapsamında 2 çalışmaya ait etki büyüklüğü değeri uç değer olarak karşımıza çıktığı ve istatistiksel terimleri büyük oranda etkilediği için çalışmada analizden çıkarılmıştır. Doğrusallık sayıltısını sağlamadığı tespit edilen tek sürekli değişken olan “uygulama süresi”, kategorik değişken olarak yeniden kodlanmıştır. Meta-regresyon analizleri için JASP yazılımında yer alan “Meta-Analysis” modülü ve heterojenlik kestirimi için ise sınırlı maksimum olabilirlik yöntemi kullanılmıştır.

Son aşamada yeterli çalışmanın kodlanabildiği ara değişkenler bir arada kullanılarak çoklu meta-regresyon analizi gerçekleştirilmiştir. Çoklu meta-regresyon analizi, basit meta-regresyon analizinden farklı olarak, modeldeki diğer değişkenlerin etkisini kontrol ederek herhangi bir ara değişkenin özgün etkisini belirleyebilmemizi sağlamaktadır. Ayrıca R^2 değeri hesaplanarak oluşturulan modelin açıkladığı toplam varyans oranı da hesaplanmıştır. Bu etki büyüklüğü değeri yorumlanırken Cohen (1988)’in önerdiği; ihmal edilebilir, küçük, orta ve büyük etki büyüklükleri için 0,01; 0,09 ve 0,25 sınır değerleri kullanılmıştır (Cohen, 1988).

7. İstatistiksel Analizlerde Kullanılan Yazılımlar

Bu çalışmada elde edilen birincil çalışmaların kodlanması ve kodlaması yapılan çalışmalar için etki büyüklüğü değerlerinin hesaplanması için Microsoft Office programlarından Microsoft Excel 2021 kullanılmıştır.

Kodlaması yapılan ve etki büyüklükleri hesaplanan çalışmaların meta-analiz kapsamında analizlerinin yapılması, yani bağımlı değişkene ait genel etki büyüklüğünün hesaplanması, orman ve huni grafiğinin oluşturulması, heterojenlik değerlerinin (Q , T^2 , I^2) hesaplanması, sürekli değişkenlerin doğrusallık varsayımının kontrol edilmesi ve basit/çoklu meta-regresyon analizlerinin yapılması için JASP (v.0.19.3.0) yazılımında yer alan “Meta-Analysis” modülü kullanılmıştır.

Ayrıca, huni grafiğindeki asimetriden yola çıkarak, eksik çalışmaların (genellikle negatif sonuçlara sahip yayınlanmamış çalışmalar) etkisini modelleyen ve genel etki büyüklüğünü düzelterek yeni bir etki büyüklüğü değeri elde etmemizi sağlayan “*kes ve ekle yöntemi*” için R yazılımı kullanılmıştır.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

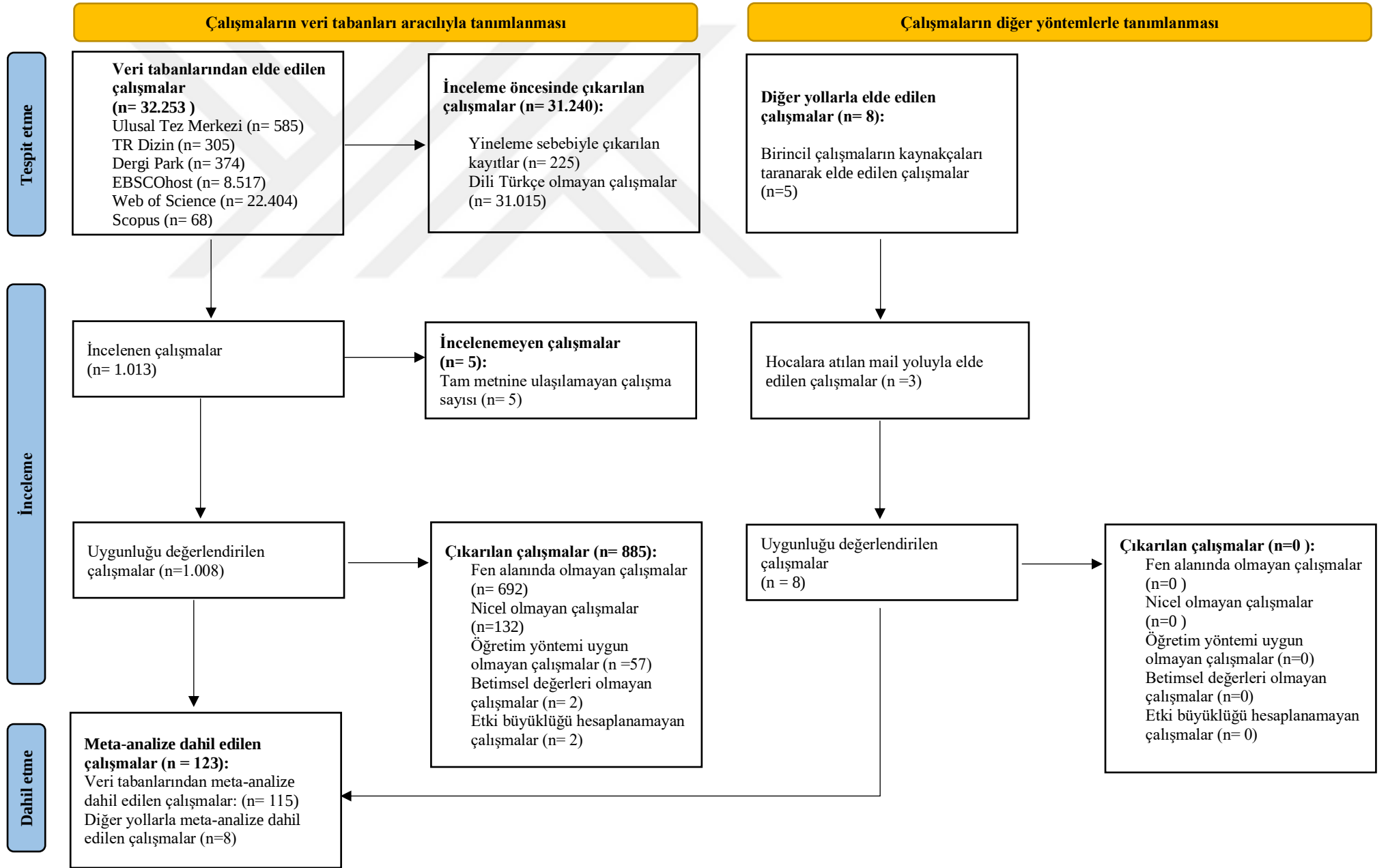
Bu bölümde, yapılan çalışma kapsamında meta-analize dahil edilen çalışmaların nasıl seçildiği, bağımlı değişken olan “fen başarısı” için betimsel istatistik değerleri, ana analiz bulguları, orman grafikleri, yayın yanlılığı değerlendirmesi, çalışma karakteristikleri ve ara değişken analizine ait bulgular yer almaktadır.

1. Çalışmaların Seçimi:

“Öğrenme Halkası Modellerinin Öğrencilerin Fen Başarısına Etkisi Var mıdır?” şeklinde araştırma sorusunu belirledikten sonra, Ulusal Tez Merkezi, TR Dizin, DergiPark, EBSCOhost, Web of Science ve Scopus veri tabanlarında belirlenen çeşitli anahtar kelimelerle meta-analize dahil edilecek birincil çalışmaları elde edebilmek için kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. EBSCOhost, Web of Science ve Scopus veri tabanlarına Artvin Çoruh Üniversitesi kütüphanesi aracılığıyla çevrim içi erişim sağlanmıştır.

Elde edilen çalışmaların seçim süreci PRISMA akış şeması ile detaylı şekilde verilmiştir. PRISMA akış şeması iki sütun ve üç satırdan oluşmaktadır. İlk sütunda tarama yapılan farklı veri tabanlarından elde edilen çalışmalar bulunurken ikinci sütunda diğer yollar ile yani birincil çalışmaların referansları incelenerek veya çalışmanın yazarlarına e-posta atılarak elde edilmiş çalışmalar yer almaktadır.

PRISMA’da yer alan ilk satır, farklı veri tabanlarından elde edilen toplam çalışma sayısını ve taramadan önce belirlenen kriterler çerçevesinde çıkarılan çalışma sayılarını göstermektedir. İkinci satırda, uygunluğu değerlendirilen çalışma sayısı ve bu süreçte elenen çalışmaların dahil edilme kriterlerine göre elenme sebepleri özetlenmektedir. Üçüncü satırda ise veri tabanları, referanslar ve iletişim yoluyla ulaşılan ve eleme sürecinin sonunda meta-analiz çalışmasına dahil edilmesine karar verilen toplam birincil çalışma sayısı yer almaktadır.



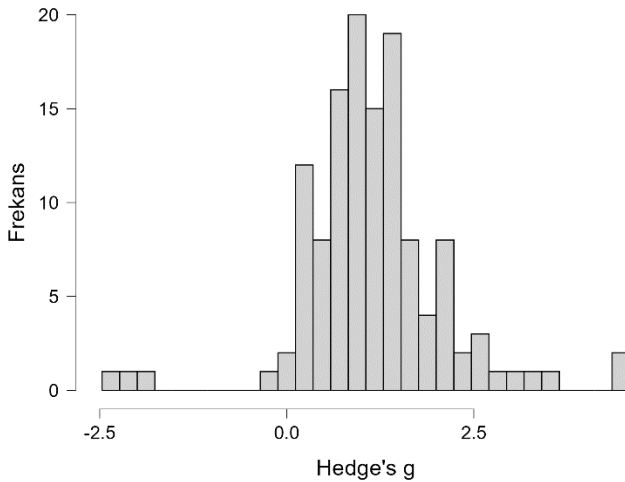
Şekil 5: Birincil Çalışmaların Edinim Sürecini Gösteren Akış Şeması. (PRISMA; Page at al. 2021)

Özetle, çeşitli veri tabanlarında yapılan taramalar sonucunda toplam 32.253 çalışma elde edilmiştir. Bu çalışmalardan Türkçe olmayan ve veri tabanlarında tekrar eden 31.240 çalışma elenmiştir. Belirlenen kriterler çerçevesinde değerlendirmeye alınabilecek 1.008 çalışma kalmıştır. Bu çalışmaların her biri ayrıntılı şekilde tek tek incelenmiştir. Tam metnine ulaşılamayan beş çalışma için ilgili yazarlara e-posta yoluyla ulaşılmaya çalışılmıştır. Ayrıca, etki büyüklüğü hesaplanamayan iki çalışma için de yazarlara e-posta atılmıştır. Ardından birincil çalışmaların referansları incelenerek beş yeni çalışmaya ulaşılmıştır.

Sonuç olarak, etki büyüklüğü hesaplanamayan çalışmalar için yazarlardan dönüş olmadığı için tüm bu tarama ve eleme işlemleri sonucunda meta-analize dahil edilen çalışma sayısı 123 olarak belirlenmiştir.

2. Betimsel İstatistikler

Öğrenme halkası modelinin fen eğitiminde kullanımının öğrenci başarısı üzerindeki genel etkisinin hesaplanabilmesi için yapılan bu meta-analize 123 birincil çalışma dahil edilmiştir. Bu çalışmalardan üçünde birden fazla etki büyüklüğü raporlandığı için toplamda 127 etki büyüklüğü değeri hesaplanmıştır. Şekil 6'da JASP yazılımı kullanılarak oluşturulan ve bu çalışmalara ait etki büyüklüklerinin dağılımını gösteren histogram görülmektedir. Dağılımdaki etki büyüklüğü değerleri -2,243 ile 4,574 arasında değişmektedir.



Şekil 6: Meta-Analize Dahil Edilen Etki Büyüklüklerinin Dağılımını Gösteren Histogram.

3. Ana Analiz

Ana analiz kısmında öncelikle birincil çalışmalardan elde edilen etki büyüklüğü dağılımını kullanarak genel etki büyüklüğü değeri hesaplanmıştır. Daha sonra elde

ettiğimiz etki büyüklüğü dağılımının genişliği, yani heterojenliği ile ilgili analizler yapılmıştır. Ardından, yayın yanlılığını kontrol edilmiş ve hassasiyet analizi yapılmıştır. Bu analizler sonucunda iki olası uç değer, etki büyüklüğü dağılımını dramatik ölçüde etkilediği için çıkarılmıştır. Bu kısım ile ilgili raporlar Tablo 6’da ayrıntılı olarak belirtilmiştir.

3.1 Genel Etki Büyüklüğü Bulguları

Meta-analiz sonucunda, öğrenme halkası modelinin fen başarısı üzerindeki genel etkisini gösteren Hedges g değeri 1,21 olarak hesaplanmıştır. Genel olarak, etki büyüklüğü yorumlanırken küçük ($d \approx 0,2$), orta ($d \approx 0,5$) ve büyük ($d \geq 0,8$) şeklinde sınıflandırılmaktadır (Cohen 1988). Tablo 3’te görüldüğü gibi bu değer istatistiksel olarak anlamlı ($t = 14,027$, $df = 116,099$, $p < 0,001$) ve büyük bir etki büyüklüğüne karşılık gelmektedir. Yani, bu bulgular, öğrenme halkası modelinin fen başarısı üzerindeki etkisinin sadece istatistiksel olarak anlamlı değil, aynı zamanda güçlü olduğunu göstermektedir. Ayrıca standart hata değerinin 0,080 gibi düşük bir değer olması ve bu değer kullanılarak hesaplanan güven aralığı değerinin $[0,963; 1,279]$ oldukça dar olması bu tahminin güvenilirliğini desteklemektedir.

Tablo 3: Genel Etki Büyüklüğü Testi Sonuçları.

Etki Büyüklüğü	Standart Hata	t	df	p	% 95 Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
1,121	0,080	14,027	116,099	< ,001	0,963	1,279

3.2 Heterojenlik Bulguları

Etki büyüklüklerinin çalışmalar arasındaki dağılımı incelendiğinde, istatistiksel olarak anlamlı düzeyde heterojenlik olduğu tespit edilmiştir. Tablo 4’te görüldüğü gibi, Q istatistiği değeri istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($Q = 1012,180$; $df = 126$; $p < 0,001$). Bu anlamlı Q değeri, heterojenliğin istatistiksel olarak anlamlı ve sıfırdan farklı olduğunu gösterir. Diğer bir ifadeyle, etki büyüklükleri arasında rastgele varyasyon dışında sistematik farklar bulunduğu işaret eder. Bu farklar; örneklem özellikleri, uygulama süresi, öğretim seviyesi gibi çalışmalara özgü faktörlerden kaynaklanabilir.

Tablo 4: Heterojenlik Testi Sonuçları.

Q_e	df	p
1012,180	126	< ,001

Diğer heterojenlik ölçüleri olan τ , τ^2 ve I^2 değerleri ve %95 tahmin aralığı Tablo 5’de sunulmuştur. I^2 değeri; çalışmalar arası varyansın toplam varyansa oranıdır. Yani, heterojenliğin toplam varyans içerisindeki oranını gösterir. Bu değer 90,68 olduğu görülmektedir. Toplam varyansın %90’ının çalışmalar arasındaki heterojenlikten kaynaklı olduğunu göstermektedir. Bu çok büyük değerdir ancak bu değer bir oran olduğu unutulmamalıdır; heterojenliğin gerçek büyüklüğünü göstermez.

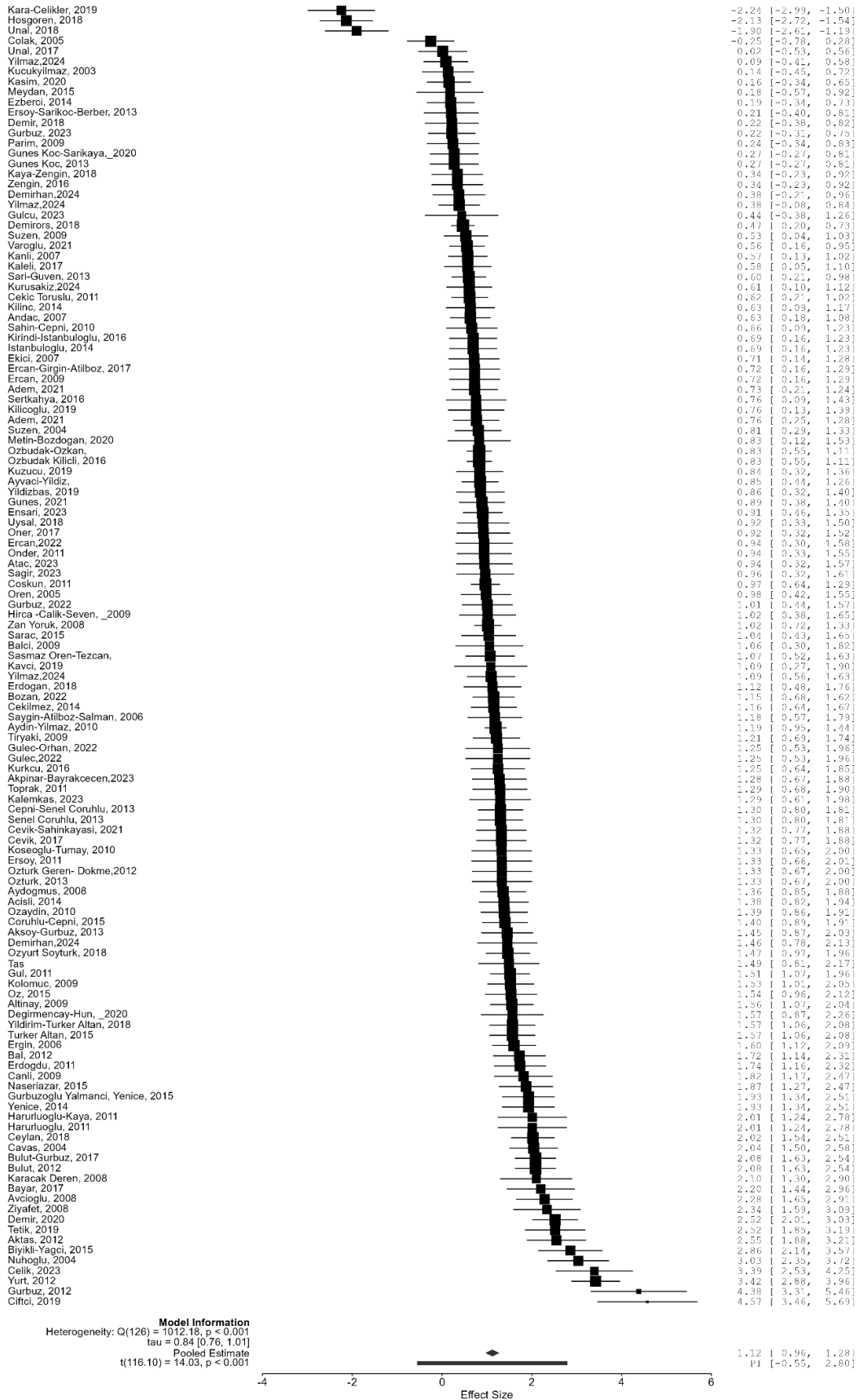
Heterojenlikte gerçek büyüklük için τ^2 değeri yorumlanır. Bu değer, çalışmalar arası varyansı verir. Yani heterojenliğin doğrudan bir ölçüsüdür. Tablo 5’de görüldüğü gibi bu meta-analiz için τ^2 değeri 0,709 olarak hesaplanmıştır. Etki büyüklüğü cinsinden bir değer olan τ değeri ise dağılımın standart sapmasıdır ve bu meta-analiz için 0,842 olarak bulunmuştur. Bu değerler büyük bir heterojenliğe işaret etmektedir. Ayrıca τ değeri kullanılarak hesaplanan tahmin aralığının [-0,554; 2,796] çok geniş olması, öğrenme halkası modelinin farklı çalışmalardaki etkisinin önemli ölçüde değişebileceğini, hatta bazı bireysel çalışmalarda negatif bir etki büyüklüğüne sahip olabileceğini göstermektedir.

Tablo 5: Meta-Analize Dayalı Tahmini Değerler Sonuçları.

	Tahmini Değer	95% Güven Aralığı		95% Tahmin Aralığı	
		Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır
Etki Büyüklüğü	1,121	0,963	1,279	-0,554	2,796
τ	0,842	0,757	1,013		
τ^2	0,709	0,572	1,026		
I^2	90,681	88,704	93,371		

Not: 123 küme bulunmakta olup, her küme için en az/orta/en fazla tahmin sayısı 1/1/3’tür.

Etki büyüklüklerinin dağılımındaki bu heterojenliği görselleştirmek amacıyla rastgele etkiler modeli kullanılarak Şekil 7’deki orman grafiği çizdirilmiştir. Bu grafikte, 123 birincil çalışma için etki büyüklüğü değerleri, bu değerler için güven aralıkları ve ortalama etki büyüklüğü görülmektedir. Ayrıca, etki büyüklüklerini temsil eden dörtgenlerin alanları, çalışmalara atanan ağırlıklarla doğru orantılı olacak şekilde çizilmiştir. Orman grafiğinde, etki büyüklükleri değerleri küçükten büyüğe olacak şekilde sıralandırılmıştır. Bu grafik, birincil çalışmalar arasında belirgin bir heterojenlik olduğunu görsel olarak desteklemektedir.



Şekil 7: Başarı İçin Orman Grafiği.

4. Hassasiyet Analizi

Heterojenlik analizlerinin ardından meta-analiz bulgularının dayanıklılığını ve genel etkiyi veya heterojenliği çok fazla etkileyen çalışmanın olup olmadığını tespit etmek amacıyla hassasiyet analizi yapılmıştır. Tablo 6, olası uç değerleri veya etkili çalışmaları belirlemek için kullanılan çeşitli değerleri sunmaktadır. Bu değerler incelendiğinde, beş çalışmanın potansiyel olarak etkili olabileceği görülmüştür.

Tablo 6: Başarı İçin Hassasiyet Analizi Sonuçları.

Çalışmanın Çıkarılmış Hali								
Standartlaştırılmış Artık Değer	Etki Ölçütü	Cook's Mesafesi	Kovaryans Oranı	τ	τ^2	Q_e	Tahmini Değer Etkisi	Ağırlık
-3,738	-0,309	0,086	0,908	0,789	0,623	900,840	0,008	0,786
3,429	0,278	0,072	0,923	0,808	0,653	973,758	0,006	0,608
-3,344	-0,272	0,068	0,928	0,802	0,644	946,181	0,007	0,748
3,272	0,269	0,068	0,931	0,810	0,656	974,834	0,006	0,623
-3,728	-0,298	0,080	0,908	0,793	0,629	937,424	0,007	0,736

Not: Tahminler kümelenmemiş modele dayanmaktadır.

Hassasiyet analizi sonuçlarına göre, Çiftçi (2019) ve Gürbüz (2012) çalışmalarının genel etki büyüklüğünü ve heterojenliği önemli ölçüde etkileyen uç değerler olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, daha dayanıklı sonuçlar elde etmek amacıyla bu iki çalışma veri setinden çıkarılmıştır. Uç değer kabul edilen bu iki çalışma çıkarıldıktan sonra analizler tekrarlanmıştır. İki uç değer çıkarılmasıyla elde edilen ana analiz bulguları Tablo 7’de sunulmuştur. Yeni genel etki büyüklüğü 1,078 olarak tahmin edilmiştir ($t = 14,434$; $df = 114,151$; $p < 0,001$). Cohen (1988) ölçütlerine göre bu değer halen büyük bir etki büyüklüğüne işaret etmektedir (Cohen, 1988). Genel etki büyüklüğü için %95 güven aralığı [0,930; 1,226] olarak değişmiştir. Bu aralık, uç değerler çıkarılmadan önceki aralık [0,963; 1,279] değerlerine oldukça benzer olmakla birlikte, hassasiyetin biraz daha artarak tahminin biraz daha daraldığını göstermektedir.

Tablo 7: Uç Değerler Çıkarıldıktan Sonra Genel Etki Büyüklüğü Testi Sonuçları.

%95 Güven Aralığı						
Etki Büyüklüğü	Standart Hata	t	df	p	Alt Sınır	Üst Sınır
1,078	0,075	14,434	114,151	< ,001	0,930	1,226

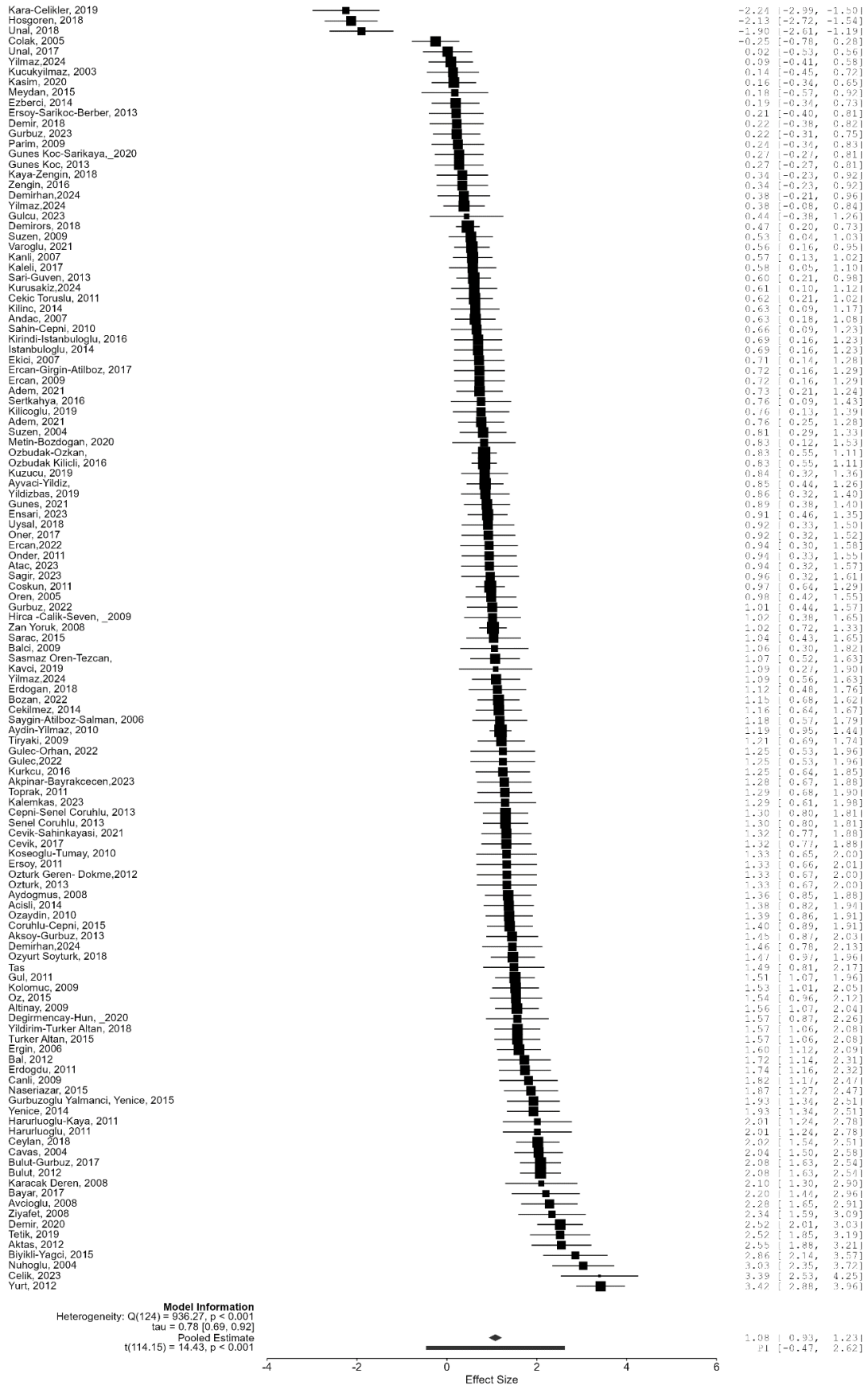
Uç değerler çıkarıldıktan sonra yeni heterojenlik değerleri Tablo 8’de görülmektedir. τ (0,776), τ^2 (0,602) ve I^2 (%89,312) değerlerinde değişiklikler gözlenmiş olsa da, istatistiksel olarak anlamlı ve geniş bir heterojenliğin devam ettiği görülmektedir.

Tablo 8: Uç Değerler Çıkarıldıktan Sonra Heterojenlik Testi Sonuçları.

	Tahmin Değeri	95% Güven Aralığı		95% Tahmin Aralığı	
		Alt Sınır	Üst Sınır	Alt Sınır	Üst Sınır
Etki Büyüklüğü	1,078	0,930	1,226	-0,465	2,622
τ	0,776	0,686	0,919		
τ^2	0,602	0,470	0,844		
I^2	89,312	86,723	92,143		

Not: 121 küme bulunmakta olup, her küme için en az/orta/en fazla tahmin sayısı 1/1/3’tür.

Uç değer olan iki çalışma çıkarıldıktan sonra orman grafiği Şekil 8’deki gibi düzenlenmiştir. Sonuç olarak, hassasiyet analizi bulguları, uç değerlerin genel etki büyüklüğü tahminini bir miktar etkilediğini (1,121’den 1,078’e düşüş) ancak istatistiksel olarak anlamlı ve büyük bir etki büyüklüğü değerinin korunduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, uç değerler çıkarıldığında dahi, çalışmalar arasındaki farklılıkların önemli düzeyde kaldığı, yani heterojenliğin devam ettiği görülmüştür.

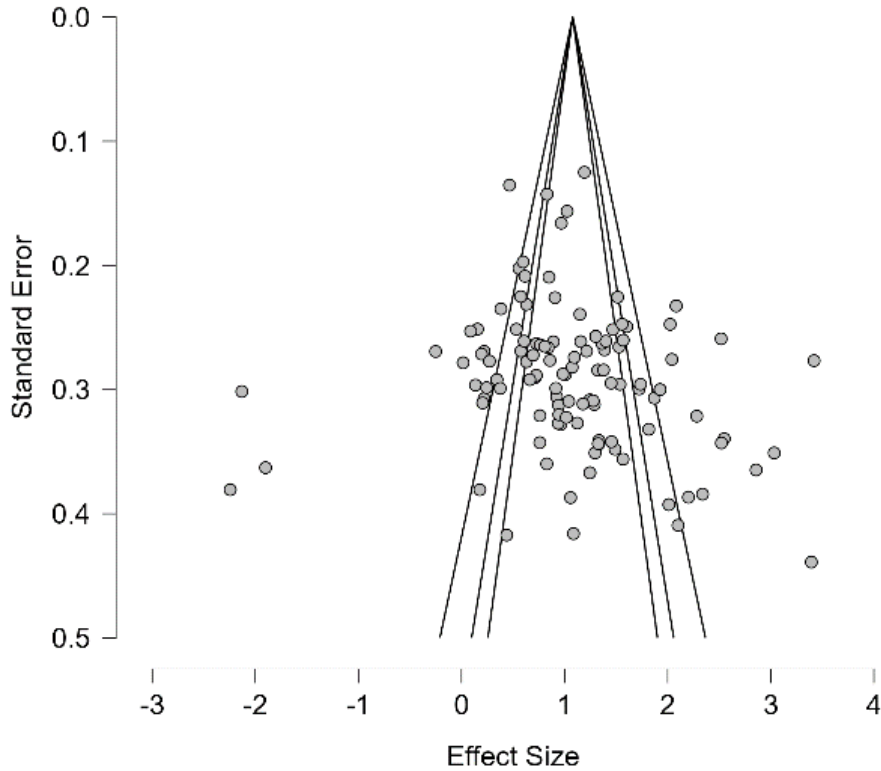


Şekil 8: Başarı İçin Uç Değerler Çıkarıldıktan Sonra Orman Grafiği.

5. Yayın Yanlılığı

Yayın yanlılığı, genellikle istatistiksel olarak anlamlı sonuçlara sahip çalışmaların yayımlanma olasılığının, anlamlı sonuç vermeyen çalışmalara kıyasla daha yüksek olmasından kaynaklanır. Borenstein ve diğerleri (2009), yayın yanlılığını, “uygulama etkileri yüksek olan çalışmaların uygulama etkisi daha düşük olan çalışmalara göre yayımlanmasının daha olası” olmasından kaynaklı problem olarak açıklamışlardır (Borenstein, Hedges, Higgins vd. 2009). Bu durum, meta-analiz sonuçlarının gerçeği tam olarak yansıtmamasına ve belirli bir hipotezin olduğundan daha güçlü veya zayıf görünmesine yol açabilir (Rothstein, Sutton ve Borenstein, 2005).

Yayın yanlılığını değerlendirmek ve potansiyel etkisini tahmin etmek için birçok yöntem bulunmaktadır. Bunlardan en önemlisi huni grafiğidir. Bu meta-analize dahil edilen etki büyüklüklerinin ve karşılık gelen standart hataların kullanılarak çizilen huni grafiği Şekil 9’da verilmiştir. Bu huni grafiği incelendiğinde dağılımın sol tarafında bazı çalışmaların eksik olduğu, yani sağa doğru hafif çarpık bir dağılımın olduğu görülmektedir.



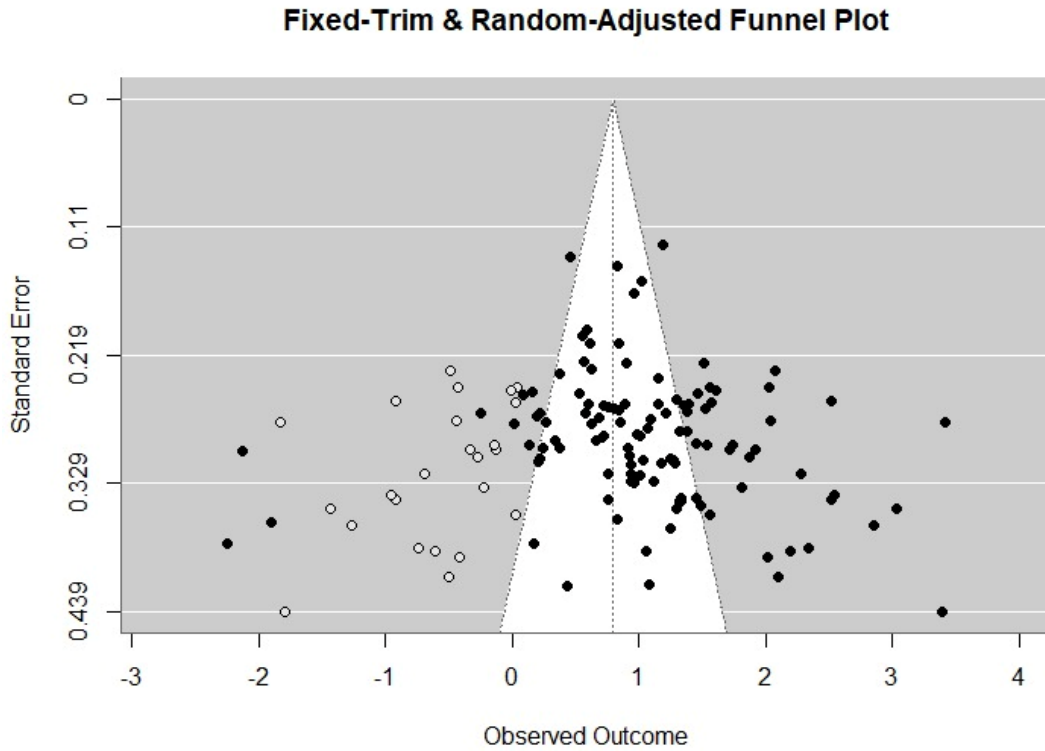
Şekil 9: Başarı İçin Huni Grafiği.

Görsel olarak tespit edilen bu çarpıklığın nicel olarak değerlendirilebilmesi için bir meta-regresyon testi yapılmıştır. Tablo 9’da görüldüğü gibi 125 çalışma üzerinden yapılan test sonucunda, asimetrisinin istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ancak p değerinin 0,05 anlamlılık düzeyine yakın olduğu bulunmuştur ($z = 1,805$; $p = 0,071$).

Tablo 9: Huni Grafiği Asimetrisi İçin Meta-Regresyon Testi.

Asimetri Test			Limit Tahmini		
Tahmin Değeri	z	p	Tahmin Değeri	Alt Sınır 95% GA	Üst Sınır 95% GA
125	1,805	0,071	0,423	-0,303	1,149

Bu nedenle yayın yanlılığının olası etkisini düzeltmek için Kes ve Ekle yöntemi kullanılmıştır. R yazılımı kullanılarak yapılan bu analizde, Şekil 10’da görüldüğü gibi, asimetriyi gidermek amacıyla 28 çalışma eklenmiş ve bu düzeltme sonucunda genel etki büyüklüğü 0,786 olarak hesaplanmıştır. Grafikte içi boş olan yuvarlaklar sonradan eklenen çalışmaları göstermektedir. Düzeltilmiş etki büyüklüğü değerinin daha küçük olması, olası bir yayın yanlılığının sonuçları bir miktar etkilemiş olabileceğine işaret etmektedir.



Şekil 10: Kes Ekle Yöntemi Huni Grafiği.

Bu meta-analizde, geleneksel olarak yaygın şekilde kullanılan bu analizlerin yanında, daha güncel bir yayın yanlılığı analizi olan “seçim modelleri” (selection models) kullanılarak da düzeltilmiş etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Tablo 10’da görüldüğü gibi bulgular heterojen dağılımlar için de yayın yanlılığına işaret etmektedir ($p < 0,001$).

Tablo 10: Yayın Yanlılığı Testi.

	ChiSq	df	p
Homojenlik Varsayımı	14,427	1	< ,001
Heterojenlik Varsayımı	20,250	1	< ,001

Not. Yalnızca aşağıdaki tek taraflı p değeri eşikleri kullanılmıştır: 0.025.

Bu tür yanlılıklar, genel etki büyüklüğünün olduğundan yüksek görünmesine neden olabilir. Bu nedenle, yayın yanlılığının genel etki büyüklüğü tahmini üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla, seçim modelleri kullanılarak düzeltilmiş bir etki büyüklüğü tahmini yapılmıştır. Tablo 11’de görüldüğü gibi rastgele etkiler modeline dayalı bu analizde, uç değerler çıkarıldıktan sonraki genel etki büyüklüğü 1,078 iken, yanlılık için düzeltilmiş etki büyüklüğü tahmini 0,548 olarak bulunmuştur.

Tablo 11: Ortalama Tahminler (μ).

	Tahmin Değeri	Standart Hata	z	p	95% Güven Aralığı	
					Alt Sınır	Üst Sınır
Düzeltilmemiş Değer	1,078	0,074	14,596	< ,001	0,933	1,223
Düzeltilmiş Değer	0,548	0,186	2,946	0,003	0,184	0,913

Not: Yalnızca aşağıdaki tek taraflı p değeri kesme değerleri kullanılmıştır: 0,025.

Düzeltilmiş etki büyüklüğü değerindeki bu belirgin düşüş, yayın yanlılığının genel etki tahmini üzerinde önemli bir etkisinin olabileceğini göstermektedir. Yani, sonuçlar yorumlarken yayın yanlılığının olası etkisi göz önünde bulundurulmalıdır. Ancak, yayın yanlılığı için düzeltme yapıldığında dahi (düzeltilmiş etki büyüklüğü = 0,548), etki büyüklüğü Cohen (1988) ölçütlerine göre orta düzeyde kalmaktadır (Cohen, 1988). Bu durum, uygulanan yöntemin etkili olduğunu ancak sonuçların dikkatle değerlendirilmesi gerektiğini gösterir.

Sonuç olarak, farklı yöntemler yayın yanlılığına ilişkin farklı bulgular sunmuştur. Huni grafiği görsel olarak asimetrik bir görüntü sunsa da ilgili istatistiksel test istatistiksel olarak anlamlı bir asimetri olmadığını göstermiştir. Diğer taraftan hem kes ve ekle yöntemi hem de seçim modelleri yöntemi ile yapılan analizler olası bir yayın yanlılığının varlığına işaret etmiştir. Bu potansiyel yanlılık için düzeltme yapıldığında, her iki yöntem sonucunda da genel etki büyüklüğü bir miktar azalmıştır. Bu durum, öğrenme halkası modelinin fen başarısı üzerindeki etkili olduğunu, ancak yayın yanlılığı potansiyeli göz önüne alındığında bulguların dikkatle yorumlanması gerektiğini düşündürmektedir.

6. Çalışma Karakteristikleri

Öğrenme halkası modellerinin kullanımının fen başarısında ne derece etkili olduğunu belirlemek için yapılan bu meta-analiz çalışmasında büyük bir ortalama etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Ancak, yapılan heterojenlik analizleri etki büyüklüğü dağılımlarının oldukça heterojen olduğunu göstermektedir. Bu heterojenliğin kaynaklarını açıklayabilmek ve farklılıkların neden kaynaklandığını araştırabilmek amacıyla çeşitli çalışma özellikleri ara değişken olarak kodlanmıştır. Ara değişkenler beş kategoride gruplandırılmıştır. Bunlar yayın, örneklem, araştırma deseni, uygulama ve ölçüm karakteristikleri şeklindedir.

Bağımlı değişken olan “*fen başarısı*” için, her bir çalışma karakteristiği ile ilgili alt gruplarda yer alan çalışma sayısı, çalışma sayısının yüzdesi, hesaplanan ortalama etki büyüklüğü ve %95 güven aralığı değerleri Tablo 12’de gösterilmektedir.

Tablo 12: Çalışma Karakteristikleri İstatistikleri Tablosu.

Kategoriler	Değişkenler	Alt Gruplar	Çalışma Sayısı (k)	Yüzde %	Etki Büyüklüğü (g)	%95 Güven Aralığı
Yayın Karakteristikleri	Yayın Türü	Bildiri	0	0%	-	-
		Doktora Tezi	26	22%	1,256	0,945-1,568
		Makale	33	26%	1,073	0,796-1,349
		Yüksek Lisans Tezi	64	52%	1,087	0,840-1,334
	Çalışma Yılı	Ortalama-1SD	-	-	1,209	0,969-1,448
		Ortalama	-	-	1,121	0,964-1,278
		Ortalama+1SD	-	-	1,033	0,822-1,244
Örneklem Karakteristikleri	Araştırmanın Yapıldığı Bölge	Akdeniz	7	6%	0,965	0,019-1,910
		Doğu Anadolu	27	21%	1,325	0,876-1,775
		Ege	6	5%	1,138	0,266-2,010
		Güneydoğu Anadolu	3	2%	0,378	-0,977-1,734
		İç Anadolu	38	30%	1,190	0,915-1,464
		Karadeniz	20	16%	0,851	0,316-1,387
		Marmara	20	16%	1,178	0,932-1,424
		Belirtilmemiş	6	5%	1,032	0,403-1,661
	Okul Türü	Devlet	122	96%	1,105	0,944-1,266
		Özel	4	3%	1,421	-0,232-3,074
		Belirtilmemiş	1	1%	1,871	0,028-3,714
	Sosyoekonomik Durum	Düşük	0	0%	-	-
		Orta	6	5%	0,727	0,312-1,141
		Yüksek	0	0%	-	-
		Belirtilmemiş	121	95%	1,141	0,975-1,306
	Öğrenim Seviyesi	İlköğretim	83	65%	0,943	0,714-1,173
		Lise	29	23%	1,389	1,106-1,672
		Lisans	15	12%	1,418	1,063-1,772
		Lisansüstü	0	0%	-	-
		Ortalama-1SD	-	-	1,010	0,691-1,329
	Deney Grubu Kadın Yüzdesi	Ortalama	-	-	1,052	0,819-1,285
		Ortalama+1SD	-	-	1,094	0,780-1,409
		Ortalama-1SD	-	-	1,114	0,900-1,328
	Toplam Örneklem Büyüklüğü	Ortalama	-	-	1,121	0,962-1,280
		Ortalama+1SD	-	-	1,128	0,932-1,324

Tablo 12 (Devam): Çalışma Karakteristikleri İstatistikleri Tablosu.

Araştırma Deseni Karakteristikleri	Deneyssel Tasarım	Gerçek Deneyssel	0	0%	-	-
		Yarı Deneyssel	127	100%	1,121	0,960-1,282
	Örnekleme Yöntemi	Amaçlı	5	4%	0,652	0,162-1,142
		Basit	6	5%	0,605	-0,875-2,085
		Küme	89	70%	1,203	1,022-1,384
		Rastgele	5	4%	0,539	0,402-0,675
		Uygun	19	15%	1,115	0,625-1,606
		Belirtilmemiş	3	2%	1,556	0,510-2,601
	Öğretmen Eğitimi	Evet	19	15%	1,347	0,755-1,939
		Hayır	1	1%	0,857	0,857-0,857
		Belirtilmemiş	107	84%	1,556	0,641-2,471
	Araştırmacı Etkisi	Deney Grubunda Öğretmen	9	7%	1,344	0,606-2,081
		Her İki Grupta Öğretmen	48	38%	1,209	0,994-1,423
		Kontrol Grubunda Öğretmen	0	0%	-	-
		Öğretmen Değil	60	47%	1,021	0,748-1,293
		Belirtilmemiş	10	8%	1,23	0,546-1,699
	Öğretmen Etkisi	Her İki Grupta Aynı	86	68%	1,244	1,057-1,431
		Her İki Grupta Aynı Değil	31	24%	0,794	0,426-1,161
		Belirtilmemiş	10	8%	1,123	0,804-1,441
Uygulama Karakteristikleri	Uygulanan Yöntem	3E	2	2%	1,521	-4,436-7,478
		5E	104	82%	1,038	0,868-1,208
		7E	16	13%	1,440	0,936-1,944
		Diğer	5	4%	1,687	0,346-3,029
	Yönteme Başka Yöntem Entegre Edilmiş mi?	Evet	39	31%	0,924	0,659-1,189
		Hayır	88	69%	1,210	1,014-1,405
	Laboratuvar Ortamı Kullanılmış mı?	Evet	25	20%	1,236	0,867-1,605
		Hayır	102	80%	1,093	0,916-1,270
	Laboratuvar Deney Yapılmış mıdır?	Evet	21	17%	1,270	0,838-1,702
		Hayır	102	80%	1,081	0,906-1,257
		Belirtilmemiş	4	3%	1,354	-0,192-2,900
	Öğretim Şekli	Online	0	0%	-	-
		Yüz yüze	127	100%	1,121	0,960-1,282
	Uygulama Süresi	0 ile 4 hafta arasında olanlar	51	40%	1,109	0,827-1,391
		4 ile 8 hafta arasında olanlar	43	34%	1,029	0,772-1,286
		8 haftadan fazla olanlar	10	8%	1,446	0,775-2,117
		Belirtilmemiş	23	18%	1,184	0,821-1,546
Sınıf Büyüklüğü		Ortalama-1SD	-	-	1,146	0,926-1,366
		Ortalama	-	-	1,105	0,904-1,305
		Ortalama+1SD	-	-	1,063	0,746-1,380

Tablo 12 (Devam): Çalışma Karakteristikleri İstatistikleri Tablosu.

Uygulama Karakteristikleri	Konu Alanı	Astronomi	9	7%	1,194	0,711-1,677
		Biyoloji	25	20%	1,384	1,118-1,650
		Fen	26	20%	0,901	0,502-1,299
		Fizik	37	29%	1,185	0,901-1,469
		Kimya	30	24%	0,990	0,575-1,405
		Diğer	0	0%	-	-
	Ünite Konu	Asit ve Bazlar	3	2%	-0,336	-1,311-0,638
		Atom ve Periyodik Cetvel	4	3%	1,180	0,317-2,043
		Basınç ve Kaldırma Kuvveti	3	2%	0,716	-0,268-1,700
		Besinlerimiz	2	2%	0,905	-0,327-2,137
		Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme	5	4%	1,255	0,484-2,027
		Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme İş, Güç ve Enerji	2	2%	-0,137	-1,363-1,089
		Çevre Bilimi	1	1%	0,438	-1,387-2,263
		Çözeltiler, Karışımlar ve Tepkimeler	12	9%	1,468	0,967-1,970
		Doğal Süreçler	1	1%	2,201	0,404-3,998
		Elektrik	12	9%	1,689	1,182-2,195
		Fiziksel ve Kimyasal Değişim	1	1%	0,808	-0,896-2,511
		Hücre, Hücre Bölünmesi ve Kalıtım	12	9%	1,393	0,898-1,888
		Işık ve Ses	12	9%	0,919	0,424-1,414
		İnsan ve Çevre	3	2%	0,929	-0,077-1,934
		İş, Güç ve Enerji	6	5%	0,792	0,098-1,487
		İş, Güç ve Enerji Maddenin Yapısı ve Özellikleri	2	2%	0,729	-0,510-1,968
		Kuantum Teorisi	2	2%	0,751	-0,431-1,933
		Kuvvet ve Hareket	10	8%	1,307	0,766-1,848
		Kuvvet ve Hareket İş, Güç ve Enerji	3	2%	0,518	-0,462-1,497
		Kuvvet ve Hareket Maddenin Yapısı ve Özellikleri	2	2%	0,116	-1,101-1,334
		Maddenin Yapısı ve Özellikleri	11	9%	0,777	0,255-1,299
		Maddenin Yapısı ve Özellikleri Çözeltiler, Karışımlar ve Tepkimeler	1	1%	1,567	-0,203-3,338
		Omurgalılar	1	1%	1,058	-0,739-2,855
		Tohum, Meyve ve Çiçek	2	2%	2,012	0,737-3,286
		Vücudumuzdaki Sistemler	4	3%	1,509	0,661-2,357
		Vücudumuzdaki Sistemler ve Madde	1	1%	2,858	1,080-4,636
		Yer Kabuğu, Dünya ve Evren	9	7%	1,194	0,619-1,769

Tablo 12 (Devam): Çalışma Karakteristikleri İstatistikleri Tablosu.

Ölçüm Karakteristikleri	Ölçüm Aracını Kim Hazırladı	Araştırmacı	107	84%	1,134	0,958-1,310
		Hazır	19	15%	1,035	0,623-1,447
		Belirtilmemiş	1	1%	1,400	1,400-1,400
	Ölçüm Aracı Soru Çeşidi	Açık Uçlu	12	9%	1,298	0,831-1,764
		Çoktan Seçmeli	106	83%	1,087	0,914-1,260
		Her İkisi	6	5%	1,468	-0,011-2,948
	Ölçüm Aracının Geçerliliği Hesaplanmış mı?	Belirtilmemiş	3	2%	0,971	-0,117-2,059
		Evet	105	83%	1,140	0,911-1,319
		Hayır	3	2%	0,435	-0,688-1,559
	Ölçüm Aracı Güvenirliği Hesaplanmış mı?	Belirtilmemiş	19	15%	1,128	0,741-1,516
		Evet	119	94%	1,124	0,958-1,290
		Hayır	2	2%	0,883	-7,428-9,194
	Güvenirlik Katsayısı	Belirtilmemiş	6	5%	1,158	0,365-1,951
		Ortalama-1SD	-	-	1,121	0,944-1,298
		Ortalama	-	-	1,127	0,962-1,293
		Ortalama+1SD	-	-	1,134	0,900-1,368
	Pilot Çalışma Yapılmış mı?	Evet	100	79%	1,162	0,979-1,345
		Hayır	2	2%	0,588	-4,137-5,313
		Belirtilmemiş	25	20%	1,000	0,651-1,350

Çalışma karakteristiği ile ilgili her bir kategori için bulguların özeti aşağıda verilmiştir:

Yayın karakteristikleri:

Yayın karakteristikleri analiz edildiğinde, öğrenme halkası modelinin fen başarısı üzerindeki etkisinin yayın türüne göre farklılık gösterdiği, ancak tüm yayın türlerinin istatistiksel olarak anlamlı ve büyük düzeyde etkiye sahip olduğu görülmüştür. Doktora tezleri ($g=1,256$), makale ($g=1,073$) ve yüksek lisans tezlerine ($g=1,087$) kıyasla biraz daha büyük bir ortalama etki büyüklüğü sunmaktadır. Çalışma yılı sürekli bir ara değişken olarak incelendiğinde, zamanla etki büyüklüğünde küçük bir düşüş eğilimi gözlenmiştir. Ancak, yıl değişkeni ortalamadan bir standart sapma küçük, ortalama ve ortalamadan bir standart sapma büyük şeklinde üç gruba ayrıldığında tüm etki büyüklüğü tahminlerinin büyük düzeyde olduğu görülmüştür.

Örneklem karakteristikleri:

Bu kategoride, araştırmanın yapıldığı bölge, okul türü, sosyoekonomik durum, öğrenim seviyesi, deney grubu kadın yüzdesi ve toplam örneklem büyüklüğü alt gruplarına

karşılık gelen etki büyüklüğü değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler çoğunlukla büyük etki büyüklüğüne karşılık gelmektedir.

Örneklem karakteristikleri arasında öğrenim seviyesi, etki büyüklüğünde belirgin bir farklılık yaratmaktadır. Lise ($g=1,389$) ve lisans ($g=1,418$) düzeyindeki uygulamalar, ilköğretim ($g=0,943$) düzeyine kıyasla daha büyük ortalama etki büyüklükleri sunmuştur. Araştırmanın yapıldığı bölgeler arasında Doğu Anadolu Bölgesi ($g=1,325$), Güneydoğu Anadolu ($g=0,378$; istatistiksel olarak anlamlı değil) gibi bazı bölgelere kıyasla daha büyük ortalama etki büyüklüğüne sahiptir. Okul türü incelendiğinde, devlet okulları ($g=1,105$) en çok çalışılan grup olup istatistiksel olarak anlamlı ve büyük bir etkiye sahiptir; özel okulların ($g=1,421$) etkisi büyük görünse de düşük çalışma sayısı ($k=4$) nedeniyle istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Sosyoekonomik durum değişkeninde tüm birincil çalışmalar orta düzeyde ($g=0,727$) ve belirtilmemiş grubunda ($g=1,141$) yer almaktadır. Bu nedenle bir kıyaslama yapılamamıştır. Deney grubu kadın yüzdesi ve toplam örneklem büyüklüğü gibi sürekli değişkenler, incelenen aralık boyunca etki büyüklüğünde anlamlı bir değişime neden olmamıştır.

Araştırma deseni karakteristikleri:

Bu kategoride, deneysel tasarım, örnekleme yöntemi, öğretmen eğitimi, araştırmacı etkisi, öğretmen etkisi alt gruplarına karşılık gelen etki büyüklüğü değerleri hesaplanmıştır. Bu değerler çoğunlukla büyük etki büyüklüğüne karşılık gelmektedir.

Deneysel tasarım açısından bir dağılım sağlanamamış ve çalışmalar yarı-deneysel tasarımda kümelenmiştir. Örnekleme yöntemleri arasında küme ($1,203$) ve uygun ($g=1,115$) örnekleme, diğer yöntemlere kıyasla daha büyük etki büyüklükleriyle ilişkilendirilmiştir. Öğretmen eğitimi almış olmak ($g=1,347$) ve araştırmacının deney grubunda öğretmen olması ($g=1,344$) durumları, diğer alt gruplara göre daha yüksek etkilere sahiptir. Ayrıca, öğretmenin deney ve kontrol gruplarında aynı olması ($g=1,244$), farklı olmasına ($g=0,794$) kıyasla belirgin şekilde daha yüksek bir etkiyle ilişkilidir.

Uygulama karakteristikleri:

Bu kategoride, uygulanan yöntem, uygulanan yöntemle başka bir yöntemin eklenip eklenmediği, laboratuvar ortamı, uygulama süresi, sınıf büyüklüğü, konu alanı, ünite alt gruplarına ait ortalama etki büyüklükleri değerleri verilmiştir. Bu kategori için de alt gruplarda genellikle büyük etki büyüklüğü değerlerinin olduğu görülmektedir.

Uygulama süresi önemli bir ara değişken olup, 8 haftadan uzun süren uygulamalar ($g=1,446$) daha kısa süreli uygulamalara kıyasla belirgin şekilde daha büyük etki yaratmıştır. Uygulanan yöntem çeşitleri arasında 7E ($g=1,440$), en yaygın kullanılan 5E ($g=1,038$) modeline göre daha büyük etki göstermiştir; 3E ($g=1,521$) ve diğer ($g=1,687$) grubundaki yöntemlerin etkileri büyük olsa da düşük çalışma sayıları ($k=2$ ve $k=5$) nedeniyle istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Yönteme başka bir yöntemin entegre edilmemesi ($g=1,210$), entegre edilmesine ($g=0,924$) göre daha büyük ortalama etki büyüklüğüne sebep olmuştur. Laboratuvar ortamı kullanımı ($g=1,236$) ve laboratuvar da deney yapılmış olması ($g=1,270$) durumları, kullanılmamasına göre biraz daha büyük etki büyüklükleriyle ilişkilendirilmiştir. Konu alanları arasında Biyoloji ($g=1,384$) istatistiksel olarak anlamlı diğer alanlara kıyasla daha büyük etki büyüklüğüne sahiptir. Ayrıca, ünite bazında belirgin farklılıklar gözlenmiş, özellikle Elektrik ($g=1,689$) ve Çözeltiler ($g=1,468$) üniteleri daha büyük etkilere sahipken, bazı ünitelerde daha küçük (örn. İş, Güç ve Enerji: $g=0,792$) veya istatistiksel olarak anlamsız etkiler (örn. Asit ve Bazlar: $g= -0,336$) bulunmuştur. Sınıf büyüklüğü gibi sürekli değişkenler, etki büyüklüğünde belirgin bir değişim göstermemiştir.

Ölçüm karakteristikleri:

Bu kategoride, ölçüm aracını kimin hazırladığı, ölçüm aracı soru çeşidi, ölçüm aracının geçerliği ve güvenirliği ile ilgili değerler ve pilot çalışma durumu değişkenlerindeki alt gruplara ait ortalama etki büyüklükleri değerleri verilmiştir. Bu kategori için de alt gruplarda genellikle büyük etki büyüklüğü değerlerinin olduğu görülmektedir.

Ölçme sürecine ilişkin faktörlerin etki büyüklüğünü etkileyebildiği görülmektedir. Ölçme aracının geçerliğinin ($g=1,140$) ve güvenirliğinin ($g=1,124$) hesaplanmış olması, hesaplanmamasına kıyasla daha büyük etki büyüklükleriyle ilişkilidir. Pilot çalışma yapılmış olması ($g=1,162$) da yapılmamasına ($g=0,588$; istatistiksel olarak anlamlı değil) göre daha büyük etkiye sahiptir. Ölçüm aracı soru tipi olarak, açık uçlu ($g=1,298$) sorular çoktan seçmeli testlere ($g=1,087$) kıyasla daha yüksek etki büyüklüğü sergilemiştir. Açık uçlu ve çoktan seçmeli soruların bir arada kullanıldığı karma testlerin etkisi ($g=1,468$) büyük olmasına rağmen küçük çalışma sayısı ($k=6$) ve geniş güven aralığı nedeniyle istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Ölçüm aracını kimin hazırladığı (Araştırmacı: $g=1,134$; Hazır: $g=1,035$) anlamlı bir fark yaratmamıştır. Güvenirlik katsayısı sürekli değişkeni, etki büyüklüğünde belirgin bir değişim göstermemiştir. Bazı alt gruplarda, özellikle düşük çalışma sayılarına sahip olanlarda istatistiksel olarak anlamlı olmayan etkiler gözlenmiştir.

7. Ara Değişken Analizi

Analizler sonucunda her ne kadar büyük genel etki büyüklüğü değeri elde edilmiş ise de çalışmaların etki büyüklüğü değerlerinde çok küçük, çok büyük ve negatif değerler yer almaktadır. Bu farklılıkların neden kaynaklandığını ve heterojenliğin olası sebebini gösterebilmek adına kapsamlı bir ara değişken analizi yapılmıştır. Ara değişken analizi ile kullanılan yöntemin hangi durumlarda daha iyi çalıştığını yorumlayabiliriz.

Ara değişken analizi için öncelikle her bir ara değişken kullanılarak basit meta-regresyon analizleri yapılmıştır. Tüm ara değişken analizleri için JASP 0.19.3.0 yazılımı kullanılmıştır. Basit meta-regresyon analizleri ile elde edilen bulgular Tablo 13'de ayrıntılı şekilde verilmektedir. Her bir analiz, ilgili ara değişkenin etki büyüklüğünü istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yordayıp yordamadığını (p) değerlendirmiş, bu değişkenin etki büyüklüğü değişkenliğinin yüzde ne kadarını açıkladığını (R^2) ve modelde kalan artık heterojenliği (τ^2) raporlamıştır.

Yayın Karakteristikleri

Yayın karakteristikleri incelendiğinde, çalışma yılı değişkeninin etki büyüklüğünü istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yordamadığı ve etki büyüklüğü dağılımındaki değişkenliğinin yalnızca %1'ini açıkladığı bulunmuştur ($p=0,183$). Benzer şekilde, yayın türü değişkeni ise etki büyüklüğünü istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yordamamış ($p=0,768$) ve değişkenliği açıklayamamıştır ($R^2=0$).

Örneklem Karakteristikleri

Örneklem karakteristikleri arasında öğrenim seviyesi, etki büyüklüğünün istatistiksel olarak anlamlı bir yordayıcısı olarak tespit edilmiştir ($p=0,020$). Öğrenim seviyesi, etki büyüklüğü değişkenliğinin %4,561'ini açıklamıştır. Araştırmanın yapıldığı bölge ($p=0,517$, $R^2=\%0$), okul türü ($p=0,539$, $R^2=\%0$), deney grubu kadın yüzdesi ($p=0,661$, $R^2=\%0$) ve toplam örneklem büyüklüğü ($p=0,582$, $R^2=\%0$) değişkenleri ise etki büyüklüğünü istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yordamamış ve değişkenliği açıklayamamıştır.

Araştırma Deseni Karakteristikleri

Araştırma deseni karakteristikleri incelendiğinde, örnekleme yöntemi etki büyüklüğünün istatistiksel olarak anlamlı bir yordayıcısı olarak bulunmuştur ($p=0,011$). Örnekleme yöntemi, değişkenliğin %2,112'sini açıklamıştır. Öğretmen etkisi değişkeni istatistiksel anlamlılığa yaklaşmış ($p=0,055$) ve değişkenliğin %3,659'unu açıklamıştır.

Araştırmacı etkisi ($p=0,197$, $R^2=\%1,394$) ve öğretmen eğitimi ($p=0,167$, $R^2=\%0$) değişkenleri ise etki büyüklüğünü anlamlı düzeyde yordamamıştır.

Tablo 13: Fen Başarısı İçin Basit Meta-Regresyon Analizi Sonuçları.

Çalışma Karakteristikleri	Ara Değişkenler	Etki Büyüklüğü Sayısı	df	p	Tau-Kare	R-Kare (R^2)
Yayın Karakteristikleri	Çalışma yılı	125	1	0,183	0,596	0,995
	Yayın türü	125	2	0,768	0,611	0,000
Örneklem Karakteristikleri	Araştırmanın yapıldığı bölge	119	6	0,517	0,630	0,000
	Okul türü	124	1	0,539	0,604	0,000
	Öğrenim seviyesi	125	2	0,020	0,574	4,561
	Deney grubu kadın yüzdesi	55	1	0,661	0,666	0,000
	Toplam örneklem büyüklüğü	125	1	0,582	0,607	0,000
	Örnekleme yöntemi	122	4	0,011	0,598	2,112
Araştırma Deseni Karakteristikleri	Öğretmen eğitimi	19	1	0,167	0,724	0,000
	Araştırmacı etkisi	115	2	0,197	0,640	1,394
	Öğretmen etkisi	115	1	0,055	0,625	3,659
Uygulama Karakteristikleri	Uygulanan yöntem	125	3	0,560	0,592	1,513
	Başka yöntem entegre edilmiş mi?	125	1	0,155	0,594	1,324
	Laboratuvar ortamı kullanılmış mı?	125	1	0,719	0,607	0,000
	Laboratuvarda deney yapılmış mı?	121	1	0,649	0,604	0,000
	Uygulama süresi	103	2	0,449	0,711	0,000
	Sınıf büyüklüğü	94	1	0,256	0,714	0,105
	Konu alanı	125	4	0,178	0,590	1,995
Ölçüm Karakteristikleri	Ölçüm aracını kim hazırladı?	124	1	0,800	0,612	0,000
	Ölçüm aracı soru çeşidi	122	2	0,618	0,623	0,000
	Ölçüm aracı geçerliliği hesaplanmış mı?	106	1	0,848	0,612	0,848
	Ölçüm aracı güvenilirliği hesaplanmış mı?	119	1	0,817	0,619	0,000
	Güvenirlilik katsayısı	118	1	0,945	0,620	0,000
	Pilot çalışma yapılmış mı?	100	1	0,396	0,607	0,000

Uygulama Karakteristikleri

Uygulama karakteristikleri kapsamında incelenen değişkenlerin hiçbirisi etki büyüklüğünün istatistiksel olarak anlamlı bir yordayıcısı olarak bulunmamıştır. Konu alanı ($p=0,178$, $R^2=\%1,995$), uygulanan yöntem ($p=0,560$, $R^2=\%1,513$) ve başka yöntemin entegre edilip edilememesi ($p=0,155$, $R^2=\%1,324$) değişkenliğin küçük bir kısmını açıklamıştır. Uygulama süresi ($p=0,449$, $R^2=\%0$), laboratuvar ortamının kullanılıp kullanılmaması ($p=0,719$, $R^2=\%0$), laboratuvar da deney yapılıp yapılmaması ($p=0,649$, $R^2=\%0$) ve sınıf büyüklüğü ($p=0,256$, $R^2=\%0,105$) değişkenleri ise etki büyüklüğündeki değişkenliği açıklamada etkili olmamıştır.

Ölçüm Karakteristikleri

Ölçüm karakteristikleri ile yapılan basit meta-regresyon analizlerinde incelenen değişkenlerin hiçbirisi etki büyüklüğünün istatistiksel olarak anlamlı bir yordayıcısı olarak bulunmamıştır. Ölçüm aracı geçerliliğinin hesaplanıp hesaplanmaması ($p=0,848$) değişkenliğin sadece $\%0,848$ 'ini açıklamıştır. Diğer değişkenler ise etki büyüklüğündeki değişkenliği açıklayamamıştır ($R^2=\%0$).

Genel olarak, yapılan basit meta-regresyon analizleri sonucunda öğrenim seviyesi ve örnekleme yöntemi değişkenlerinin öğrenme halkası modelinin fen başarısı üzerindeki etki büyüklüğündeki heterojenliği istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yordadığı bulunmuştur. Öğretmen etkisi değişkeni de istatistiksel anlamlılığa yaklaşmıştır ($p=0,055$). Bu değişkenler $\%2$ ile $\%5$ arasında bir heterojenlik açıklamaktadır. İncelenen diğer birçok ara değişken etki büyüklüğünü istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yordamamış veya değişkenliği açıklama oranları düşük kalmıştır. Bu durum, etki büyüklüklerindeki farklılıkların yani heterojenliğin karmaşık veya incelenmeyen diğer faktörlerden kaynaklanabileceğini düşündürmektedir.

Özetle, meta-regresyon analizlerinde öğrenim seviyesi, örnekleme yöntemi ve öğretmen etkisi değişkenleri öne çıkmaktadır. Öğrenim seviyesi açısından, İlköğretim düzeyindeki çalışmalar daha küçük bir etki ($g=0,943$, $k=83$, $\%95$ GA $[0,714;1,173]$) raporlarken, Lise ($g=1,389$, $k=29$, $\%95$ GA $[1,106;1,672]$) ve Lisans ($g=1,418$, $k=15$, $\%95$ GA $[1,063;1,772]$) düzeyindeki çalışmalar belirgin şekilde daha büyük etkilere işaret etmektedir. İlköğretim grubunun güven aralığı ile Lise ve Lisans gruplarının güven aralıklarının çakışmaması, bu seviyeler arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir. Örnekleme yöntemine bakıldığında, küme ($g=1,203$, $k=89$, $\%95$ GA $[1,022;1,384]$) ve uygun ($g=1,115$, $k=19$, $\%95$ GA $[0,625;1,606]$) örnekleme

yöntemlerini kullanan çalışmalar, rastgele ($g=0,539$, $k=5$, %95 GA [0,402;0,675]) ve amaçlı ($g=0,652$, $k=5$, %95 GA [0,162;1,142]) yöntemlere kıyasla daha yüksek etki büyüklükleri sergilemiştir. Basit örnekleme yönteminin etkisi ($g=0,605$, $k=6$, %95 GA [-0,875;2,085]) düşük çalışma sayısı nedeniyle istatistiksel olarak anlamlı değildir. Öğretmen etkisi değişkeni açısından, deney ve kontrol grubunda öğretmenin aynı olduğu durumlar ($g=1,244$, $k=86$, %95 GA [1,057;1,431]), öğretmenin aynı olmadığı durumlara ($g=0,794$, $k=31$, %95 GA [0,426;1,161]) kıyasla belirgin şekilde daha yüksek bir etkiye sahiptir.

Meta-regresyon analizlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir yordayıcı olarak bulunmayan bazı değişkenlerin alt grupları arasında da etki büyüklüğü farklılıkları gözlenmiştir. Yayın karakteristiklerinden çalışma yılı değişkeni sürekli bir değişken olup, etki büyüklüğü zamanla hafifçe azalma eğilimi göstermiştir (-1SD: $g=1,209$, Ortalama: $g=1,121$, +1SD: $g=1,033$). Araştırma deseni karakteristiklerinden araştırmacı etkisi değişkeni açısından, deney grubunda öğretmen olan ($g=1,344$, $k=9$) ve her iki grupta öğretmen olan ($g=1,209$, $k=48$) çalışmalar, araştırmacının öğretmen olmadığı durumlara ($g=1,021$, $k=60$) kıyasla daha yüksek etki büyüklükleri sergilemiştir. Uygulama karakteristiklerinden, uygulanan yöntem çeşitleri arasında 7E ($g=1,440$, $k=16$) yöntemi, en yaygın kullanılan 5E ($g=1,038$, $k=104$) yöntemine göre daha yüksek etkiler göstermiştir. Ancak 3E yönteminin etkisi ($g=1,521$, $k=2$) düşük çalışma sayısı nedeniyle belirsizdir. Başka yöntem entegre edilmeyen çalışmalar ($g=1,210$, $k=88$), entegre edilen çalışmalara ($g=0,924$, $k=39$) kıyasla daha yüksek etki büyüklüğüne sahiptir. Uygulama karakteristiklerinden konu alanı açısından, Biyoloji ($g=1,384$, $k=25$) Fen ($g=0,901$, $k=26$) ve Kimya ($g=0,990$, $k=30$) gibi diğer bazı alanlara kıyasla daha yüksek etki sergilemiştir. Sınıf büyüklüğü sürekli değişkeni incelendiğinde, etki büyüklüğünün sınıf büyüklüğü arttıkça çok hafif azaldığı görülmüştür (-1SD: $g=1,146$, Ortalama: $g=1,105$, +1SD: $g=1,063$). Ölçüm karakteristiklerinden ölçüm aracı geçerliğinin hesaplanmış olması ($g=1,140$, $k=105$), hesaplanmamasına ($g=0,435$, $k=3$) kıyasla daha yüksek etkiyle ilişkilidir. Belirtilen bu değişkenlerin her ne kadar basit meta-regresyon analizlerinde istatistiksel olarak anlamlı yordayıcılar olarak belirlenmemiş olsa da alt grupları arasındaki bu etki büyüklüğü farklılıkları, bu faktörlerin heterojenliğe potansiyel katkısına işaret etmektedir.

8. Çoklu Meta-Regresyon Analizi

Basit meta-regresyon analiz sonuçlarına göre etkili olduğu görülen ve çok fazla kayıp veri içermeyen üç değişken olan öğrenim seviyesi, öğretmen etkisi ve konu alanı ile çoklu meta-regresyon analizi yapılmıştır. Böylece üç ara değişkenin etkisi bir arada incelenebilmiştir. Yapılan çoklu meta-regresyon analizinde, üç çalışmanın sonuçları önemli ölçüde etkileyebileceği belirlenmiştir. Bu nedenle söz konusu üç çalışma (Hosgoren, 2018, Kara-Celikler, 2019, Yurt, 2012) etkili gözlem olarak değerlendirilmiş ve bu analiz için dışarıda bırakılmıştır.

Analiz sonuçları, modelin istatistiksel olarak anlamlı [$F(8; 38,36) = 3,05, p = 0,009$] olduğu görülmüştür. Modele ilişkin açıklanan varyans oranı (R^2) değeri %15,99 olarak hesaplanmıştır. Yani üç değişken bir arada toplam heterojenliğin yaklaşık %16'sını açıklayabilmiştir. Ayrıca, varyans enflasyon faktörü (VIF) değerleri öğrenim seviyesi için 1,49, öğretmen etkisi için 1,99 ve konu alanı için 2,36 olarak belirlenmiş ve kabul edilebilir seviyelerde olduğu görülmüştür.

Tablo 17'de görüldüğü gibi, meta-regresyon modelinde yer alan ara değişkenlerden öğretmen etkisinin etki büyüklükleri üzerinde istatistiksel olarak anlamlı [$F(1; 43,02) = 6,07, p = 0,018$] bir etkisi vardır. Ancak, basit regresyonda istatistiksel olarak anlamlı bulgulara sahip olan öğrenim seviyesinin (ilkokul, ortaokul, lise, üniversite) çoklu regresyondaki etkisi istatistiksel olarak anlamlı [$F(3; 28,70) = 1,97, p = 0,141$] bulunmamıştır. Son olarak, konu alanının [$F(4; 37,10) = 1,84, p = 0,141$] etki büyüklüğü üzerindeki etkisi de istatistiksel olarak anlamlı değildir.

Tablo 14: Çoklu Meta-Regresyon Bulguları

	F	df ₁	df ₂	p
Öğrenim Seviyesi	1.968	3	28.696	0.141
Öğretmen Etkisi (Aynı-Aynı Değil)	6.068	1	43.021	0.018
Konu Alanı (Fen, Fizik, Kimya, Biyoloji, Astronomi, Diğer)	1.843	4	37.103	0.141

Not. Sabit etki Knapp ve Hartung düzeltmesi kullanılarak test edilmiştir.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde, öncelikle öğrenme halkası modelinin fen eğitiminde geleneksel yöntemle kıyasla ne derece etkili olduğunu inceleme amacıyla yapılan bu meta-analiz çalışmasının genel bir özeti sunulmaktadır. Ardından, çalışmanın bağımlı değişkeni olan “fen başarısı” değişkeniyle ilgili etki büyüklüğü analizlerinin ve bu değişkenle ilgili ara değişkenlerin analiz sonuçlarının tartışılmasına yer verilmiştir. Son olarak, elde edilen bulgular doğrultusunda araştırmacılar, uygulayıcılar ve program geliştiricilere yönelik teorik ve pratik açıdan öneriler yer almaktadır.

1. Çalışmanın Özeti

Bu meta-analiz çalışmasının belirli bir plan çerçevesinde ve sistematik şekilde ilerleyebilmesi için meta-analiz yönteminin temel basamakları oluşturulmuştur. İlk olarak araştırma soruları belirlenmiş, ardından bu meta-analiz çalışmasına dahil edilmesi planlanan birincil çalışmaların seçilebilmesi için beş dahil edilme kriteri belirlenmiştir.

Ardından, Ulusal Tez Merkezi, TR-Dizin, DergiPark, EBSCOhost, Web of Science ve Scopus veri tabanları kullanılarak kapsamlı bir literatür taraması yapılmış ve toplam 32.353 çalışma elde edilmiştir. Literatür taraması için belirli bir yıl sınırlaması yapılmamıştır. En son literatür taraması 15 Şubat 2025 tarihinde yapılmıştır. Bu tarihi kapsayacak şekilde yayımlanmış olan öğrenme halkası modeli ile ilgili tüm birincil çalışmalar meta-analize dahil edilmiştir. Literatür taraması sonucunda Türkçe yayımlanmış toplam 1.013 çalışmaya ulaşılmış, bunlardan 5 tanesinin tam metnine ulaşılmadığından 1.008 çalışma dahil edilme kriterleri kapsamında değerlendirilmiştir. Bu kapsamda dahil edilme kriterlerini karşılayan 123 birincil çalışma meta-analize dahil edilmiştir. Bu çalışmalardan bazılarının birden fazla etki büyüklüğü değeri içermesi sebebiyle toplam 127 etki büyüklüğü değeri hesaplanmıştır. Analiz sürecinde çalışmaların tutarlı ve sistematik bir şekilde kodlanabilmesi için detaylı bir kodlama kağıdı ve kodlama rehberi geliştirilmiştir. Tüm çalışmalar, bu kodlama kağıdı kullanılarak araştırmacı tarafından kodlanmıştır.

Meta-analiz yöntemine dahil edilen 123 birincil çalışmanın 64’sı yüksek lisans tezi, 26’sı doktora tezi, 33’ü makaledir. Bu meta-analiz çalışması 7.513 kişiden oluşan oldukça büyük bir örneklem içermektedir. Bu örneklem kontrol grubunda 3.716 öğrenci ve deney grubunda 3.797 öğrenci yer almaktadır.

Meta-analiz bulguları, öğrenme halkası modellerinin fen öğretiminde kullanımının geleneksel yöntemle kıyasla daha etkili olduğu göstermektedir. Genel ortalama etki büyüklüğü 1,121 olarak hesaplanmıştır ve bu değer, Cohen (1988) tarafından belirlenen sınıflandırmaya göre büyük etki büyüklüğü düzeyindedir (Cohen, 1988). Ayrıca genel ortalama etki büyüklüğü değeri %95 güven aralığında istatistiksel olarak anlamlıdır. Dolayısıyla, bağımlı değişken olan “fen başarısı” açısından değerlendirildiğinde, öğrenme halkası modellerinin geleneksel yöntemle kıyasla fen eğitiminde anlamlı düzeyde daha etkili olduğu söylenebilir.

2. Tartışma

Bu meta-analiz çalışmasında, öncelikle öğrenme halkası modellerinin fen öğretiminde akademik başarı üzerindeki genel etkisi incelenmiştir. Bu bölümde, elde edilen bulgular literatürdeki diğer çalışmalarla karşılaştırılarak yorumlanmaktadır. Böylece, elde edilen sonuçlara var olan literatür içerisinde anlam kazandırılmakta ve araştırmanın özgün katkısı belirlenmektedir.

2.1. Akademik Başarı İçin Bulguların Tartışılması

Öğrenme halkası modellerinin fen eğitiminde geleneksel yöntemle kıyasla ne derece etkili olduğunu belirlemek ve genel bir etki büyüklüğü hesaplamak amacıyla yapılan bu meta-analiz çalışmasına 123 birincil çalışma dahil edilmiş, bazı çalışmalarda birden fazla etki büyüklüğü raporlanmış olması sebebiyle 127 etki büyüklüğü değeri analiz edilmiştir.

Bu çalışmalardan elde edilen genel etki büyüklüğü değeri 1,121 olarak hesaplanmıştır. Birincil çalışmalarda en büyük etki büyüklüğü değeri 4,57 ile Çiftçi (2019), en küçük etki büyüklüğü değeri ise -2,24 ile Kara-Çelikler (2019) tarafından raporlanmıştır. Heterojenlik analizine göre, Q istatistik değeri (1012,180), ki kare tablosunda 126 serbestlik derecesine karşılık gelen değerden daha büyük olduğu için etki büyüklüğü dağılımındaki heterojenliğin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($p < 0.001$). Heterojenliğin toplam varyans içerisindeki yüzdesini gösteren I^2 değeri de %90 olarak hesaplanmıştır, bu da toplam varyansın %90'ının çalışmalar arası varyanstan kaynaklandığını göstermektedir. Ayrıca, heterojenliğin büyüklüğünü gösteren τ^2 değeri (0,709) oldukça yüksektir ve τ değeri kullanılarak hesaplanan etki büyüklüğü tahmin aralığı [-0,554, 2,796] oldukça geniştir. Bu bulgular, fen başarısı değişkeni için etki büyüklüğü dağılımının yüksek düzeyde heterojen olduğuna işaret etmektedir.

Bu çerçevede, bağımlı değişken “fen başarısı” için genel etki büyüklüğü (1,121), istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0,001$) ve büyük bir etkiye işaret etmektedir (Cohen, 1988). Bu bulguyu destekleyen birçok çalışma, öğrenme halkası modellerinin geleneksel yöntemle kıyasla fen başarısını artırmada daha etkili olduğunu göstermektedir (Yurt, 2012; Aktaş, 2012; Çiftçi, 2019; Tetik, 2019 ve Demir, 2020). Elde edilen etki büyüklüğünün (1,121) "büyük" düzeyde olması öğrenme halkası modellerinin fen öğretiminde başarıyı artırmada yüksek düzeyde etkili ve anlamlı olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle modelin öğrenciyi merkeze alan, kavramsal anlamayı destekleyen ve deneyim temelli öğrenmeyi teşvik eden yapısı, bu büyük etkinin temel nedenlerinden biri olarak değerlendirilebilir. Dolayısıyla bu model, geleneksel öğretim yaklaşımlarına kıyasla anlamlı öğrenmeyi daha güçlü bir biçimde desteklemektedir.

Çalışmamıza benzer nitelikte olabilecek Saraç (2018)'in öğrenme halkası modellerinin öğrencilerin öğrenme ürünlerine etkisini araştıran bir meta-analiz çalışması örnek gösterilebilir (Saraç, 2018). Bu meta-analiz çalışması 107 birincil çalışmayı kapsamaktadır. Genel etki büyüklüğü 1,17 olarak hesaplanmıştır ve bu değer büyük etkiye işaret etmektedir. Bu bulgular, mevcut meta-analiz çalışmamızın sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Her iki çalışma da öğrenme halkası modellerinin fen öğretiminde öğrenci başarısını artırmada etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırmada öğrenme halkası modellerinin etkili olduğuna ilişkin bulgular, literatürde yer alan birçok çalışma ile tutarlılık göstermektedir. Örneğin; Yurt (2012), Saraç (2017), Bıyıklı ve Yağcı (2015), Çiftçi (2019), Demir (2020) ve Çelik (2023) gibi araştırmalar da 5E öğrenme halkası modelinin öğrencilerin akademik başarılarını artırmada etkili olduğunu rapor etmiştir. Bu durum, öğrenme halkası modellerinin yalnızca kuramsal olarak değil uygulama bağlamında da güçlü ve işlevsel bir çerçeve sunduğunu göstermektedir. Yani, öğrenme halkası modellerinin fen öğretiminde öğrenmeyi yapılandırmaya yönelik sistematik bir çerçeve sunduğu ve öğrencilerin bilgiyi kendi deneyimleriyle inşa etmelerine olanak tanıdığı söylenebilir. Modelin özellikle "keşfetme" ve "açıklama" aşamalarının öğrencilerin kavramsal anlamalarını geliştirdiği, "değerlendirme" aşamasının ise öğrenilen bilgilerin pekiştirilmesine katkı sunduğu söylenebilir.

Bununla birlikte, bazı çalışmalarda öğrenme halkası modellerinin etkisinin düşük ya da sınırlı olduğu sonucu da elde edilmiştir. (Çolak, 2005; Hoşgören, 2018; Ünal, 2018 ve Kara ve Çelikler, 2019). Bu durum, modelin uygulanış biçimi, öğretmenin modelle ilgili

bilgi düzeyi, sınıf ortamı ve öğrenci profili gibi değişkenlerle ilişkili olabilir. Dolayısıyla, öğrenme halkası modellerinin etkili olabilmesinin yalnızca teorik yapısına değil, aynı zamanda uygulayıcının bilgi ve becerisine, ders içeriğine uygunluğa ve öğrenme ortamına bağlı olarak şekillendiği unutulmamalıdır.

Bu çalışma kapsamında, her ne kadar Türkiye’de gerçekleştirilmiş İngilizce dilinde yayımlanan araştırmalar analiz dışında bırakılmış olsa da, dahil edilen çalışmaların büyük çoğunluğu farklı coğrafi bölgelerden, farklı eğitim düzeylerinden ve çeşitli örneklem büyüklüklerinden seçilmiş olması nedeniyle, elde edilen bulguların ulusal düzeydeki literatürü temsil etme gücünün yüksek olduğunu göstermektedir. Bu yönüyle çalışma, Türkçe yayımlanmış ulusal araştırmalardan oluşan geniş ve dengeli bir örneklem aracılığıyla, öğrenme döngüsü modellerinin fen başarısı üzerindeki etkilerine ilişkin genel eğilimleri ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma öğrenme halkası modellerinin fen eğitiminde öğrenci başarısını artırmada anlamlı ve etkili bir yöntem olduğunu ortaya koymaktadır. Ancak, modelin etkisinin dersin içeriği, öğrenci düzeyi ve öğretim bağlamı gibi faktörlere bağlı olarak değişebileceğini de göstermektedir. Bu bağlamda elde edilen bulgular, hem öğretim uygulamalarına hem de müfredat ve politika geliştirme süreçlerine yön verebilecek niteliktedir.

2.2. Başarı İçin Ara Değişkenler Bulgularının Tartışılması

Öğrenme halkası modellerinin fen başarısındaki genel etkisi incelendikten sonra, çalışma karakteristikleri ile ilgili 22 ara değişkenin başarının genel etkisini etkileyip etkilemediği araştırılmıştır. Bu meta-analizde çalışma karakteristikleri beş grupta incelenmiştir. Bu gruplar, yayın karakteristikleri, örneklem karakteristikleri, araştırma deseni karakteristikleri, uygulama karakteristikleri ve oyun karakteristikleridir.

Ara değişken analizlerinde açıklanan varyansın toplam varyansa oranı ile R^2 değerini elde ederiz. Bu bize ilgili ara değişkenin toplam varyansın yüzde kaçını açıkladığını söyler. 22 ara değişken içerisinde bazı ara değişkenler varyans açıklamazken bazılarının da küçük düzeyde varyans açıkladığı görülmüştür. Çalışma yılı (%0,9), öğrenim seviyesi (%4,5), örnekleme yöntemi (%2,1), araştırmacı etkisi (%1,3), öğretmen etkisi (%3,6), uygulanan yöntem (%1,5), uygulanan yöntem başka bir yöntemin entegre edilmesi (%1,3), sınıf büyüklüğü (%0,10), konu alanı (%1,9) ve ölçüm aracının geçerlilik kontrolünün yapıp

yapılmaması (%0,8) düşük düzeyde varyans açıklamaktadır. Bunlar haricindeki ara değişkenlerin ise varyans açıklamadığı görülmektedir.

Bu çerçevede elde edilen bulgulara göre; yalnızca öğrenim seviyesi (%4,5) istatistiksel olarak anlamlı düzeyde varyans açıklamış olup, diğer değişkenler ise %5'in altında kalan oranlarla küçük düzeyde varyans açıklamıştır. Öğrenim seviyesinin göreceli olarak en yüksek varyansı açıklaması, modelin özellikle lise düzeyinde daha etkili olmasından kaynaklanmaktadır. Bu durum, öğrencilerin gelişimsel özellikleri ve fen konularının soyutluk düzeyi göz önünde bulundurulduğunda anlamlı bir bulgu olarak değerlendirilebilir. Lise düzeyindeki öğrencilerin soyut kavramları anlama yeterliğinin artması ve bilişsel gelişim düzeylerinin bu tür öğrenme modellerine daha uygun olması öğrenme halkası modellerinin bu düzeyde daha etkili çalışmasını sağlamış olabilir. Saraç (2018) yaptığı meta-analiz çalışmasında yöntemin etkisinin ilköğretim seviyesindeki öğrencilerde daha büyük olduğunu (1,54) belirtmiştir (Saraç, 2018). Bu farklılık, öğrencilerin bilişsel gelişim düzeyleri, çalışmaya dahil edilen araştırmaların içeriği, yıllar içerisindeki pedagojik değişim ve öğrencinin hazır bulunuşluk ve motivasyonu gibi birçok faktörden kaynaklanıyor olabilir.

İlköğretim öğrencileri, somut işlemler döneminde olduklarından, öğrenme halkası gibi keşfetmeye dayalı modeller onların somut yaşantılarla öğrenmelerini destekler. Bu yüzden Saraç (2018) çalışmasında ilköğretim düzeyinde daha büyük etki büyüklüğü bulmuş olabilir (Saraç, 2018). Öte yandan, lise öğrencileri soyut düşünmeye daha yatkın olmaları öğrenme halkası modellerinin daha soyut ve karmaşık aşamalarını daha iyi yönetmesine olanak sağlamış ve bu da genel etkiyi artırmış olabilir. Ayrıca 2018'den sonra eğitim programlarında, öğretmen eğitimlerinde ve sınıf içi uygulamalarda lise düzeyinde yapılandırmacı yaklaşımların daha etkin kullanılmaya başlanmış olması da bu farklılığa yol açmış olabilir.

Öğretmen etkisi, istatistiksel olarak anlamlı olmasa da %3,9 oranında varyans açıklayarak en fazla varyans açıklayan ikinci değişken olmuştur. Meta-analiz bulguları, öğretmen etkisinin her iki grupta aynı olduğu durumlarda etki büyüklüğünün 1,244 gibi yüksek bir değere ulaştığını, farklı öğretmenlerin görev aldığı çalışmalarda ise bu değer 0,794'e düştüğünü göstermektedir. Bu fark, öğretmenin modelin uygulanmasındaki tutarlılığının öğrenme halkası modelinin etkililiğini artırabileceğini düşündürmektedir. Öğretmenler arası farklılıklar, pedagojik yeterlilikler, sınıf yönetimi becerileri ve modeli uygulama biçimlerindeki değişkenlikler, etki büyüklüğündeki düşüşün olası nedenleri

arasında yer almaktadır. Literatürde de öğretmen özelliklerinin öğrenci başarısı üzerindeki etkisi vurgulanmaktadır; örneğin, öğretmenlerin özellikleri ve yeterliklerinin öğrencilerin performansındaki farklılıkların %9,2'sini açıkladığı bulunmuştur (López-Martín vd. 2023). Bu nedenle, öğretmenin her iki grupta aynı olduğu durumlar, öğrenme halkası modelinin etkisini daha net ve güvenilir bir şekilde ortaya koyabilir. Bu bulgu, öğretmen tutarlılığının, modelin potansiyelinin tam olarak yansıtılabilmesi için önemli bir faktör olabileceğini göstermektedir.

Bununla birlikte, konu alanı (%1,9) değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yaratmamıştır. Bu bulgu, modelin fen bilimleri içerisindeki çeşitli konulara uyarlanabilirliğini desteklemektedir. Ancak, diğer fen derslerine kıyasla biyoloji derslerinde modelin biraz daha etkili olduğu görülmüştür. Bu bulgu, biyoloji dersinin canlı, günlük yaşamla ilişkilendirilebilen, görselleştirmeye açık bir ders olması ve çok boyutlu kavramlar içermesinden kaynaklanabilir. Nitekim literatürde biyoloji derslerinde öğrenme halkası modeli ile yapılan uygulamalarda başarı düzeyinin arttığına ilişkin bulgulara sıkça rastlanmaktadır (Karacak ve Deren, 2008; Özaydın, 2010 ve Aktaş, 2012).

Bu meta-analiz çalışmasında araştırmacı etkisi istatistiksel olarak anlamlı ara değişken olmasa da %1,3 varyans açıklamıştır. Bulgulara göre, araştırmacının yalnızca deney grubunda öğretmen olarak yer aldığı çalışmalarda etki büyüklüğü 1,344 olarak hesaplanmıştır. Her iki grupta da öğretmen rolünü üstlendiği çalışmalarda bu değer 1,20 iken, araştırmacının öğretmen olmadığı çalışmalarda etki büyüklüğü 1,02 olarak saptanmıştır. Bu farklılıklar, araştırmacının doğrudan öğretim sürecine dahil olmasının, öğrenme halkası modelinin uygulama kalitesini ve etkililiğini artırabileceğini göstermektedir. Ancak, bu durum aynı zamanda araştırmacının uygulama sürecine müdahil olmasının, deneysel koşulları etkileyerek sonuçları olumlu yönde etkileyebileceği ve dolayısıyla etki büyüklüğünün artabileceği ihtimalini de beraberinde getirmektedir. Bu bağlamda, araştırmacı etkisinin değerlendirilmesinde dikkatli olunması ve sonuçların yorumlanmasında bu tür etkilerin göz önünde bulundurulması önem taşımaktadır.

Ayrıca, uygulanan yöntem (%1,5) ve bu yönteme başka bir yöntemin entegre edilip edilmemesi (%1,3) değişkenleri de etki büyüklüğünde küçük düzeyde farklılıklar yaratmıştır. Bu bulgular, öğrenme halkası modellerinin öz yapısının, başka yöntemlerle desteklense dahi etkisini büyük ölçüde koruyabildiğini göstermektedir. Bununla birlikte, çalışma yılı (%0,9), ölçüm aracının geçerlilik kontrolünün yapıp yapılmaması (%0,8) ve

sınıf büyüklüğü (%0,10) gibi değişkenlerin ihmal edilebilir düzeyde varyans açıklamaları, modelin etkisinin büyük ölçüde bu tür dışsal faktörlerden bağımsız bir şekilde ortaya çıktığını göstermektedir. Örneğin, bu öğretim yönteminin farklı sınıf büyüklüklerinde benzer başarı düzeyleri sağlayabildiğine işaret etmektedir.

Çoklu meta-regresyon bulguları ise, üç önemli ara değişken olan öğretmen etkisi, öğrenim seviyesi ve konu alanı değişkenlerinin bir arada toplam heterojenliğin %16'sını açıkladığını göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, sonuçlar üç ara değişkenin etki büyüklüğü dağılımındaki değişkenliğin yaklaşık altıda birini açıklayabildiğini ortaya koymaktadır. Bu oran, eğitim araştırmalarında kabul edilebilir düzeyde bir açıklama gücüne işaret eder. Çoklu meta-regresyonda özellikle “öğretmen etkisi” değişkeninin ara değişken etkisi öne çıkmıştır. Aynı öğretmenin uyguladığı çalışmaların, etki büyüklükleri üzerinde daha tutarlı ve güçlü bir etki yaratabileceğini görülmektedir. Bu durum, öğretim uygulamalarında öğretmenin bireysel niteliklerinin ve sınıf içi etkileşim biçimlerinin önemli bir rol oynayabileceğini ortaya koymaktadır.

Meta-analizde 22 potansiyel ara değişken kodlanmış olmasına rağmen heterojenliğin sınırlı düzeyde açıklanması, bazı metodolojik ve yapısal faktöre bağlanabilir. Öncelikle, ara değişken analizlerinin, özellikle alt grup analizlerinin istatistiksel gücü daha sınırlıdır. Bu durum, alt grup analizlerinin anlamlı farklılıkları tespit edebilmesi için ana analizlere kıyasla çok daha fazla sayıda çalışmaya gereksinim duymasından kaynaklanmaktadır. İkinci olarak, kodlanan ara değişkenlerin çoğunlukla kategorik ölçeklerle temsil edilmesi, sürekli değişkenler kadar hassas analizlere olanak tanımayarak açıklayıcı gücü düşürmektedir. Son olarak, birincil çalışmaların metodolojik raporlama kalitesindeki yetersizlikler, özellikle uygulama detaylarının ve örneklem özelliklerinin tutarlı şekilde rapor edilmemesi, ara değişkenlerin kodlanmasını zorlaştırmış ve açıklanan varyansı sınırlamıştır. Bu faktörler, öğrenme halkası modelinin etkililiğini etkileyen bağlamsal ve uygulamaya özgü faktörlerin daha derinlemesine anlaşılabilmesi için daha kapsamlı ve nitelikli birincil çalışmalara duyulan ihtiyacı ortaya koymaktadır.

3. Güvenirlik ve Geçerlik

3.1. Kodlama Güvenirliği

Kodlama sürecinde yapılan hatalar veya tutarsızlıklar meta-analiz sonuçlarını önemli ölçüde etkileyebilir. Bu nedenle, kodlama sürecinin güvenilirlik analizleri ile doğrulanması, meta-analizin sağlamlığını ve geçerliğini artıran kritik bir adımdır. Bu kapsamda kodlama

güvenirliğinin sağlanabilmesi için kodlayıcı ve kodlayıcılar arası güvenirlik analizleri yapılmıştır.

Kodlayıcı güvenirliği için; ilk kodlamalardan 8 ay sonra rastgele seçilen 13 çalışma araştırmacı tarafından tekrar kodlanmıştır. Kodlamalar için güvenirlik katsayısı 0,94 olarak hesaplanmıştır. Kodlayıcılar arası güvenirlik analizleri için ise araştırmacı tarafından kodlanmış olan çalışmalardan her birine 3 tez, 2 makale olacak şekilde rastgele seçilen toplam 15 çalışma, kodlama kağıdının Excel formatı ve kodlama rehberi ile yüksek lisans öğrencisi olan üç araştırmacıya gönderilerek başka kodlayıcılar tarafından da kodlamasının yapılması sağlanmıştır. Paralel kodlamalar arasındaki güvenirlik katsayısı 0,92 olarak bulunmuştur. Her iki durumda da güvenirlik analizlerinin bulgularının yüksek güvenirliğe işaret ettiği görülmektedir.

3.2. Geçerlik

Meta-analiz çalışmalarında geçerliği etkileyen en önemli faktörler yayın yanlılığı ve birincil çalışmaların kalitesidir. Yayın yanlılığı, istatistiksel olarak anlamlı sonuçlara sahip çalışmaların yayımlanma olasılığının, anlamlı sonuç vermeyen çalışmalara kıyasla daha yüksek olmasından kaynaklanır. Yayın yanlılığının tespiti için orman grafiği, huni grafiği, Kes ve Ekle yöntemi gibi birden fazla yöntem kullanılmıştır. Yapılan bu hassasiyet analizleri bulguların yayın yanlılığından belirli ölçüde etkilenmiş olabileceğini göstermektedir. Ancak, olası bir yayın yanlılığına karşı hesaplanan düzeltilmiş genel etki büyüklüğü değerleri de yine büyük bir etkiye işaret etmektedir.

Birincil çalışmaların kalitesi açısından, herhangi bir kalite ölçütü dahil edilme kriteri olarak kullanılmamıştır. Yani hiçbir birincil çalışma için kalite kriteri nedeniyle meta-analiz çalışmasından elenmemiştir. Bunun yerine, çalışmaların kalitesini etkileyebilecek bazı faktörler ara değişken olarak kodlanmış ve bu değişkenlerin etki büyüklüğü değerlerini etkileyip etkilemediğini anlayabilmek için de ara değişken analizi yapılmıştır. Analizler sonucunda kaliteyle ilgili olarak kodlanan ara değişkenlerin genel etki büyüklüğü üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığı bulunmuştur. Bu durum, çalışmaya dahil edilen düşük ya da yüksek kaliteli araştırmaların öğrenme halkası modelinin etkililiği açısından benzer sonuçlar verdiğini göstermektedir.

4. Çalışmanın Sınırlılıkları

Bu meta-analiz çalışmasında, önceden belirlenen dahil edilme kriterleri çerçevesinde birincil çalışmalar taranmış ve eleme yapılmıştır. Bu dahil edilme kriterleri, çalışmaya eklenen araştırmaların karşılaştırılabilirliği sağlamış ve sonuçların güvenilirliğini artırmıştır. Ancak bu durum aynı zamanda belirli sınırlılıkları da beraberinde getirmiştir.

Öncelikle, bu meta-analiz çalışmasında sadece Türkçe yayımlanmış olan birincil çalışmalar dahil edilmiştir. Türkçe yayımlanmış çalışmaların dahil edilmesi bu meta-analizden elde edilen sonuçların genellenebilirliğinde dil açısından sınırlılık oluşturmaktadır. Yapılan kapsamlı bir literatür taramasında araştırma sorusu hakkında yapılmış olan Türkçe çalışmaların tamamına ulaşılmaya çalışılmış ve herhangi bir tarih sınırlaması yapılmamıştır. 2025 yılında son tarama tarihine kadar yayımlanmış ve diğer kriterlere uygun olan tüm birincil çalışmalar meta-analize dahil edilmiştir. Ancak bazı çalışmaların etki büyüklüğünün hesaplanabilmesinde gerekli istatistiksel verilerin sunulmaması sebebiyle ilgili yazarlara ulaşılmaya çalışılmış ancak gönderilen e-postaların bazılarına cevap alınmadığı için bu çalışmalar meta-analize dahil edilememiştir.

Bununla birlikte, kapsamlı literatür taramasının yapılması, tarama sonucunda elde edilen çalışmaların incelenmesi, eleme sürecinde analize dahil edilecek çalışmaların belirlenmesi, çalışmaların detaylı şekilde kodlanması ve elde edilen verilerin analiz edilmesi oldukça uzun zaman ve emek isteyen bir süreçtir. Bu sürecin uzun olması hata payını artıracak bir unsur olarak değerlendirilebilir.

Bu çalışma kapsamındaki diğer bir sınırlılık durumu, ara değişken analizinin ilişkisel doğasından kaynaklanmaktadır. Birincil çalışmaların tamamı deneysel tasarıma sahip olmasına rağmen ara değişken analiziyle elde edilen bulgular ilişkiseldir. Bu durum, elde edilen bulguların nedensel değil, yalnızca ilişkisel olarak yorumlanması gerektiğini göstermektedir. Dolayısıyla, doğrudan bir sebep-sonuç ilişkisi kurmak mümkün değildir.

Meta-analiz yönteminde elde edilen sonuçlar, büyük ölçüde analize dahil edilen çalışmaların kalitesine bağlıdır. Düşük kaliteli çalışmaların dahil edilmesi, genel bulguların geçerliğini olumsuz etkileyebilir. Ayrıca, yayın yanlılığı ihtimali de çalışmanın geçerliğine yönelik ayrı bir tehdit oluşturmaktadır. Özellikle yalnızca olumlu sonuçlar sunan çalışmaların daha yüksek oranda yayımlanması, etki büyüklüklerinin sistematik biçimde yüksek tahmin edilmesine neden olabilir.

Son olarak meta-analizde analizler mevcut literatür kullanılarak yapıldığından, hızlı şekilde değişen ve sürekli yenilenen alanlarda güncelliğini yitirebilir. Her ne kadar bu meta-analiz 2025 yılını kapsayacak şekilde yapılmış olsa da bilimsel yayınlardaki hızlı döngü ve inovasyon süreci nedeniyle bulguların güncelliği zaman içinde azalabilir.

5. Sonuçlar

Bu meta-analiz çalışması öğrenme halkası modelinin fen eğitiminde kullanımının geleneksel yöntemle kıyasla ne derece etkili olduğunu araştırmaktadır. Kapsamlı bir literatür taramasıyla ulaşılan 1.008 çalışma dahil edilme kriterlerine göre incelenmiştir. Bu kriterleri karşılayan 123 çalışmaya ulaşılmış olup, meta-analize dahil edilmiştir.

Daha sonra öğrenme halkası modelinin fen başarısı üzerindeki genel etkisi ve bu etkinin belirlenen çalışma karakteristikleri ile ilişkisi araştırılmış ve bu doğrultuda analizler yapılmıştır. Meta-analiz sonuçlarına göre öğrenme halkası modelinin genel etki büyüklüğü 1,121 olarak hesaplanmış olup bu değer, Cohen'in sınıflandırmasına göre büyük düzeyde bir etkiye karşılık gelmektedir. Bu durum, öğrenme halkası modelinin fen eğitiminde öğrenci başarısını artırmada anlamlı ve güçlü bir etkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Başka bir ifadeyle, öğrenme halkası modeli, geleneksel öğretim yöntemine kıyasla fen başarısı üzerinde çok daha yüksek bir etkiye sahiptir.

Bu meta-analiz çalışmasında, öğrenme halkası modelinin fen başarısındaki genel etkisinin yanı sıra, bu etkiyi hangi koşulların etkileyebileceği 22 ara değişken üzerinden incelenmiştir. Analizler sonucunda, yalnızca öğrenim seviyesi değişkeni istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş ve lise düzeyinde modelin daha etkili olduğu görülmüştür. Bunun dışında, öğretmen etkisi ve araştırmacı etkisi gibi bazı değişkenler küçük düzeyde varyans açıklasa da istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır. Özellikle öğretmenin her iki grupta da aynı olması, modelin etkisini daha net göstermektedir. Konu alanı açısından ise, biyoloji derslerinde modelin diğer fen alanlarına göre daha etkili olabileceği görülmüştür. Çoğu değişkenin etki büyüklüğünü sınırlı düzeyde açıklaması, öğrenme halkası modelinin genel olarak kodlanan ara değişkenlerden bağımsız etkili bir strateji olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, heterojenliğin sınırlı miktarda açıklanabilmiş olması, alt grup analizlerinin sınırlı gücü, kategorik değişken kullanımı ve birincil çalışmaların raporlama eksiklikleri gibi metodolojik sınırlıklardan da kaynaklanıyor olabilir.

Sonuç olarak, bu meta-analiz çalışması, öğrenme halkası modelinin fen eğitiminde öğrenci başarısını artırmada etkili bir öğretim yöntemi olduğunu açıkça ortaya koymuştur.

Elde edilen bulgular, modelin özellikle lise düzeyinde ve biyoloji derslerinde daha güçlü etkiler yarattığını göstermektedir. Ara değişken analizleri, modelin çoğu bağlamda benzer şekilde etkili olduğuna işaret etmektedir. Bununla birlikte, öğretmen ve araştırmacı etkisi gibi faktörlerin uygulama sürecinde dikkate alınması gerektiği anlaşılmaktadır. Bu çalışma, öğrenme halkası modelinin yapılandırmacı yaklaşımla uyumlu, öğrenci merkezli ve kavramsal öğrenmeyi destekleyen yapısının hem öğretim kalitesine hem de öğrenci başarısına önemli katkılar sağlayabileceğini göstermektedir.

6. Öneriler

Bu araştırmanın bulgularından hareketle, öğrenme halkası modeliyle ilgili yapılacak gelecekteki çalışmalara yönelik aşağıdaki öneriler sunulmaktadır:

6.1. Uygulayıcılara (Öğretmenlere) Yönelik Öneriler

- ✓ Öğrenme halkası modellerinin fen eğitiminde öğrenci başarısı üzerinde yüksek düzeyde etkili olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, öğretmenlerin derslerini planlarken öğrenme halkası modellerine daha fazla yer vermesi önerilir.
- ✓ Modelin her bir aşamasının (giriş, keşfetme, açıklama, derinleştirme, değerlendirme) öğrencilerin aktif katılımını destekleyecek şekilde dikkatle kurgulanması, öğrenmenin kalıcılığı ve kavramsal anlamının gelişimi açısından önemlidir.
- ✓ Kullanılan yöntemin lise düzeyinde ve biyoloji derslerinde daha etkili olduğu bulgusu dikkate alınarak, bu düzey ve branştaki öğretmenlerin modeli daha sistematik ve bütüncül bir yaklaşımla derslerine entegre etmeleri gerekmektedir.
- ✓ Öğretmenlerin, öğrenme halkası modelinin uygulanmasına yönelik olarak mesleki gelişimlerini destekleyecek hizmet içi eğitimlere katılmaları teşvik edilmelidir. Bu eğitimlerde modelin teorik temellerinin yanı sıra sınıf içi uygulama örneklerine de yer verilmesi, öğretmenlerin uygulamadaki yeterliklerini artıracaktır.
- ✓ Öğretmenlerin, model kapsamında öğrencilerin günlük yaşamla bağlantı kurabilecekleri, problem çözmeye dayalı, sorgulamayı teşvik eden etkinlikler tasarlamaları da öğrenme sürecini zenginleştirecektir.

6.2. Program Geliştiricilere Yönelik Öneriler

- ✓ Öğrenme halkası modelleri hem bilişsel hem de duyuşsal açıdan öğrenme sürecine katkı sağlamaktadır. Bu nedenle, fen derslerinde kullanımının yaygınlaştırılması faydalı olacaktır.

- ✓ Bu bağlamda öğretim programlarının yapılandırılmasında, öğrenme halkası modellerinin öğretim süreçlerine sistematik bir biçimde entegre edilmesi önemlidir.
- ✓ Lise düzeyindeki biyoloji derslerinde öğrenme halkası modelinin daha etkili sonuçlar verdiği göz önünde bulundurularak, bu derslerde kullanılabilecek örnek öğretim etkinlikleri ve öğretmen kılavuz materyalleri geliştirilmelidir.
- ✓ Program geliştiriciler, fen bilimleri öğretim programlarını güncellerken bu modelin farklı düzey ve derslerdeki etkililiğini göz önünde bulundurmalı, modelin uygulanabilirliğini artıracak içeriklere yer vermelidir.
- ✓ Öğrenme halkası modelinin öğretmenler tarafından doğru ve etkili bir şekilde kullanılabilmesi için öğretmen kılavuz kitapları oluşturulmalıdır. Bu kılavuz içerisinde açıklayıcı yönergeler, uygulama rehberleri ve değerlendirme kriterleri yer almalıdır. Böylece öğretmenlerin modelin uygulanabilirliğini daha iyi kavraması sağlanabilir.
- ✓ Ayrıca yapılandırmacı yaklaşımın ve sorgulama temelli eğitim yönteminin bir parçası olan bu modelin, öğrenme ortamlarında daha etkili bir biçimde yer bulması için programlar arası bütünlük sağlanmalı ve farklı disiplinlerle entegrasyonu teşvik edilmelidir.

6.3. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

- ✓ Bu meta-analiz çalışması, öğrenme halkası modellerinin öğrencilerin “fen başarısı” üzerindeki etkisini ortaya koymuştur. Bununla birlikte, modelin diğer bilişsel ve duyuşsal alanlara olan etkilerinin de kapsamlı biçimde incelenmesine ihtiyaç vardır.
- ✓ Araştırmacıların özellikle öğrencilerin bilimsel süreç becerileri, problem çözme becerileri, eleştirel düşünme eğilimleri, motivasyon ve fen derslerine yönelik tutumları üzerindeki etkilerini araştırmaları, modelin bütüncül etkilerini ortaya koyma açısından değerli olacaktır.
- ✓ 3E, 5E ve 7E gibi öğrenme halkası modelleri arasında karşılaştırmalı çalışmalar yapılarak hangi modelin hangi öğrenme düzeylerinde ve ders içeriklerinde daha etkili olduğu araştırılmalıdır.
- ✓ Uygulama sürecindeki güçlü ve zayıf yönlerin ortaya konduğu nitel veriye dayalı saha çalışmaları ile modelin daha etkili uygulanmasına yönelik ipuçları elde edilebilir.

- ✓ Öğrenme halkası modelinin farklı sosyoekonomik ve kültürel bağlamlarda nasıl işlediğine yönelik çalışmalar, modelin genellenebilirliğini değerlendirmek açısından önemlidir.
- ✓ Öğrenme halkası modelinin dijital öğrenme ortamlarına nasıl entegre edilebileceği ve teknoloji destekli uygulamalarla modelin etkililiğinin nasıl artırılacağı araştırılmalıdır.
- ✓ Bu çalışma kapsamında dil Türkçe olarak sınırlandırılmıştır. Yeni çalışmalarda farklı ülkelerde yapılmış olan çalışmalar dahil edildiğinde literatüre olumlu katkı sağlayacaktır.
- ✓ Meta-analiz yöntemi çok geniş ve kapsamlı bir literatür taraması gerektirdiği için elde edilen tüm bilgilerin kayıt altında tutulması çok önemlidir. Bu bilgiler sistematik ve kronolojik bir şekilde kaydedilmelidir.
- ✓ Araştırma yapılırken anahtar kelimelerin farklı kombinasyonları kullanılarak ve veri tabanlarındaki (or, and, *,") gibi araçlardan yararlanılması ve elde edilen çalışmaların referanslarının kontrol edilmesi tüm birincil çalışmalara ulaşabilme olasılığını artırabilir.
- ✓ Detaylı bir kodlama kağıdının oluşturulması birincil çalışmaların bilgilerinin kaydedilmesinde önemli ölçüde rol almaktadır.
- ✓ Detaylı, anlaşılabilir kodlama rehberinin oluşturulması kodlamanın güvenilirliğini önemli ölçüde etkilemektedir.
- ✓ Birincil çalışmalarda kontrol ve deney grubunda uygulanan yöntemlerin detaylı bir şekilde açıklanması, çalışma karakteristiklerinin ve tüm betimsel bulguların raporlanması, hem birincil çalışmaların raporlama kalitesinin artmasını hem de sentez çalışmalarında daha doğru verinin elde edilebilmesini sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Açışlı Çelik, S. (2015). *Genel Fizik Laboratuvar Uygulamalarında 5E Öğrenme Modeline Göre Geliştirilen Materyallerin Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerine ve Akademik Başarılarına Etkisinin İncelenmesi*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 33(2), 628-641. <https://doi.org/10.7822/omuefd.33.2.20>
- Adem, S. (2021). *Farklı stratejilerle zenginleştirilmiş 5E modeline dayalı fen öğretiminin öğrenci başarısı ve tutumuna etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Kırıkkale Üniversitesi.
- Adıyaman Kalemkaş, Z. (2023). *Sanal öğrenme ortamları ile zenginleştirilmiş fen bilimleri dersinin öğrencilerin akademik başarıları, bilimsel süreç becerileri ve fene yönelik ilgilerine etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Sakarya Üniversitesi.
- Akgöz, Semra, İlker Ercan, ve İsmet Kan. 2004. "Meta-analysis". *Journal of Uludağ University Medical Faculty* 30(2):107-12.
- Akgün, Sibel. (2009). "Karl Popper'ın Tarih, Toplum ve Siyaset Felsefesi Üzerine Görüşleri". *FLSF Felsefe ve Sosyal Bilimler Dergisi* (7):59-76.
- Akpınar, Ercan, ve Ömer Ergin. (2007). "İkili Yerleşik Öğrenme Modeli ve Fen Öğretimi". *İlköğretim Online* 6(3):390-96.
- Aksoy, G., & Gürbüz, F. (2013). *5E Modeli'nin Öğrencilerin Akademik Başarısına Etkisi: "Kuvvet ve Hareket" Ünitesi Örneği*. İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 14(2), 1-16. <https://doi.org/10.17679/inuefd.108600>
- Aktamis, Hilal, ve Emrah Hiğde. (2015). "Fen Eğitiminde Kullanılan Argümantasyon Modellerinin Değerlendirilmesi (Assessment of Argumentation Models Used in Science Education)". *Mehmet Akif Ersoy University Journal of Education Faculty* 35:136-72.
- Aktaş, M. (2012). *Biyoloji dersinde 5E öğrenme modeli ve işbirlikli öğrenme yöntemi kullanımının biyoloji dersi başarısına ve tutumuna etkisinin araştırılması*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Akyüz, Yahya. (2021). *Türk Eğitim Tarihi: M.Ö. 1000 - M.S. 2011*. Ankara Pegem Akademi.
- Altınay, Ö. (2009). *5E modeline dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin genetikle ilgili dna, gen ve kromozom kavramlarını öğrenmelerine etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Balıkesir Üniversitesi.

- Andaç, K. (2007). *Gözden geçirme stratejisi ile desteklenmiş yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının 5E modelinin öğrencilerin basınç konusundaki erişilerine, bilgilerinin kalıcılığına ve tutumlarına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Dicle Üniversitesi.
- Ataç, M. (2023). *Yaratıcı düşünmenin desteklendiği yapılandırmacı yaklaşıma uygun öğretimin 11. sınıf öğrencilerinin kimyasal tepkimelerde enerji konusundaki kavramalarına ve çizimlerine etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Avcıoğlu, O. (2008). *Lise 2 fizik dersinde newton yasaları konusunda 7E modelinin başarıya etkisinin araştırılması*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Avinç Akpınar, İ., & Bayrakçeken, S. (2023). *5E Öğrenme Modelinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Çözümler Konusundaki Başarılarına Etkisi*. Journal of University Research, 6(3), 257-263. <https://doi.org/10.32329/uad.1269578>
- Ayas, Alipaşa. (1995). “Fen bilimlerinde program geliştirme ve uygulama teknikleri üzerine bir çalışma: iki çağdaş yaklaşımın değerlendirilmesi”. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 11(11).
- Aydın, N., & Yılmaz, A. (2010). *Yapılandırıcı Yaklaşımın Öğrencilerin Üst Düzey Bilişsel Becerilerine Etkisi*. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 39(39), 57-68.
- Aydoğdu, Bülent, Eylem Yıldız Feyzioğlu, Ercan akpınar, ve Ömer Ergin. 2007. “Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Bilimsel Süreç Becerilerini Etkileyen Etmenlerin İncelenmesi”. *Çağdaş Eğitim Dergisi* 32:21-27.
- Aydoğmuş, E. (2008). *Lise 2 fizik dersi iş-enerji konusunun öğretiminde 5E modelinin öğrenci başarısına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Ayvacı, H. Ş., & Yıldız, M. (2013). *5E Modeline Uygun Olarak Tasarlanan Laboratuvar Materyaliyle Gerçekleştirilen Öğretim Sürecinin Etkililiğinin Değerlendirilmesi: Işığın Kırılması*. Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi, 8(1), 1-20.
- Bal, E. (2012). *5E modeli merkezli laboratuvar yaklaşımının fizik laboratuvarı dersinde fen bilgisi öğretmen adaylarının tutum ve başarılarına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Kastamonu Üniversitesi.

- Balcı, S. (2009). *Yapılandırmacı öğrenme kuramına dayalı 5E modelinin biyoloji öğretmen adaylarının akademik başarısına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Bayar, M. F. (2017). *7E öğrenme modelinin 8. sınıf fen ve teknoloji dersi “doğal süreçler” ünitesinde öğrencilerin akademik başarı, tutum ve motivasyonlarına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi.
- Bıyıklı, C., & Yağcı, E. (2014). *5E Öğrenme Modeli’ne Göre Düzenlenmiş Eğitim Durumlarının Bilimsel Süreç Becerilerine Etkisi*. Ege Eğitim Dergisi, 15(1), 45-79. <https://doi.org/10.12984/eed.59097>
- Bodemer, D., ve R. Ploetzner. (2002). “Encouraging the Active Integration of Information During Learning with Multiple and Interactive Representations”. *Paper presented at the International Workshop on Dynamic Visualizations and Learning*.
- Borenstein, Michael, Larry V. Hedges, Julian P. T. Higgins, ve Hannah R. Rothstein. (2009). *Introduction to Meta-Analysis*. Wiley.
- Borenstein, Michael, Larry V. Hedges, Julian P.T. Higgins, ve Hannah R. Rothstein. (2009). *Meta-analize giriş*. 2. Baskı. Anı Yayıncılık.
- Boyraz, Celal. (2015). “Oyun ve fiziki etkinliklere dayalı fen eğitimi: Disiplinlerarası öğretim uygulaması”. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Eskişehir Anadolu Üniversitesi.
- Bozan, İ (2022). *Kıyma öğretiminde 5E öğrenme modeline dayalı fen, teknoloji, toplum ve çevre (fttç) yaklaşımının etkileri*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi.
- Brown, A. L., ve J. C. Campione. (1996). “Psychological theory and the design of innovative learning environments: On procedures, principles, and systems.” 289-325.
- Bulut, H. (2012). *Eşeyli üreme ve mayoz bölünme konusunda 7E modelinin başarıya etkisinin araştırılması*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Bulut, H. (2017). *Lise Biyoloji Dersinde 7E Yapılandırmacı Yaklaşım Öğretim Modelinin Başarıya Etkisinin Değerlendirilmesi*. Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi, (10), 94-114.
- Bybee, J. W., ve Landes N. M. 1988. “The biological sciences curriculum study (BSCS)”. 25(8):36-37.
- Bybee, Rodger W. (1997). *Achieving Scientific Literacy: From Purposes to Practices*. Heinemann.

- Bybee, Rodger W. (2002). "Scientific Literacy - Mythos oder Realitt? ". 21-43.
- Bybee, Rodger W. (2010a). "What Is STEM Education?" *Science* 329(5995):996-996. doi: 10.1126/science.1194998.
- Bybee, Rodger W. (2010b). "What Is STEM Education?" *Science* 329(5995):996-996. doi: 10.1126/science.1194998.
- Bybee, Rodger W. (2013). *The Case for Education: Challenges and Opportunities*. National Science Teachers Association.
- Bybee, Rodger W., Janet Carlson Powell, ve Leslie W. Trowbridge. 2008. *Teaching secondary school science : strategies for developing scientific literacy*.
- Bybee, Rodger W., Joseph A. Taylor, April Gardner, Pamela Van Scotter, Janet Carlson Powell, Anne Westbrook, ve Nancy Landes. (2006). "The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications".
- Can, Süleyman. (2017). "Fen bilimleri dersi maddenin değişimi ünitesinde eğitsel oyunların kullanılmasının 5. sınıf ğrencilerinin akademik başarı ve derse karşı tutumuna etkisi". [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Canlı, . (2009). *9.sınıf kimya dersi sıvılar konusunun 5E modeli ve tga tekniği (tahmin-gözlem-açıklama) ile öğretiminin öğrencilerin başarısına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Cantürk Günhan, Berna, Faden Topuz, ve Duygu Bedir. (2019). "Türkiye'deki ğrencilerin Matematik Dersine Yönelik Tutumları ile Matematik Başarıları Arasındaki İlişki: Bir Meta-Analiz alışması". *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 21(3):148-64. doi: 10.17556/erziefd.483521.
- Ceylan, N (2018). *Bilgisayar animasyonları destekli 5E ğrenme modelinin "tepkimelerde hız ve denge" konusunda akademik başarı üzerine etkisi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Cohen, Jacob. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*. United States of America: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cohen, Louis, Lawrence Manion, ve Keith Morrison. (2007). *Research Methods in Education*. Routledge.
- Cooper, Harris, Larry V. Hedges, ve Jeffrey C. Valentine. (2009). *Handbook of Research Synthesis and Meta-Analysis, The*. Russell Sage Foundation.

- Coşkun, H. (2011). *5E öğrenme modelinin ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin maddeyi tanıyalım ünitesindeki başarı, tutum ve zihinsel yapılarına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Mustafa Kemal Üniversitesi.
- Crawford, R. M. M. (2000). "Book Review". *Journal of Ecology* 88(4):727-28. doi: 10.1046/j.1365-2745.2000.00888.x.
- Çakıcı, Şadiye, ve Mehmet Yakışan. (2020). "Sorgulama Temelli Öğrenme Yönteminin Öğrencilerin 21. Yüzyıl Becerilerine ve Yansıtıcı Düşünme Düzeylerine Etkisi". 344-60.
- Çalık, ve Ayas. (2008). "A Critical Review of the Development of the Turkish Science Curriculum". Ss. 161-74 içinde *Science Education in Context*. BRILL.
- Çeker, Ezelnur. (2017). "Eğitsel şarkı ve oyunlarla işlenen fen bilimleri dersinin akademik başarı ve kalıcılı üzerine etkisi". [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Bayburt Üniversitesi.
- Çekiç Toroslu, S. (2011). *Yaşam temelli öğrenme yaklaşımı ile desteklenen 7E öğrenme modelinin öğrencilerin enerji konusundaki başarı, kavram yanlışlığı ve bilimsel süreç becerilerine etkisi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Çekilmez, S. (2014). *Lise 2 fizik dersi elektrik konusunun öğretiminde 7E modelinin öğrenci başarısı ve tutumuna etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Çelik, E. (2023). *Öykü temelli öğretim destekli 5E modelinin, 6. sınıf elektriğin iletimi ünitesinde öğrencilerin akademik başarılarına etkisinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Sakarya Üniversitesi.
- Çepni, S., & Çoruhlu, T. Ş. (2014). *Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi Ünitesinde Zenginleştirilmiş 5E Öğretim Modeline Uygun Hazırlanan Öğrenme Ortamlarının Öğrenci Başarısı Üzerine Etkisinin İncelenmesi*. *Journal of Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 343-370. <https://doi.org/10.19171/ueefd.45874>
- Çetin, Oğuz, ve Yasemin Günay. (2006). "Fen Öğretiminde Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımının Öğrenci Tutumlarına ve Öğrenme Ortamına Etkileri". *Eurasian Journal of Educational Research* 73-84.
- Çevik, M. (2017). *9. Sınıf öğrencilerinin kimya dersi maddenin hâlleri ünitesi başarılarına 5E modeline göre geliştirilen bilgisayar destekli öğretimin etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Mustafa Kemal Üniversitesi.

- Çevik, M., & Şahinkaya, Y. (2021). *5E Modeliyle Geliştirilen Problem Çözme Yazılımının Öğrencilerin Maddenin Halleri Başarısına Etkisi*. Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 18(47), 92-116.
- Çiftçi, (2019). *5E öğrenme modelinin lise öğrencilerinin çözünürlük dengesi konusundaki başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Çolak, S. (2005). *İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin asit-bazlar konusundaki başarılarına, kavramsal değişimlerine ve fene karşı tutumlarına yapılandırıcı öğrenme yaklaşımına dayalı öğretim yöntemlerinin etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Demir, N. (2020). *Astronomi konularının öğretiminde 5E öğrenme modelinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Erciyes Üniversitesi.
- Demir, Y. (2018). *5E öğrenme modeline uygun etkinliklerin ilköğretim 4.sınıf fen bilimleri dersi öğretimine etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Fırat Üniversitesi.
- Demirhan, M. (2024). *Mizahla zenginleştirilmiş fen bilimleri öğretiminin öğrencilerin başarı motivasyonu ve eleştirel düşünme eğilimlerine etkisi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Çukurova Üniversitesi.
- Demirörs, F (2018). *Özdüzenleyici bilişsel stratejilerle zenginleştirilmiş 7E öğrenme modelinin öğrencilerin enerji konusundaki başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- DerSimonian, R., ve N. Laird. (1986). "Meta-analysis in clinical trials." *Controlled clinical trials* 7(3):177-88. doi: 10.1016/0197-2456(86)90046-2.
- Duval, Sue, ve Richard Tweedie. (2000). "Trim and Fill: A Simple Funnel-Plot-Based Method of Testing and Adjusting for Publication Bias in Meta-Analysis". *Biometrics* 56(2):455-63. doi: 10.1111/j.0006-341X.2000.00455.x.
- Düşkün, İlda, ve İbrahim Ünal. (2016). "Modelle Öğretim Yönteminin Fen Eğitimindeki Yeri ve Önemi". *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 4(6):1-18.
- Egger, M., G. Davey Smith, M. Schneider, ve C. Minder. (1997). "Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test." *BMJ (Clinical research ed.)* 315(7109):629-34. doi: 10.1136/bmj.315.7109.629.
- Eisenkraft, Arthur. (2003). "Expanding the 5E model. Science Teacher". 56-59.

- Ekici, F. (2007). *Yapılandırmacı yaklaşıma uygun 5E öğrenme döngüsüne göre hazırlanan ders materyalinin lise 3. sınıf öğrencilerinden yükseltgenme – indirgenme tepkimeleri ve elektrokimya konularını anlamalarına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Ensari, Ö. (2023). *Ortaöğretim öğrencilerinin kuantum fiziğine giriş konularında kavramsal anlama güçlüklerinin belirlenmesi ve giderilmesi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Ercan Özaydın, T. (2010). *İlköğretim yedinci sınıf fen ve teknoloji dersinde 5E öğrenme halkası ve bilimsel süreç becerileri doğrultusunda uygulanan etkinliklerin, öğrencilerin akademik başarıları, bilimsel süreç becerileri ve derse yönelik tutumlarına etkisi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Ege Üniversitesi.
- Ercan, (2009). *Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımı 5E öğretim modelinin madde döngüleri konusunun öğretilmesine etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Ercan, D. H. (2022). *Teknolojik uygulamalar ile zenginleştirilmiş fen bilimleri dersinin öğrenci akademik başarı, tutum ve ilgilerine etkisinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Sakarya Üniversitesi.
- Ercan, S., Girgin, S. & Atılboz, N.G. (2017). *Öğrenme halkası modelinin 10. sınıf öğrencilerinin madde döngüleri konusunu öğrenmeleri üzerine etkisi*. JRES, 4(2), 135-145.
- Erdogan, M.N. (2018). *Yap-Boz Sınıf Ortamında 5E Stratejileri Kullanılarak Elementlerin Periyodik Sisteminin Öğretimi*. Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi, 12(24), 98-119. <https://doi.org/10.29329/mjer.2018.147.6>
- Erdoğan, S. (2011). *Elektrik konularının 5E modeline göre öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Ergin, İ. (2006). *Fizik eğitiminde 5E modelinin öğrencilerin akademik başarısına, tutumuna ve hatırlama düzeyine etkisine bir örnek: “iki boyutta atış hareketi”*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Ergin, İsmet, Uygur Kanlı, ve Mustafa Tan. (2007). “Fizik Eğitiminde 5E Modelinin Öğrencilerin Akademik Başarısına Etkisinin İncelenmesi”. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* 27(2):191-209.

- Eroğlu, Seyide, Fulya Armağan, ve Oktay Bektaş. (2015). “Fen Bilimleri Dersi Öğrenme Ortamlarının Yapılandırmacı Özellikler Açısından Değerlendirilmesi”. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi* 16(2):293-312.
- Ersoy, İ. (2011). *Elektrik-manyetizma konusunun işlenişinde, 5E modelinin derinleşme aşamasına yönelik geliştirilen materyallerin öğrenci başarısına etkisinin değerlendirilmesi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Ersoy, İ., Sarıkoç, A., & Berber, N. C. (2013). *5E Modelinin Derinleşme Aşamasına Yönelik Olarak Elektrik Manyetizma Konusunda Hazırlanan Materyallerin Etkililiği*. Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi(35), 144-154.
- Ezberci, E. (2014). *Üstkavramsal faaliyetleri aktif hale getirici etkinliklerle desteklenmiş 5E öğrenme döngüsü modelinin 7. sınıf öğrencilerinin Ay’ın evreleri konusundaki kavramsal anlamalarına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Finkelstein, Marcia A., Louis A. Penner, ve Michael T. Brannick. (2005). “Motive, Role Identity, and Prosocial Personality As Predictors Of Volunteer Activity”. *Social Behavior and Personality: an international journal* 33(4):403-18. doi: 10.2224/sbp.2005.33.4.403.
- Gagné, Robert Mills, Leslie J. Briggs, ve Walter W. Wager. (1992). *Principles of Instructional Design*. Harcourt Brace Jovanovich College.
- Glass, Gene V. (1976). “Primary, Secondary, and Meta-Analysis of Research”. *Educational Researcher* 5(10):3. doi: 10.2307/1174772.
- Göktaş, Erkan. (2017). “Bir Eğitim Politikası Belirleme Yöntemi: Meta Analiz”. *Medeniyet Eğitim Araştırmaları Dergisi* 1(2):35-54.
- Gül, Ş. (2011). *5E modeline dayalı olarak hazırlanan ders yazılımının öğrencilerin başarılarına, tutumlarına ve kavram yanılgılarının giderilmesine etkisi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Güleç, S. (2022). *5E öğrenme modeli uygulamalarının ortaokul öğrencilerinin akademik başarılarına, ekolojik ayak izi farkındalıklarına ve sürdürülebilir çevreye yönelik tutumlarına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi.
- Güleç, S., & Orhan, A. T. (2022). *5E Öğrenme Modeli Uygulamalarının Ortaokul Öğrencilerinin Akademik Başarılarına, Ekolojik Ayak İzi Farkındalıklarına ve*

Sürdürülebilir Çevreye Yönelik Tutumlarına Etkisi. Eğitim Bilim ve Araştırma Dergisi, 3(2), 410-441. <https://doi.org/10.54637/ebad.1163567>

Güneş Koç, R. (2013). *5E modeli ile desteklenen bağlam temelli yaklaşımın yedinci sınıf öğrencilerinin ı ışık ünitesindeki başarılarına, bilgilerinin kalıcılığına ve fen dersine karşı olan tutumlarına etkisi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi.

Güneş Koç, R. S. ve Sarıkaya, M. (2020). *5E öğrenme modeli ve bağlam temelli öğretim yönteminin ı ışık konusunda başarı ve bilgilerin kalıcılığına etkisi*. e- Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi, 7, 430-457. doi:10.30900/kafkasegt.828542

Güneş, M. N. (2021). *Fen bilgisi öğretiminde öğrenme halkası modelinin uygulandığı fizik laboratuvarı çalışmalarının öğrenci başarısına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.

Gürbüz, F. (2012). *7E öğrenme modelinin 6. sınıf fen ve teknoloji dersi “yaşamımızdaki elektrik” ünitesinde öğrencilerin akademik başarılarına ve kalıcılığa etkisi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Atatürk Üniversitesi.

Gürbüz, Fatih, ve Ayberk Bostan Sarıoğlu. (2022). “Examining of Science Teachers’ Views About Asking Questions in Inquiry-Based Learning”. *Current Perspectives in Social Sciences* 26(2):237-44. doi: 10.5152/JSSI.2022.1039645.

Gürbüz, N. (2022). *Yansıtıcı fen günlükleri ile zenginleştirilmiş 5E öğrenme modelinin 5. sınıf “maddenin hal değişimi ve ayırt edici özellikleri” konusunun öğretimine etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi.

Gürbüz, N. (2023). *5E modeli ile hazırlanan dijital hikaye uygulamalarının başarı, eleştirel düşünme ve dijital okuryazarlık becerilerine etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi.

Gürbüzoğlu Yalancı, S., & Yenice, E. (2015). *Yapılandırmacı Yaklaşımın 7E Öğrenme Modelinin 8.sınıf Fen Ve Teknoloji Dersi “Mitoz ve Mayoz Bölünme” Konusunda Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisinin İncelenmesi*. Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi, 3(2), 65-77.

Harlen OBE, Wynne. (2017). *The Teaching of Science in Primary Schools*. David Fulton Publishers.

Harlen Wynne. (2013). “Inquiry-based learning in science and mathematics”. *Review of Science Mathematics & ICT Education*, 9-33.

- Harurluoğlu, Y. (2011). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının tohum-meyve-çiçek konularındaki başarılarına ve hatırlama düzeylerine öğrenme halkası modelinin etkisi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Harurluoğlu, Y., & Kaya, E. (2011). *Öğrenme Halkası Modelinin Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Tohum-Meyve-Çiçek Konularındaki Başarılarına ve Hatırlama Düzeylerine Etkisi*. Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(4), 43-50.
- Hedges, Larry V., ve Ingram Olkin. (1985). *Statistical Methods for Meta-Analysis*. 1st bs. Academic Press.
- Hedges, Larry V., ve Jack L. Vevea. (1998). "Fixed- and Random-Effects Models in Meta-Analysis". *American Psychological Association*.
- Hennessy, Sara, Rosemary Deane, ve Kenneth Ruthven. (2006). "Situating Expertise in Integrating Use of Multimedia Simulation into Secondary Science Teaching". *International Journal of Science Education* 28.
- Hırça, N., Çalık, M., Seven, S. (2011). *5E Modeline Göre Geliştirilen Materyallerin Öğrencilerin Kavramsal Değişimine ve Fizik Dersine Karşı Tutumlarına Etkisi: "İş, Güç ve Enerji" Ünitesi Örneği*. Türk Fen Eğitim Dergisi, 8(1), 139-152.
- Higgins, Julian P. T., Anne Whitehead, ve Mark Simmonds. (2011). "Sequential methods for random-effects meta-analysis". *Statistics in Medicine* 30(9):903-21. doi: 10.1002/sim.4088.
- Higgins, Julian P. T., ve Simon G. Thompson. (2002). "Quantifying heterogeneity in a meta-analysis." *Statistics in medicine* 21(11):1539-58. doi: 10.1002/sim.1186.
- Hofstein, Avi, ve Vincent N. Lunetta. (2004a). "The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century". *Science Education* 88(1):28-54. doi: 10.1002/sce.10106.
- Hofstein, Avi, ve Vincent N. Lunetta. (2004b). "The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century". *Science Education* 88(1):28-54. doi: 10.1002/sce.10106.
- Hoşgören, G. (2018). *Bağlam temelli kavram karikatürlerinin asit-baz konusunun öğretiminde etkililiğinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Kilis 7 Aralık Üniversitesi.
- Hun, F., & Değirmençay, Ş. A. (2020). *Probleme Dayalı Öğrenme Yöntemi İle Desteklenen 5E Öğretim Modelinin Başarı Ve Tutuma Etkisi*. OPUS International

Journal of Society Researches, 16(29), 1689-1717.
<https://doi.org/10.26466/opus.754216>

Huyugüzel Çavaş, P. (2004). *İlköğretim fen bilgisi dersinde yer alan yaşamımızı yönlendiren elektrik ünitesinin öğrenme döngüsüne göre işlenmesi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Ege Üniversitesi.

İnaltun, Hüseyin. (2022). “Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Motivasyon ve Öğrencileri Motive Etme Hakkındaki Bilgi Düzeylerinin ve Uygulama Durumlarının İncelenmesi”. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 35(2):359-84. doi: 10.19171/uefad.1099269.

İnce, Nazmiye. (2021). “Maddenin tanecikli yapısı konusunda 7. sınıf öğrencilerinde eğitsel oyunlarla farkındalık oluşturulması”. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi.

İstanbuloğlu, B. (2014). *Bilgisayar destekli 5E öğrenme halkası modelinin öğrenci başarısı üzerine etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Kırıkkale Üniversitesi.

John, D. Bransford, L. Brown Ann, ve R. Cocking. Rodney. (2000). *How People Learn*. Washington, D.C.: National Academies Press.

Jonassen, D. (1999). “Designing constructivist learning environments”. Lawrence Erlbaum Associates.

Kaleli, T. (2017). *Fen bilimleri öğretiminde drama yöntemi destekli 5E öğretim modelinin enerji konusunda öğrenci başarısı ve farkındalığına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Kırıkkale Üniversitesi.

Kanlı, U. (2007). *7E modeli merkezli laboratuvar yaklaşımı ile doğrulama laboratuvar yaklaşımlarının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerinin gelişimine ve kavramsal başarılarına etkisi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi.

Kanlı, Uygur, ve Rahmi Yağbasan. (2004). “Proje 2061 in Işığında Fizik Ders Kitaplarının Eğitimsel Tasarımına Eleştirel Bir Bakış”. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* 24(2):0.

Kanlı, Uygur, ve Rahmi Yağbasan. (2008). “7E Modeli Merkezli Laboratuvar Yaklaşımının Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerilerini Geliştirmedeki Yeterliliği”. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* 28(1):91-125.

Kara, F., & Çelikler, D. (2019). 5. Sınıf “Maddenin Değişimi” Ünitesinde Kullanılan Bağlam Temelli Öğrenmenin Öğrencilerin Başarılarına Etkisi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 15(1), 216-245. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.428001>

- Karacak Deren, Ş. (2008). *İlköğretim 8. sınıf genetik ünitesinin 5E modeline göre tasarlanan multimedya destekli öğretimin öğrencilerin erişimi ve tutumlarına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Muğla Üniversitesi.
- Karavaşah Çakıcı, Şadiye, ve Mehmet Yakışan. (2020). “Sorgulama Temelli Öğrenme Yönteminin Öğrencilerin 21. Yüzyıl Becerilerine ve Yansıtıcı Düşünme Düzeylerine Etkisi”. *Gazi Journal of Education Sciences* 6(3):344-60. doi: 10.30855/gjes.2020.06.03.005.
- Karplus, Robert, ve Herbert D. Thier. (1967). *A New Look at Elementary School Science: Science Curriculum Improvement Study*. Rand McNally.
- Kasım, F. (2020). *Canlılar dünyası ünitesinin öğretiminde tahmin-gözlem-açıklama ile desteklenmiş sınıf dışı eğitim etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına ve öğrenmenin kalıcılığına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Kaşarcı, İsmail. (2013). “Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarı ve tutumlarına etkisi: Bie meta-analiz çalışması”. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
- Kavak, Nusret, Yüksel Tufan, ve Havva Demirelli. (2006). “Fen Teknoloji Okuryazarlığı ve İnformal Fen Eğitimi Gazetelerin Potansiyel Rolü”. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* 26(3):17-28.
- Kavcı, A. (2019). *5E modeline göre planlanmış sınıf dışı öğretim etkinliklerinin akademik başarıya ve kalıcılığa etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Giresun Üniversitesi.
- Kaya, E., & Zengin, E. (2018). *5E Modelinin Hücre Bölünmesinin Öğretiminde Öğrenci Başarısına Etkisi*. *EKEV Akademi Dergisi*(73), 415-428.
- Kılıçoğlu, F. (2019). *Maddenin tanecikli yapısı” konusunun model ve modellerle öğretiminin öğrencilerin başarıları ve atomla ilgili zihinsel modelleri üzerine etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Trabzon Üniversitesi.
- Kılınç, A. (2014). *Robotik teknolojisinin 7. sınıf ışık ünitesi öğretiminde kullanımı*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Erciyes Üniversitesi.
- Kırındı, T., & İstanbuloğlu, B. (2016). *Bilgisayar Destekli 5E Öğretim Modelinin Işık Konusunda Akademik Başarıya Etkisi*. *Uluslararası Eğitim Bilimleri Dergisi*(6), 239-255.

- Kolomuç, A. (2009). *11. sınıf “kimyasal reaksiyonların hızları” ünitesinin 5E modeline göre animasyon destekli öğretimi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Köseoğlu, F., & Tümay, H. (2010). *Temel Kimya Laboratuvarlarında Öğrenme Döngüsü Yönteminin Öğrencilerin Kavramsal Değişim, Tutum ve Algılarına Etkisi*. Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi, 11(1), 279-295.
- Köseoğlu, Fitnat, ve Nusret Kavak. (2001). “Fen Öğretiminde Yapılandırıcı Yaklaşım”. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi* 21(1).
- Kul, Hasan Hüseyin, Esra Kızılay, ve Fulya Oner. (2021). “Türkiye’deki fen öğretim programlarında bilimsel süreç becerilerinin yeri”. *Uluslararası Sosyal Bilimler Eğitimi Dergisi* 7(2):327-47. doi: 10.47615/issey.971218.
- Kurusakız, C. (2024). *Biyçeşitlilik konusuna yönelik tasarlanan 5E öğrenme modelinin, 5. sınıf öğrencilerinin akademik başarıları, doğaya yönelik ilgileri ve görüşleri üzerine etkileri*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Aydın Adnan Menderes Üniversitesi.
- Kuzucu, G. (2019). *Periyodik özelliklerin değişimi konusunun sorgulamaya dayalı öğretimi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Balıkesir Üniversitesi.
- Küçükylmaz, E.A. (2003). *Fen bilgisi dersinde öğrenme halkası yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına ve hatırlama düzeylerine etkisi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Eskişehir Anadolu Üniversitesi.
- Küçükylmaz, Emine Aysin. (2003). “Fen bilgisi dersinde öğrenme halkası yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına ve hatırlama düzeylerine etkisi”. 245.
- Kürkçü, E. (2016). *Lise 1. sınıf biyoloji dersi “canlının temel birimi hücre” konusunun öğretiminde 5E modelinin öğrenci başarıları ve tutumuna etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Laugksch, Rüdiger. (2000). “Scientific Literacy: A Conceptual Overview”. *Science Education - SCI EDUC* 84. doi: 10.1002/(SICI)1098-237X(200001)84:13.0.CO;2-C.
- Lawson, A. E. (1995). “Science teaching and the development of thinking”. 1172-81.
- Lawson, Anton E. (1995). *Science Teaching and the Development of Thinking*. Wadsworth Pub.
- Lewis, S., ve M. Clarke. (2001). “Forest plots: trying to see the wood and the trees.” *BMJ (Clinical research ed.)* 322(7300):1479-80. doi: 10.1136/bmj.322.7300.1479.

- Li, Shasha, Guili Cheng, Huihong Huang, ve Wenjuan Ren. (2021). “Effect of Empowering Education on Refined Nursing of Patients with Internal Double J Tubes after Surgery for Ureteral Stricture”. *Open Journal of Nursing* 11(05):291-301. doi: 10.4236/ojn.2021.115026.
- Lin, Lifeng, ve Haitao Chu. (2018). “Quantifying publication bias in meta-analysis.” *Biometrics* 74(3):785-94. doi: 10.1111/biom.12817.
- Lipsey, Mark W., ve David B. Wilson. (2001). *Practical meta-analysis*. Thousand Oaks, CA, US: Sage Publications, Inc.
- López-Martín, Esther, Belén Gutiérrez-de-Rozas, Ana María González-Benito, ve Eva Expósito-Casas. (2023). “Why Do Teachers Matter? A Meta-Analytic Review of how Teacher Characteristics and Competencies Affect Students’ Academic Achievement”. *International Journal of Educational Research* 120:102199. doi: 10.1016/j.ijer.2023.102199.
- Lorin W. Anderson, David Krathwohl, Peter Airasian, Kathleen A. Cruikshank, Richard E. Mayer, Paul Pintrich, James Rath, ve Merlin C. Wittrock. (2005). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom’s Taxonomy of Educational Objectives*. Phi Delta Kappa International.
- Lowe, Kate, Libby Lee, Renato Schibeci, Rick Cummings, Rob Phillips, ve David Lake. (2010). “Learning objects and engagement of students in Australian and New Zealand schools”. *British Journal of Educational Technology* 41(2):227-41. doi: 10.1111/j.1467-8535.2009.00964.x.
- Magnusson, Shirley, Joseph Krajcik, ve Hilda Borko. (2002). “Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching”. Ss. 95-132 içinde *Examining Pedagogical Content Knowledge*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Marín-Martínez, Fulgencio, ve Julio Sánchez-Meca. (2010). “Weighting by Inverse Variance or by Sample Size in Random-Effects Meta-Analysis”. *Educational and Psychological Measurement* 70(1):56-73. doi: 10.1177/0013164409344534.
- MEB. (2013). *İlköğretim kurumları (ilkokullar ve ortaokullar) fen bilimleri dersi*. Ankara.
- MEB. (2019). *PISA 2018 Türkiye Ön Raporu*. Ankara.

- Metin, M., & Bozdoğan, A. E. (2020). *Fen Bilimleri Dersi Kapsamında Planetaryuma Düzenlenen Bir Gezinin 7. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarı, İlgi ve Motivasyonuna Etkisi*. Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi, 6(2), 240-260.
- Meydan, A. M. (2015). *Atomun yapısı konusunda uygulanan 7E öğrenme modelinin öğrencilerin akademik başarıları ve tutumlarına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi.
- Minner, Daphne D., Abigail Jurist Levy, ve Jeanne Century. (2010). "Inquiry-based science instruction—what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002". *Journal of Research in Science Teaching* 47(4):474-96. doi: 10.1002/tea.20347.
- Moher, David, Alessandro Liberati, Jennifer Tetzlaff, Douglas G. Altman, ve PRISMA Group. (2009). "Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement." *PLoS medicine* 6(7):e1000097. doi: 10.1371/journal.pmed.1000097.
- Mullis, Ina V. S. .. (2009). *TIMSS 2011 assessment frameworks*. TIMSS and PIRLS International Study Center.
- Mullis, Ina V. S., Michael O. Martin, Pierre Foy, Dana L. Kelly, ve Bethany Fishbein. (2020). *TIMSS 2019 International Results In Mathematics and Science*. International Association for the Evaluation of Educational Achievement.
- Naseriazar, A (2015). *Farklı kavramsal değişim teknikleri ile zenginleştirilmiş 5E modelinin kimyasal denge konusunun öğretimindeki etkililiği*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Nasırlı, Miray, Ayla Karataş, ve Ömer Acar. (2019). "Basit Fen Deneylerinin Öğrencilerin Bilimsel Bilgiye Ulaşmasına Etkileri ". *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*.
- National Research Council. (1996). "National Science Education Standards." *National Academy Press*.
- Norman G. Lederman, ve Sandra K. Abell. (2014). *Handbook of Research on Science Education*.
- Nuhoğlu, H. (2004). *Öğretmenlerin elektrokimya konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi ve öğretmen adaylarının elektrokimya konusundaki başarılarına öğretim yönteminin etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- OECD. (2006). *Assessing Scientific, Reading and Mathematical Literacy: A Framework for PISA 2006*. Paris.

- Oğuzman, Tuğba, ve Hasan Kaya. (2023). “Fen Eğitiminde 3E, 4E, 5E veya 7E Öğrenme Modellerinin Kullanıldığı Tezlerin Betimsel İçerik Analizi”. *Eğitimde Yeni Yaklaşımlar Dergisi* 6(2):92-122.
- Orwin, Robert G. (1983). “A Fail-Safen for Effect Size in Meta-Analysis”. *Journal of Educational Statistics* 8(2):157-59. doi: 10.3102/10769986008002157.
- Orwin, Robert G., ve Jack L. Vevea. (2009). “Evaluating coding decisions.” Ss. 177-203 içinde *The handbook of research synthesis and meta-analysis, 2nd ed.* New York, NY, US: Russell Sage Foundation.
- Osborne, R. J., ve M. C. Wittrock. (1983). “Learning science: A generative process”. *Science Education* 67(4):489-508. doi: 10.1002/sce.3730670406.
- Önder, E. (2011). *Fen ve teknoloji dersi ‘canlılarda üreme, büyüme ve gelişme’ ünitesinde kullanılan yapılandırmacı 5E öğrenme modelinin 6. sınıf öğrencilerinin başarılarına etkisi.* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Selçuk Üniversitesi.
- Öner, Y. E. (2017). *Simülasyon ve animasyon destekli 5E modelinin öğretmen adaylarının fen başarıları ve motivasyonlarına etkisi.* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Ören Şaşmaz, F. (2005). *İlköğretim 7. sınıf fen bilgisi dersinde öğrenme halkası yaklaşımının, öğrencilerin başarı, tutum ve mantıksal düşünme yetenekleri üzerine etkisi.* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Ören, F. Ş., & Tezcan, R. (2008). *İlköğretim 7. Sınıf Fen Bilgisi Dergisinde Öğrenme Halkası Yaklaşımının, Öğrencilerin Başarı ve Mantıksal Düşünme Yetenekleri Üzerine Etkisi.* *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 427-446.
- ÖSYM. (2023). “2023-YKS Yerleştirme Sonuçlarına İlişkin Sayısal Bilgiler”. ÖSYM.
- ÖSYM. (2024). “2024-YKS Yerleştirme Sonuçlarına İlişkin Sayısal Bilgiler”. ÖSYM.
- Öz, R. (2015). *Araştırma ve sorgulamaya dayalı etkinliklerle desteklenmesi bilim merkezi uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, bilim okuryazarlıklarına ve sorgulayıcı düşünme becerilerine etkisi.* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Özbudak Kılıçlı, Z (2016). *Fen bilimleri programında yer alan hücre bölünmesi ve kalıtım ünitesinin öğretim tasarımı ve uygulanması.* [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Uludağ Üniversitesi.
- Özbudak, Z., & Özkan, M. (2014). *İnsanda Bazı Kalıtsal Özelliklerin 5E Modeline Dayalı Etkinliklerle Öğretiminin Akademik Başarı, Tutum ve Kalıcılığa Etkisi.* *Journal*

of Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 27(1), 185-206.
<https://doi.org/10.19171/uuefd.90946>

Öztürk Geren, N., & Dökme, İ. (2015). *5E Öğrenme Modeline Dayalı Etkinliklerin Öğrencilerin Bilimsel Süreç Becerileri ve Akademik Başarılarına Etkisi*. Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 11(1). <https://doi.org/10.17860/efd.70372>

Öztürk, N. (2013). *6. sınıf fen ve teknoloji dersi ı ışık ve ses ünitesinde 5E öğrenme modeline dayalı etkinliklerin öğrenme ürünleri üzerindeki etkisi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Gazi Üniversitesi.

Özyurt Soytürk, B.B. (2018). *Ortaokul öğrencilerinde kompleks kavramların öğretimi sırasında sistemik düşünme becerilerinin geliştirilmesi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Marmara Üniversitesi.

Page, Matthew J., David Moher, Patrick M. Bossuyt, Isabelle Boutron, Tammy C. Hoffmann, Cynthia D. Mulrow, Larissa Shamseer, Jennifer M. Tetzlaff, Elie A. Akl, Sue E. Brennan, Roger Chou, Julie Glanville, Jeremy M. Grimshaw, Asbjørn Hróbjartsson, Manoj M. Lalu, Tianjing Li, Elizabeth W. Loder, Evan Mayo-Wilson, Steve McDonald, Luke A. McGuinness, Lesley A. Stewart, James Thomas, Andrea C. Tricco, Vivian A. Welch, Penny Whiting, ve Joanne E. McKenzie. (2021). “PRISMA 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews”. *BMJ* n160. doi: 10.1136/bmj.n160.

Parim, G (2009). *İlköğretim 8.sınıf öğrencilerinde fotosentez, solunum kavramlarının öğrenilmesine, başarıya ve bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesinde araştırmaya dayalı öğrenmenin etkileri*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Marmara Üniversitesi.

Polanin, Joshua R., Dorothy L. Espelage, ve Therese D. Pigott. (2012). “A meta-analysis of school-based bullying prevention programs’ effects on bystander intervention behavior.” *School Psychology Review* 41(1):47-65.

Reiser, Brian. (2004). “Scaffolding Complex Learning: The Mechanisms of Structuring and Problematising Student Work”. *Journal Of The Learning Sciences* 13:273-304. doi: 10.1207/s15327809jls1303_2.

Renner, John W., Michael R. Abraham, ve Howard H. Birnie. (1985). “The importance of the form of student acquisition of data in physics learning cycles”. *Journal of Research in Science Teaching* 22(4):303-25. doi: 10.1002/tea.3660220403.

Renner, R. W. ., ve E. A. dan Marek. (1988). “The Learning Cycle and Elementary School Science Teaching”. *Heinemann Educational Books Inc*.

- Rosenthal, Robert. (1991). *Meta-Analytic Procedures for Social Research*. 2455 Teller Road, Thousand Oaks California 91320 United States of America : SAGE Publications, Inc.
- Rothstein, Hannah, Alex Sutton, ve Michael Borenstein. (2005). “Publication Bias in Meta-Analysis: Prevention, Assessment and Adjustments”. *Publication Bias in Meta-Analysis. Prevention, Assessment, and Adjustments*. doi: 10.1002/0470870168.
- Sağır, A. (2023). *5. sınıf fen bilimleri dersi “biyoçeşitlilik” konusunda 5E öğretim modelinin öğrenci akademik başarısına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Akdeniz Üniversitesi.
- Saraç, H. (2015). *Çokluortam destekli 7E modeline göre tasarlanan uygulamaların 5. sınıf fen bilimleri dersi “maddenin değişimi” ünitesinde öğrencilerin öğrenme ürünlerine etkisi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Dumlupınar Üniversitesi.
- Saraç, H, Balta, N. (2016). The Effect of 7E Learning Cycle on Learning in Science Teaching: A metaAnalysis Study. *European Journal of Educational Research*, 5(2):61-72. doi: 10.12973/eu-jer.5.2.61.
- Saraç, Hakan. (2017). The Effect of 5e Learning Model Usage on Students’ Learning Outcomes: Meta-Analysis Study. *The Journal of Limitless Education and Research*, 2(2), 16-49. doi: 10.29250/sead.306081.
- Saraç, Hakan. (2018). “Öğrenme Halkası Modellerinin Fen Öğretiminde Öğrencilerin Öğrenme Ürünlerine Etkisi: Meta Analiz Çalışması”. *Eğitimde Kuram ve Uygulama* 14(3):250-75. doi: 10.17244/eku.305929.
- Sarı, U., Güven, G. B., & Bakır Güven, G. (2013). *Etkileşimli Tahta Destekli Sorgulamaya Dayalı Fizik Öğretiminin Başarı ve Motivasyona Etkisi ve Öğretmen Adaylarının Öğretime Yönelik Görüşleri*. Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 7(2), 110-143. <https://doi.org/10.12973/nefmed204>
- Saygın, Ö., Atılboz, N. G., & Salman, S. (2006). *Yapılandırmacı Öğretim Yaklaşımının Biyoloji Dersi Konularını Öğrenme Başarısı Üzerine Etkisi Canlılığın Temel Birimi Hücre*. Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi, 26(1), 51-64.
- Schunk, D. ., P. ., Pintrich, ve J. Meece. (2008). “Motivation in Education: Theory, Research and Applications”. *Englewood Cliffs*.
- Schwartz, R. ., ve N. Lederman. (2004). “Bilimsel okuryazarlığın yapısının incelenmesi”. *Science Education*.

- Schwartz, S. (2006). "Basic human value: An overview (Les valeurs de base de la personne, theorie, mesures et applications.)". *Revue francaise de Sociologie*.
- Sertkahya, M. (2016). *Gerçek yaşamla bağlantılı etkinliklerin öğrencilerin tutum ve başarısına etkisi: enerji ünitesi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Ege Üniversitesi.
- Shuell, T. (1986). "Cognitive Conceptions of Learning". *American Educational Research Association*.
- Shulman, Lee S. (1986). "Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching". *Educational Researcher* 15(2):4. doi: 10.2307/1175860.
- Sterne, J. A., Alex Sutton, ve J. P. Ioannidis. (2011). "Recommendations for examining and interpreting funnel plot asymmetry in meta-analyses of randomised controlled trials". *BMJ* 343.
- Sterne, J. A., M. Egger, ve G. D. Smith. (2001). "Systematic reviews in health care: Investigating and dealing with publication and other biases in meta-analysis." *BMJ (Clinical research ed.)* 323(7304):101-5. doi: 10.1136/bmj.323.7304.101.
- Sterne, Jonathan A. C., Betsy Jane Becker, ve Matthias Egger. (2005). "The Funnel Plot". Ss. 73-98 içinde *Publication Bias in Meta-Analysis*. Wiley.
- Süzen, S. (2004). *Yedinci sınıf fen bilgisi dersinde fiziksel ve kimyasal değişmeler konusunda öğrencilerin bilişsel alanın bilgi ve kavrama düzeyleri ve tutumları üzerine yapısalcı öğrenme modelinin etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.
- Süzen, S. (2009). *5E ve Geleneksel Metotla İşlenen Fen ve Teknoloji Dersinin Yapılandırılmış Gridle Değerlendirilmesi*. Milli Eğitim Dergisi, (181), 169-183.
- Şahin Taşkın, Çiğdem, ve Hanife Esen Aygün. (2017). "İlkokul Öğrencilerinin Okuma Tutumlarının Çeşitli Değişkenler Açısından İncelenmesi". *İlköğretim Online* 16(3):1120-36. doi: 10.17051/ilkonline.2017.330246.
- Şahin, Ç., & Çepni, S. (2012). *5E Öğretim Modeline Dayalı Öğretimin Öğrencilerin Gaz Basıncı ile İlgili Kavramsal Anlamalarına Etkisi*. Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi, 6(1), 220-264.
- Şahin, Yrd. Doç. Dr. Harun. (2014). "Yapılandırmacı Yaklaşım Modelinin Fen Öğretimine Yansımaları". *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 1(29):151-70.

- Şenel Çoruhlu, T (2013). "Güneş sistemi ve ötesi uzay bilmecesi" ünitesinde zenginleştirilmiş 5E öğretim modeline göre geliştirilen rehber materyallerin etkililiğinin belirlenmesi. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Şenel Çoruhlu, T., & Çepni, S. (2016). Zenginleştirilmiş 5E Modelinin Öğrenci Kavramsal Değişimi Üzerine Etkisi: Astronomi Örneği. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 24(4), 1785-1802.
- Tan, Mustafa, ve Arş. Gör. Burak Kaan Temiz. (2003). "Fen Öğretiminde Bilimsel Süreç Becerilerinin Yeri ve Önemi". *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 13(13):89-101.
- Taş, M. (2013). *Karikatür Destekli Fen Öğretimine İlişkin Bir Araştırma: İlköğretim 6. Sınıf Yaşamımızdaki Elektrik Ünitesi Örneği*. Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 26(2), 473-500.
- Tetik, S. (2019). *Karışımlar konusunun sorgulamaya dayalı öğretiminin öğrenci başarısı ve motivasyonu üzerine etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Balıkesir Üniversitesi.
- Tiryaki, S. (2009). *Yapılandırmacı yaklaşıma dayalı 5E öğrenme modeli ve işbirlikli öğrenme yönteminin 8. sınıf "ses" ünitesinin işlenmesinde başarıya ve tutuma etkisinin araştırılması*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Tobin, K., D. J. Tippins, ve A. J. Gallard. (1994). "Research on instructional strategies for teaching science. In D. L. Gabel (Ed.), Handbook of research on science teaching and learning". 45-93.
- Toprak, F. (2011). *Fen bilgisi öğretmenliği genel kimya laboratuvarında 3E ve 5E öğretim modellerinin uygulanmasının öğrencilerin akademik başarısı, bilimsel süreç becerileri ve derse karşı tutumlarına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi.
- Toraman, Çetin, Özge Ceren Çelik, ve Melek Çakmak. (2018). "Oyun-tabanlı öğrenme ortamlarının akademik başarıya etkisi: Bir meta-analiz çalışması". *Kastamonu Eğitim Dergisi* 26(6):1803-11.
- Tuan, Hsiao-Lin, Chi-Chin Chin, ve Shyang-Horng Shieh. (2005). "The development of a questionnaire to measure students' motivation towards science learning". *International Journal of Science Education* 27(6):639-54. doi: 10.1080/0950069042000323737.

- Turna Gülcü, B. (2023). *5E öğretim modeline dayalı anlam oluşturma yaklaşımının 8.sınıf öğrencilerinin enerji dönüşümleri ve çevre bilimi ünitesi kavramlarını anlamalarına ve üstbilişsel farkındalıklarına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Balıkesir Üniversitesi.
- Türker, S. (2015). *Araştırmaya dayalı öğrenme yöntemiyle ilkökul öğrencilerinde başarı ve bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Tüysüz, Cengiz, ve Erdal Tatar. (2014). “Öğretmen Adaylarının Öğrenme Stillerinin Kimya Dersine Yönelik Tutum ve Başarılarına Etkisi/Effect of the Pre-Service Teachers’ Learning Styles on Chemistry Achievement and Attitudes”. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* 5(9):97-107.
- Uysal, Y. (2018). *Ortaokul 6. sınıf fen bilimleri dersi elektriğin iletimi konusunun öğretiminde 5E modelinin öğrenci başarısına ve tutumuna etkisinin araştırılması*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi.
- Ünal, U. (2017). *İnteraktif araçlarla yapılan simülasyon deneyleri ve gerçek malzemelerle yapılan deneylerin öğrencilerde bilginin kalıcılığına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Pamukkale Üniversitesi.
- Üstün, Ulaş, ve Ali Eryılmaz. (2014). “Etkili araştırma sentezleri yapabilmek için bir araştırma yöntemi: Meta-Analiz”. *Eğitim ve Bilim* 39(174):1-32.
- Üstün, Ulaş. (2012). “To what extent is problem-based learning effective as compared to traditional teaching in science education? A meta-analysis study”. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Ortadoğu Teknik Üniversitesi.
- Varoğlu, L (2021). *Kavram haritalarıyla desteklenen 5E öğrenme modelinin öğrencilerin kimya kavramlarını anlamalarına etkisi*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Wilder, Melinda, ve Phyllis Shuttleworth. (2005). “Cell Inquiry: A 5E Learning Cycle Lesson”. *Science Activities: Classroom Projects and Curriculum Ideas* 41(4):37-43. doi: 10.3200/SATS.41.4.37-43.
- Yaşar, Şeyma, ve Medine Baran. (2020). “Oyunlarla desteklenmiş TGA (tahmin et-gözle-açıkla) yöntemine dayalı etkinliklerin 10. sınıf öğrencilerinin fizik başarısına etkisi”. *Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi* 52(52):420-41.

- Yenice, E. (2014). *Yapılandırmacı yaklaşımın 7E öğrenme modelinin 8.sınıf fen ve teknoloji dersi "mitoz ve mayoz bölünme" konusunda öğrencilerin akademik başarılarına etkisinin incelenmesi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Kafkas Üniversitesi.
- Yıldırım, Halil İbrahim, ve Önder Şensoy. (2011). “İlköğretim 7. Sınıf Öğrencilerinin Eleştirel Düşünme Eğilimi Üzerine Eleştirel Düşünme Becerilerini Temel Alan Fen Öğretiminin Etkisi”. *Kastamonu Education Journal* 19(2):523-40.
- Yıldırım, M., & Türker Altan, S. (2018). *Araştırma Sorgulamaya Dayalı Öğrenme Stratejisinin Öğrencilerin Akademik Başarısına Etkisi ve Öğrencilerin Uygulanan Stratejiye Yönelik Görüşleri*. *Fen Bilimleri Öğretimi Dergisi*, 6(1), 1-19.
- Yıldızbaş, E. (2019). *Ortaokul 8. sınıf fen bilimleri dersi kuvvet ve katı basıncı ilişkisi konusunun öğretiminde 7E modelinin öğrenci başarısına ve tutumuna etkisinin araştırılması*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi.
- Yılmaz, A. (2024). *Artırılmış gerçeklik ve simülasyon destekli 5E yönteminin öğrencilerin akademik başarı, tutum ve motivasyonlarına etkisi: kuvvet ve enerji ünitesi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi.
- Yurt, Y. (2012). *5E modelinin ilköğretim 6.sınıf öğrencilerinin fen ve teknoloji dersine ilişkin akademik başarı ve tutumlarına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi.
- Zan Yörük, N (2008). *Kimya öğretiminde 5E öğrenme modeline dayalı fen, teknoloji, toplum ve çevre (ftç) yaklaşımının etkileri*. [Yayımlanmamış Doktora Tezi]. Hacettepe Üniversitesi.
- Zengin, E. (2016). *Ortaokul 8. sınıflarda hücre bölünmeleri konusunun öğretiminde 5E öğrenme modelinin öğrenci başarısına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Atatürk Üniversitesi.
- Zeytinli Ünal, M. (2018). *8. sınıf “canlılar ve enerji ilişkileri” ünitesinin modeller kullanılarak öğretimi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Karadeniz Teknik Üniversitesi.
- Zion, Michal, ve Ruthy Mendelovici. (2012). “Moving from structured to open inquiry: Challenges and limits”. *Science Education International* 383-99.

Ziyafet, E. (2008). *Fen ve teknoloji dersinde periyodik çizelgenin öğretiminde 5E modelinin öğrenci tutum ve başarısına etkisi*. [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi]. Gazi Üniversitesi.



EKLER

Ek 1: Kodlama Kağıdının Worde Dönüştürülmüş Hali

ÇALIŞMANIN KİMLİĞİ BÖLÜMÜ	ÇALIŞMA KARAKTERİSTİKLERİ		Çalışma No		
			Çalışmanın Adı		
			Çalışmanın Yazarı		
			Eğitim Öğretim Yılı		
			Uygulamanın Yapıldığı Yıl		
			Çalışmanın Yapıldığı İl		
			Çalışmanın Tam Metin Haline Ulaşma Durumu		
ARA DEĞİŞKENLER	YAYIN KARAKTERİSTİKLERİ		Yayın Türü (Yüksek Lisans, Doktora, Makale, Bildiri)		
			Gönderilme Yılı		
			Yayınlanma Yılı		
	ÖRNEKLEM KARAKTERİSTİKLERİ		Araştırmanın yapıldığı bölge		
			Okul Türü (Devlet, Özel, Özel Eğitim Merkezi)		
			Sosyo ekonomik durum (Düşük, Orta, Yüksek)		
			Öğrenim Seviyesi		
			Öğrenim Seviyesi (sınıf)		
			Deney Grubu Kadın Yüzdesi (%)		
			Toplam Örneklem Büyüklüğü		
	YÖNTEM KARAKTERİSTİKLERİ	ARAŞTIRMA DESENİ KARAKTERİSTİKLERİ	Deneyssel Tasarım (Gerçek-Yarı Deneyssel)		
			Örnekleme Yöntemi		
			Öğretmen (uygulayıcı) Eğitimi (Evet-Hayır-Belirtilmemiş)		
			Araştırmacı Etkisi		
			Öğretmen Etkisi (Aynı-Aynı Değil)		
		UYGULAMA KARAKTERİSTİKLERİ	Uygulanan Yöntem (3E, 5E, 7E, Diğer)		
			Uygulanan Yönteme başka bir öğretim yöntemi entegre edilmiş mi? (Evet-Hayır)		
			Hangi Yöntem Entegre Edilmiştir?		
			Uygulamada Laboratuvar Ortamı Kullanılmış mı? (Evet-Hayır)		
			Laboratuvarda Deney Yapılmış mı? (Evet-Hayır-Belirtilmemiş)		
			Öğretim Şekli (Online, Yüz yüze)		
			Uygulama Süresi (Saat - Hafta)		
			Sınıf Büyüklüğü		
			Konu Alanı (Fen, Fizik, Kimya, Biyoloji, Astronomi, Diğer)		
			Ünite/Konu		
			ÖLÇÜM KARAKTERİSTİKLERİ		Çalışmada Kullanılan Ölçüm Aracı (Başarı Testi, Kalıcılık Testi, Bilgiyi Kavrama Testi)
					Ölçüm Aracını Kim Hazırladı? (Araştırmacı-hazır)
					Ölçüm Aracının Soru Çeşidi (Çoktan Seçmeli- Açık Uçlu- Her İkisi)
					Kullanılan Ölçüm Aracının Geçerlilik Kontrolü yapılmış mı? (evet-hayır)
	Kullanılan Ölçüm Aracının Güvenirlilik Hesaplaması yapılmış mı? (evet-hayır)				
	Başarı testi için güvenirlik katsayısı nedir?				
	Kullanılan Ölçüm Aracı ile Pilot Çalışma yapılmış mı? (evet-hayır)				

Ek 1 (Devam): Kodlama Kağıdının Worde Dönüştürülmüş Hali

BULGULAR	İSTATİSTİKSEL VERİ	KONTROL GRUBU	Bağımlı Değişken
			Örneklem Sayısı
			Örneklem Büyüklüğü Ön Test (toplam)
			Örneklem Büyüklüğü Son Test (toplam)
			Ön test Aritmetik Ortalama
			Son test Aritmetik Ortalama
			Ön test standart sapma
			Son test standart sapma
		DENEY GRUBU	Bağımlı Değişken
			Örneklem Sayısı
			Ön test Aritmetik Ortalama
			Son test Aritmetik Ortalama
			Ön test standart sapma
			Son test standart sapma
		İSTATİSTİKSEL TEST SONUÇLARI	Kullanılan İstatistiksel Test
			Serbestlik derecesi
			T puanı
			Z puanı
			P değeri
			F değeri
			Etki Büyüklüğü

Ek 2: Çalışma Karakteristikleri

Kategoriler	Değişkenler	Alt Gruplar	Çalışma Sayısı (k)	Yüzde %	Etki Büyüklüğü (g)	%95 Güven Aralığı
Yayın Karakteristikleri	Yayın Türü	Bildiri				
		Doktora Tezi				
		Makale				
		Yüksek Lisans Tezi				
	Çalışma Yılı	Ortalama-1SD				
		Ortalama				
		Ortalama+1SD				
Örneklem Karakteristikleri	Araştırmanın Yapıldığı Bölge	Akdeniz				
		Doğu Anadolu				
		Ege				
		Güneydoğu Anadolu				
		İç Anadolu				
		Karadeniz				
		Marmara				
		Belirtilmemiş				
	Okul Türü	Devlet				
		Özel				
		Belirtilmemiş				
	Sosyoekonomik Durum	Düşük				
		Orta				
		Yüksek				
		Belirtilmemiş				
	Öğrenim Seviyesi	İlköğretim				
		Lise				
		Lisans				
		Lisansüstü				
	Deney Grubu Kadın Yüzdesi	Ortalama-1SD				
		Ortalama				
		Ortalama+1SD				
	Toplam Örneklem Büyüklüğü	Ortalama-1SD				
		Ortalama				
		Ortalama+1SD				

Ek 2 (Devam): Çalışma Karakteristikleri

Araştırma Deseni Karakteristikleri	Deneysel Tasarım	Gerçek Deneysel
		Yarı Deneysel
	Örnekleme Yöntemi	Amaçlı
		Basit
		Küme
		Rastgele
		Uygun
		Belirtilmemiş
	Öğretmen Eğitimi	Evet
		Hayır
		Belirtilmemiş
	Araştırmacı Etkisi	Deney Grubunda Öğretmen
		Her İki Grupta Öğretmen
		Kontrol Grubunda Öğretmen
		Öğretmen Değil
		Belirtilmemiş
	Öğretmen Etkisi	Her İki Grupta Aynı
		Her İki Grupta Aynı Değil
		Belirtilmemiş
Uygulama Karakteristikleri	Uygulanan Yöntem	3E
		5E
		7E
		Diğer
	Yönteme Başka Yöntem Entegre Edilmiş mi?	Evet
		Hayır
	Laboratuvar Ortamı Kullanılmış mı?	Evet
		Hayır
	Laboratuvarda Deney Yapılmış mıdır?	Evet
		Hayır
		Belirtilmemiş
	Öğretim Şekli	Online
		Yüz yüze
	Uygulama Süresi	0 ile 4 hafta arasında olanlar
		4 ile 8 hafta arasında olanlar
		8 haftadan fazla olanlar
		Belirtilmemiş
	Sınıf Büyüklüğü	Ortalama-1SD
		Ortalama
		Ortalama+1SD

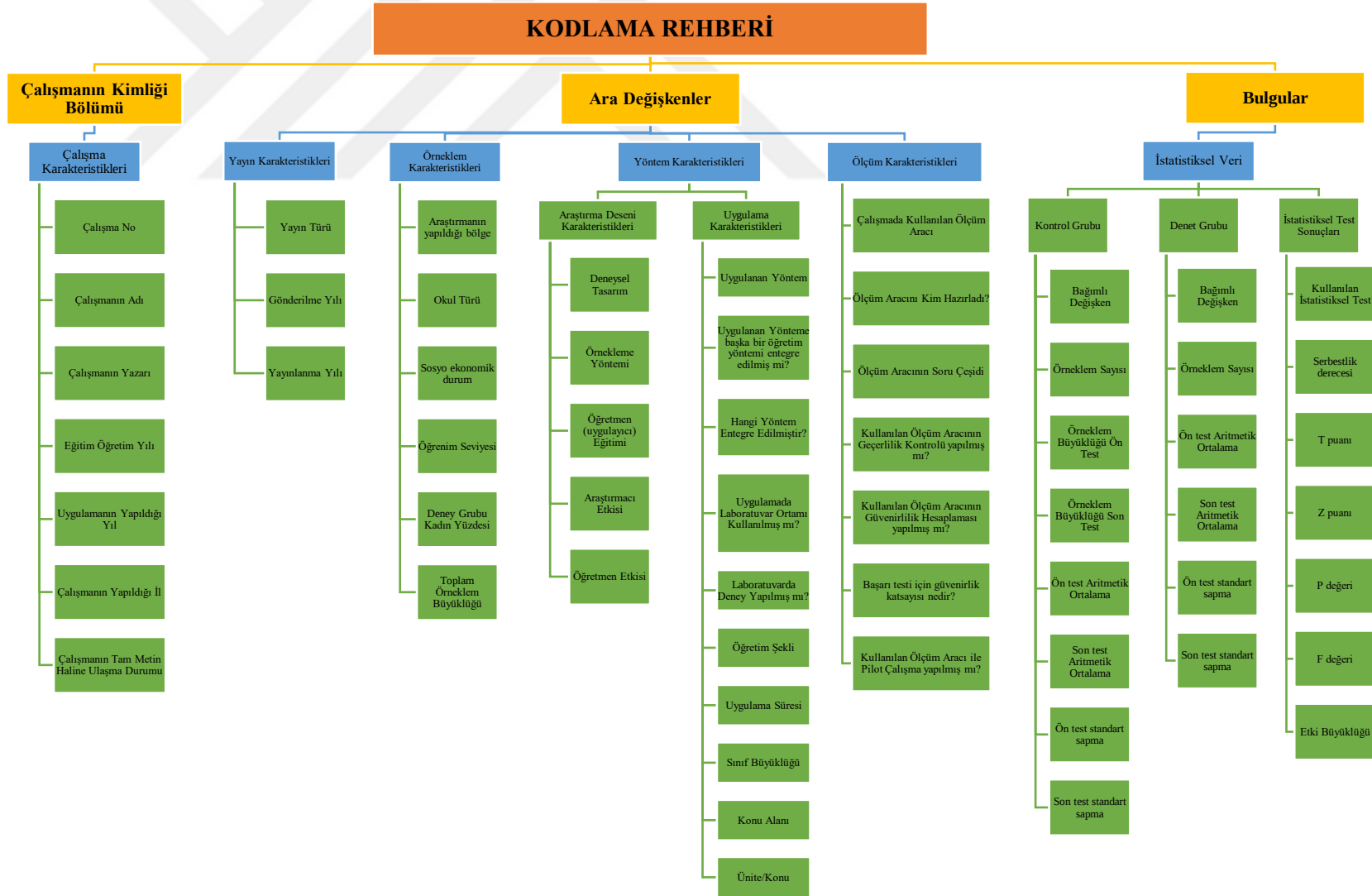
Ek 2 (Devam): Çalışma Karakteristikleri

Uygulama Karakteristikleri	Konu Alanı	Astronomi
		Biyoloji
		Fen
		Fizik
		Kimya
		Diğer
	Ünite Konu	Asit ve Bazlar
		Atom ve Periyodik Cetvel
		Basınç ve Kaldırma Kuvveti
		Besinlerimiz
		Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme
		Canlılarda Üreme, Büyüme ve Gelişme İş, Güç ve Enerji
		Çevre Bilimi
		Çözeltiler, Karışımlar ve Tepkimeler
		Doğal Süreçler
		Elektrik
		Fiziksel ve Kimyasal Değişim
		Hücre, Hücre Bölünmesi ve Kalıtım
		Işık ve Ses
		İnsan ve Çevre
		İş, Güç ve Enerji
		İş, Güç ve Enerji Maddenin Yapısı ve Özellikleri
		Kuantum Teorisi
		Kuvvet ve Hareket
		Kuvvet ve Hareket İş, Güç ve Enerji
		Kuvvet ve Hareket Maddenin Yapısı ve Özellikleri
		Maddenin Yapısı ve Özellikleri
		Maddenin Yapısı ve Özellikleri Çözeltiler, Karışımlar ve Tepkimeler
		Omurgalılar
		Tohum, Meyve ve Çiçek
		Vücudumuzdaki Sistemler
		Vücudumuzdaki Sistemler ve Madde
		Yer Kabuğu, Dünya ve Evren

Ek 2 (Devam): Çalışma Karakteristikleri

Ölçüm Karakteristikleri	Ölçüm Aracını Kim Hazırladı	Araştırmacı
		Hazır
		Belirtilmemiş
	Ölçüm Aracı Soru Çeşidi	Açık Uçlu
		Çoktan Seçmeli
		Her İkisi
		Belirtilmemiş
	Ölçüm Aracının Geçerliliği Hesaplanmış mı?	Evet
		Hayır
		Belirtilmemiş
	Ölçüm Aracı Güvenirliği Hesaplanmış mı?	Evet
		Hayır
		Belirtilmemiş
	<i>Güvenirlik Katsayısı</i>	Ortalama-1SD
		Ortalama
		Ortalama+1SD
	Pilot Çalışma Yapılmış mı?	Evet
		Hayır
		Belirtilmemiş

Ek 3: Kodlama Rehberi



“Öğrenme Halkası Modellerinin Öğrencilerin Fen Başarısına Etkisi: Bir Meta-Analiz Çalışması” konulu çalışmamda oluşturduğum kodlama kâğıdı “*Çalışmanın Kimliği*”, “*Ara Değişkenler*” ve “*Bulgular*” olmak üzere 3 ana bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler ise; kendi içerisinde farklı alt başlıklara ayrılmaktadır.

Bu bölümlere ve alt başlıklara ait ayrıntılı bilgi aşağıda verildiği şekildedir.

ÇALIŞMANIN KİMLİĞİ

Çalışma Karakteristikleri; Çalışma No, Çalışmanın Adı, Çalışmanın Yazarı, Eğitim Öğretim Yılı, Uygulamanın Yapıldığı Yıl, Çalışmanın Yapıldığı İl, Çalışmanın Tam Metin Haline Ulaşma Durumu alt başlıklarını içermektedir:

- Çalışma No: Çalışmanın kaçınıcı sırada olduğu belirtilmelidir.
- Çalışmanın Adı: Çalışmanın adı “Soy isim, Yıl” olarak belirtilmelidir.
- Çalışmanın Yazarı: Çalışmayı yapan kişi belirtilmelidir.
- Eğitim Öğretim Yılı: Çalışmanın yürütüldüğü eğitim öğretim yılı belirtilmelidir.
- Uygulamanın Yapıldığı Yıl: Çalışma makale ise dergiye gönderildiği yıl olarak belirtilmelidir; çalışma yüksek lisans tezi veya doktora tezi ise yayımlandığı yıl olarak belirtilmelidir.
- Çalışmanın Yapıldığı İl: Çalışmanın gerçekleştirildiği il olarak belirtilmelidir.
- Çalışmanın Tam Metin Haline Ulaşma Durumu: Elde edilen çalışmaların metnine ulaşılma durumunu kapsamaktadır. Çalışmaya arama motorları üzerinden ulaşıldıysa “ulaşıldı” şeklinde; çalışmaya yazarlarla mail üzerinden iletişime geçerek ulaşıldıysa “mail ile ulaşıldı” şeklinde belirtilmelidir.

ARA DEĞİŞKENLER

Ara değişkenler; “Yayın Karakteristikleri”, “Örneklem Karakteristikleri”, “Yöntem Karakteristikleri” ve “Ölçüm Karakteristikleri” alt başlıklarını içermektedir.

Yayın Karakteristikleri; Yayın Türü, Gönderilme Yılı, Yayınlanma Yılı alt başlıklarını içermektedir.

- Yayın Türü: Çalışma, “Doktora Tezi”, “Yüksek Lisan Tezi”, “Makale” veya “Bildiri” türlerinden hangisi ise o belirtilmelidir. Bu “*yayın türü*” durumuna kutucuğu seçtiğinizde yan tarafında bulunan ok işareti tıkladığınızda ulaşılabilir.

- Gönderilme Yılı: Çalışma makale ise dergiye gönderildiği yıl olarak belirtilmelidir; çalışma yüksek lisans tezi veya doktora tezi ise yayımlandığı yıl ile aynıdır.
- Yayınlanma Yılı: Çalışma hangi yıl yayınlanmış ise o tarih belirtilmelidir.

Örneklem Karakteristikleri; Araştırmanın Yapıldığı Bölge, Okul Türü, Sosyoekonomik Durum, Öğrenim Seviyesi, Deney Grubu Kadın Yüzdesi, Toplam Örneklem Büyüklüğü alt başlıklarını içermektedir.

- Araştırmanın Yapıldığı Bölge: Çalışmanın yürütüldüğü bölge “Akdeniz”, “Karadeniz”, “Ege”, “Marmara”, “İç Anadolu”, “Güneydoğu Anadolu” veya “Doğu Anadolu” şeklinde belirtilmelidir. Bu “*okul bölgesi*” durumuna kutucuğu seçtiğinizde yan tarafında bulunan ok işareti tıkladığınızda ulaşılabilir.
- Okul Türü: Çalışmanın hangi okul türünde uygulandığını belirtmektedir. Çalışmanın “Devlet”, “Özel”, “Özel Eğitim Merkezi” veya “Askeri Okul” türlerinden hangisinde yapıldığı belirtilmelidir. Bu “*okul türü*” durumuna kutucuğu seçtiğinizde yan tarafında bulunan ok işareti tıkladığınızda ulaşılabilir.
- Sosyoekonomik Durum: Çalışmaya katılan öğrencilerin ailelerinin sosyoekonomik durumlarının “Düşük”, “Orta” veya “Yüksek” şeklinde belirtilmelidir. Bu “*sosyoekonomik duruma*” kutucuğu seçtiğinizde yan tarafında bulunan ok işareti tıkladığınızda ulaşılabilir.
- Öğrenim Seviyesi: Çalışmaya katılan öğrencilerin öğrenim gördüğü sınıf seviyeleridir. İlkokul (1, 2, 3 ve 4. sınıf), Ortaokul (5, 6, 7 ve 8. sınıf), Lise (9, 10, 11 ve 12. sınıf), Lisans ve Lisansüstü şeklinde belirtilmelidir.
- Deney Grubu Kadın Yüzdesi: Deney grubundaki kız öğrencilerin, deney grubundaki toplam öğrencilere göre yüzde dağılımını göstermektedir. $(100 \times \text{Kız sayısı}) / (\text{Araştırmadaki Deney Grubundaki Toplam Öğrenci Sayısı})$ şeklinde hesaplanabilir.
- Toplam Örneklem Büyüklüğü: Çalışmanın deney grubu katılımcı sayısı ve kontrol grubu katılımcı sayısını kapsayacak şekilde kaç kişi ile yürütüldüğünü belirtmektedir.

Yöntem Karakteristikleri; “Araştırma Deseni Karakteristikleri” ve “Uygulama Karakteristikleri” olarak ikiye ayrılmıştır.

Araştırma Deseni Karakteristikleri; Deneysel Tasarım, Örnekleme Yöntemi, Öğretmen Eğitimi, Araştırmacı Etkisi, Öğretmen Etkisi alt başlıklarını içermektedir.

- Deneysel Tasarım: Çalışmanın deneysel çalışma yöntemlerinden hangi yönteme çerçevesinde olduğu belirtilmelidir. Genellikle çalışmanın yöntem kısmında araştırmacı tarafından belirtilmiştir. Belirtilmediği bir durum ile karşılaşıldığında ise öğrencilerin gruplara rastgele atandığı çalışmalar “gerçek deneysel”, rastgele atanmanın olmadığı çalışmalar ise “yarı deneysel” olarak kodlanmalıdır. Bu “*deneysel tasarım*” durumuna kutucuğu seçtiğinizde yan tarafında bulunan ok işaretine tıkladığınızda ulaşılabilir.
- Örnekleme Yöntemi: Çalışma gruplar ayrılırken Rastlantısal (seçkisiz) örnekleme yöntemleri veya rastlantısal olmayan (bilinçli şekilde seçme) örnekleme yöntemlerinden hangisine göre dağıtıldıysa o şekilde belirtilmelidir. Rastlantısal örnekleme yöntemi ise; Basit Rastlantısal Örnekleme, Küme Örnekleme, Tabakalı Örnekleme grubundan hangisi ise o belirtilmelidir. Rastlantısal olmayan örnekleme yöntemi ise; Amaçlı Örnekleme, Uygun Örnekleme, Kota Örnekleme, Kartopu Örnekleme grubundan hangisi ise o belirtilmelidir.
- Öğretmen Eğitimi: Öğrenme Yöntemini uygulayan kişi bu yöntem ile ilgili önceden herhangi bir eğitim almış ise “evet” şeklinde, almamış ise “hayır” şeklinde, herhangi bir bilgi verilmedi ise “belirtilmemiş” şeklinde belirtilmelidir. Bu “*öğretmen eğitimi*” durumuna kutucuğu seçtiğinizde yan tarafında bulunan ok işaretine tıkladığınızda ulaşılabilir.
- Araştırmacı Etkisi: Araştırmanın çalışmadaki rolü belirtilmelidir. “Deney grubunda öğretmen”, “Kontrol grubunda öğretmen”, “Her iki grupta öğretmen” veya “öğretmen değil” şeklinde araştırmacının rolüne uygun olan belirtilmelidir. Bu “*araştırmacı etkisi*” durumuna kutucuğu seçtiğinizde yan tarafında bulunan ok işaretine tıkladığınızda ulaşılabilir.
- Öğretmen Etkisi: Seçilen gruplarda eğitimin aynı öğretmen tarafından mı verildiği, farklı öğretmenler tarafından mı verildiği belirtilmelidir. Bu “*öğretmen etkisi*” durumuna kutucuğu seçtiğinizde yan tarafında bulunan ok işaretine tıkladığınızda ulaşılabilir.

Uygulama Karakteristikleri; Uygulanan Yöntem, Uygulanan Yönteme Başka Bir Yöntem Entegre Edilmiş Mi?, Hangi Yöntem Entegre Edilmiştir?, Uygulamada Laboratuvar Ortamı Kullanılmış mı?, Laboratuvarında Deney Yapılmış mı?, Öğretim Şekli, Uygulama Süresi, Sınıf Büyüklüğü, Konu Alanı, Ünite/Konu alt başlıklarını içermektedir.

- Uygulanan Yöntem: Bağımsız değişken olarak kullandığım öğrenme halkası modelleri 3 farklı şekilde ele alınmıştır. 3E, 5E ve 7E öğrenme halkası modellerinden hangisi uygulandı ise o belirtilmelidir. Farklı şekilde kullanıldıysa “diğer” olarak belirtilmelidir. Bu “*uygulanan yöntem*” durumuna kutucuğu seçtiğinizde yan tarafında bulunan ok işaretine tıkladığınızda ulaşılabilir.
- Uygulanan Yöntem, Uygulanan Yönteme Başka Bir Yöntem Entegre Edilmiş Mi?: Araştırmamda bağımsız değişken olarak öğrenme halkası modellerini kullandığım için birincil çalışma olarak öğrenme halkası uygulanan çalışmalar alınmıştır. Bazı çalışmalarda öğrenme halkasına modellerine ek olarak farklı yöntemlerde eklenmiştir. Böyle bir durum var ise “evet”, yok ise “hayır” şeklinde belirtilmelidir. Bu “*Uygulanan Yöntem, Uygulanan Yönteme Başka Bir Yöntem Entegre Edilmiş Mi?*” durumuna kutucuğu seçtiğinizde yan tarafında bulunan ok işaretine tıkladığınızda ulaşılabilir.
- Hangi Yöntem Entegre Edilmiştir?: Öğrenme halkası modeline hangi yöntem entegre edilerek araştırma yapıldıysa o yöntemin ismi belirtilmelidir.
- Uygulamada Laboratuvar Ortamı Kullanılmış mı?: Çalışma laboratuvar ortamında yapıldı ise “evet”, yapıldıysa “hayır” şeklinde belirtilmelidir. Bu “*Uygulamada Laboratuvar Ortamı Kullanılmış mı?*” durumuna kutucuğu seçtiğinizde yan tarafında bulunan ok işaretine tıkladığınızda ulaşılabilir.
- Laboratuvarında Deney Yapılmış mı?: Çalışmada deney yapıldıysa “evet”, yapılmadıysa “hayır” ve herhangi bir bilgi yok ise “belirtilmemiş” şeklinde belirtilmelidir. Bu “*Laboratuvarında Deney Yapılmış mı?*” durumuna kutucuğu seçtiğinizde yan tarafında bulunan ok işaretine tıkladığınızda ulaşılabilir.
- Öğretim Şekli: Çalışmada öğretim birebir etkileşim şeklinde yüz yüze sınıf ortamında yapıldıysa “yüz yüze”, uzaktan eğitim yöntemi ile yapıldıysa

“online” olarak belirtilmelidir. Öğrenme halkası modeli uygulanırken interaktif şekilde etkileşim gerektiren bir model olduğundan çalışmaların genelinde yüz yüze verilmiş olarak görülmektedir. Bu öğretim şekli” durumuna kutucuğu seçtiğinizde yan tarafında bulunan ok işaretine tıkladığınızda ulaşılabilir.

- Uygulama Süresi: Çalışmanın uygulanan testlerle birlikte ne kadar sürede tamamlandığını belirtmektedir. Eğer saat olarak verilmiş ise saat olarak, hafta olarak verilmiş ise hafta olarak belirtilmelidir.
- Sınıf Büyüklüğü: Çalışmada kullanılan gruplarda sınıfın mevcudunu kapsamaktadır. Sınıf büyüklüğü verildiğiysse sayısı yazılmalıdır. Verilmediyse boş bırakılmalıdır.
- Konu Alanı: Çalışmanın yürütüldüğü konuya bakarak bu çalışmanın “Fen”, “Biyoloji”, “Fizik”, “Kimya” veya “Astronomi” içerisinde hangi konu alanı kapsamında olduğu belirtilmelidir. Bu “konu alanı” durumuna kutucuğu seçtiğinizde yan tarafında bulunan ok işaretine tıkladığınızda ulaşılabilir.
- Ünite/Konu: Araştırmacı çalışmada hangi konuyu/üniteyi yürüttüğü belirtilmelidir.

Ölçüm Karakteristikleri; Çalışmada Kullanılan Ölçüm Aracı, Ölçüm Aracını Kim Hazırladı?, Ölçüm Aracının Soru Çeşidi, Kullanılan Ölçüm Aracının Geçerlilik Kontrolü Yapılmış mı?, Kullanılan Ölçüm Aracının Güvenirlik Hesaplaması Yapılmış mı?, Başarı Testi için Güvenirlik Katsayısı Nedir?, Kullanılan Ölçüm Aracı ile Pilot Çalışma Yapılmış mı? alt başlıklarını içermektedir.

- Çalışmada Kullanılan Ölçüm Aracı: Araştırmamın bağımlı değişkeni olarak; akademik başarı ele alınmıştır. Araştırmacı tarafından uygulan başarı testi belirtilmelidir.
- Ölçüm Aracını Kim Hazırladı?: Çalışmada akademik başarı testi araştırmacı tarafından hazırlandı ise “araştırmacı şeklinde, hazır olan testler kullanıldı ise “hazır” şeklinde belirtilmelidir. Bu “ölçüm aracını kim hazırladı?” durumuna kutucuğu seçtiğinizde yan tarafında bulunan ok işaretine tıkladığınızda ulaşılabilir.

- Ölçüm Aracının Soru Çeşidi: Çalışmada uygulanan akademik başarı testinin hangi soru türlerinden oluştuğunu belirtmektedir. Araştırmacı ölçme aracının hangi soru türlerinden oluştuğunu genellikle yöntem kısmında belirtir. Ancak belirtmemiş ise araştırmanın Ek kısmından bakabilirsiniz. Bu “ölçüm aracının soru çeşidi” durumuna kutucuğu seçtiğinizde yan tarafında bulunan ok işaretine tıkladığınızda ulaşılabilir.
- Kullanılan Ölçüm Aracının Geçerlilik Kontrolü Yapılmış mı?: Çalışmada geçerlik kontrolü yapıldıysa "evet" yapılmadıysa “hayır” be bilgi verilmemiş ise “belirtilmemiş” şeklinde belirtilmelidir. Bu “Kullanılan Ölçüm Aracının Geçerlilik Kontrolü Yapılmış mı?” durumuna kutucuğu seçtiğinizde yan tarafında bulunan ok işaretine tıkladığınızda ulaşılabilir.
- Kullanılan Ölçüm Aracının Güvenirlik Hesaplaması Yapılmış mı?: Çalışmada güvenirlik hesaplaması yapıldıysa "evet" yapılmadıysa “hayır” be bilgi verilmemiş ise “belirtilmemiş” şeklinde belirtilmelidir. Bu “Kullanılan Ölçüm Aracının Güvenirlik Hesaplaması Yapılmış mı?” durumuna kutucuğu seçtiğinizde yan tarafında bulunan ok işaretine tıkladığınızda ulaşılabilir.
- Başarı Testi için Güvenirlik Katsayısı Nedir?: Başarı testi için hesaplanan güvenirlik katsayısı değeri belirtilmelidir. Katsayı değeri verilmediyse boş bırakılacaktır.
- Kullanılan Ölçüm Aracı ile Pilot Çalışma Yapılmış mı?: Kullanılacak olan ölçüm aracının araştırmaya dahil edilmeden önce pilot çalışması yapıldıysa “evet”, yapılmadıysa “hayır” ve bildi verilmediyse “belirtilmemiş” şeklinde belirtilmelidir. Bu “Kullanılan Ölçüm Aracı ile Pilot Çalışma Yapılmış mı?” durumuna kutucuğu seçtiğinizde yan tarafında bulunan ok işaretine tıkladığınızda ulaşılabilir.

BULGULAR

Araştırmada uygulanan testler incelenirken ilk başta testlerin nicel bulguları (örneklem sayısı, aritmetik ortalama ve standart sapma) kodlanmalıdır. Eğer bu bulgular verilmemiş veya eksik verilmiş ise testlerin istatistiksel bulgularına (serbestlik derecesi, t puanı, z puanı, p değeri, F değeri, etki büyüklüğü) değerleri belirtilmelidir.

Kontrol ve Deney Grubu için Bağımlı Değişken; Çalışma için ele alınan bağımlı değişken ne ise o belirtilmelidir.

Kontrol ve Deney Grubu için Örneklem Büyüklüğü; Çalışma için gruplara ayrıldığında kontrol ve deney grubuna katılımcı sayısı ne ise o belirtilmelidir.

Kontrol Grubu için Öntest/Sontest Örneklem Sayısı; Çalışmada bazen önteste katılım sağlayan öğrencilerden bazıları sontest grubuna bazı nedenlerden dolayı katılamayabilir. O yüzden ayrı ayrı kodlaması yapılmalıdır.

Kontrol ve Deney Grubu için Öntest/Sontest Aritmetik Ortalama; Çalışmada bulgular kısmında verilen değer ne ise o belirtilmelidir.

Kontrol ve Deney Grubu için Öntest/Sontest Standart Sapma; Çalışmada bulgular kısmında verilen değer ne ise o belirtilmelidir.



Ek 4: Yazarlara Gönderilen E-Posta Örneği

Sayın Araştırma Görevlisi Günay PALIÇ ŞADOĞLU Hocam;

Artvin Çoruh Üniversitesi Fen Bilgisi Eğitimi programında yüksek lisans öğrencisiyim. Tez danışmanım Dr. Öğretim Üyesi Ulaş ÜSTÜN ile birlikte “Öğrenme Halkası Modellerinin Öğrencilerin Fen Başarısına Etkisi: Bir Meta-Analiz Çalışması” konulu tez çalışmamı yürütmekteyiz.

Tez çalışmamda sizin yapmış olduğunuz çalışmanıza da yer vermek istiyorum ancak çalışmanızın Bulgular bölümünde betimsel istatistiksel Etki Büyüklüğünü hesaplayabilmem için verilmemiş. Etki Büyüklüğünü hesaplayabilmem için “Ön test örneklem büyüklüğü, ön test aritmetik ortalama, ön test standart sapma, son test örneklem büyüklüğü, son test aritmetik ortalama ve son test standart sapma” değerlerine ihtiyaç duymaktayım. Çalışmanızda yer alan belirttiğim betimsel istatistik değerlerini paylaşabilirseniz yaptığımız meta-analiz çalışmasına dahil etmekten mutluluk duyarım.

İlgili Çalışma:

Paliç Şadoğlu, G. (2015). *7E öğrenme halkası modeline yönelik tasarlanan materyallerin lise öğrencilerinin modern fizik başarılarına etkisi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi.

Katkılarınızdan dolayı şimdiden teşekkür ederim.

Saygılarımla.

Tuba KADIOĞLU

Ek 5: Etik Kurul Kararı

Evrak Tarih ve Sayısı: 23.01.2024-121918



T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu



Sayı : E-18457941-050.99-121918
Konu : Kurul Kararı (Ulaş ÜSTÜN ve Tuba
KADIOĞLU)

22.01.2024

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 07.12.2023 tarihli ve E-116185 sayılı yazınız.

Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü öğretim üyelerinden Dr. Öğr. Üyesi Ulaş ÜSTÜN'ün tez danışmanlığını yürüttüğü yüksek lisans öğrencisi Tuba KADIOĞLU'na ait "*Öğrenme Halkası Modellerinin Öğrencilerin Fen Başarısına Etkisi: Bir Meta Analiz Çalışması*" başlıklı çalışma Üniversitemiz Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulunun 15 Ocak 2024 tarihinde yapmış olduğu toplantısında incelenmiş olup, çalışmada bilimsel araştırma ve yayın etiğine uygunluk onayına gerek olmadığına oybirliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Atakan ÖZTÜRK
Kurul Başkanı

Mevcut Elektronik İmzalar

MUSKAN ÖZTÜRK (Kurul Başkanı) / Tuba KADIOĞLU (Öğrencisi) / 23.01.2024 16:11

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : *BS446EL3J3* Pin Kodu : 66242

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/artvin-coruh-universitesi-ebys>

Telefon: +90 466 215 10 00

e-Posta: artvincoruh@artvin.edu.tr Web: <http://www.artvin.edu.tr/>

Kep Adresi: artvincoruhuni@hs01.kep.tr

Bilgi için: Hakan KAYA

Unvanı: Sekreter



Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Ek 5 (Devam): Etik Kurul Kararı

Evrak Tarih ve Sayısı: 23.01.2024-122125



T.C.
ARTVİN ÇORUH ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü



Sayı : E-19227540-302.08.01-122125
Konu : Etik Kurul Kararı (Tuba KADIOĞLU)

23.01.2024

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI BAŞKANLIĞINA

İlgi : 06.12.2023 tarih ve 116068 sayılı yazınız

Enstitümüz Fen Bilgisi Eğitimi Tezli Yüksek Lisans programı öğrencisi 221605011 numaralı Tuba KADIOĞLU "*Öğrenme Halkası Modellerinin Öğrencilerin Fen Başarısına Etkisi: Bir Meta Analiz Çalışması*" başlıklı çalışması Üniversitemiz Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulunun 15 Ocak 2024 tarihinde yapmış olduğu toplantısında incelenmiş olup, çalışmada bilimsel araştırma ve yayın etiğine uygunluk onayına gerek olmadığına oybirliği ile karar verildiği bildirilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Doç. Dr. Mustafa Çağatay KORKMAZ
Enstitü Müdürü

Ek:Etik Kurul Kararı (1 sayfa)

Mevcut Elektronik İmzalar

MUSTAFA ÇAĞATAY KORKMAZ (Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürlüğü - Enstitü Müdürü) 23.01.2024 16:11

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : *BSV46FKKBZ* Pin Kodu : 92092

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/artvin-coruh-universitesi-ebys>

Adres: Seyitler Yerleşkesi 08000 ARTVİN

Telefon: 0 466 2151030 Faks: 0 466 2151031

e-Posta: lee@artvin.edu.tr Web: <http://fbe.artvin.edu.tr/>

Kep Adresi: artvin.coruhuni@hs01.kep.tr

Bilgi için: İbrahim Edibali ATALAY

Unvanı: Öğretim Görevlisi

Tel No: 1707



Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı:	Tuba Kadioğlu			Fotoğraf
Öğrenim Durumu				
Derece	Okulun Adı	Program	Yer	Yıl
İlköğretim	Şehitler İlköğretim Okulu		Kırıkkale	1998-2002
Ortaöğretim	Şehitler İlköğretim Okulu		Kırıkkale	2002-2005
Lise	Süleyman Demirel Anadolu Lisesi		Kırıkkale	2005-2009
Lisans	Gazi Üniversitesi-Eğitim Fakültesi-Fizik Öğretmenliği		Ankara	2010-2015
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi-Eğitim Fakültesi-Fizik Öğretmenliği (Tezsiz)		Ankara	2014-2015
İş Deneyimi				
Hakkımda bilgi almak için önerebileceğim şahıslar:				
e-posta				
Yayınları				