

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
EĞİTİM BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI
EĞİTİM PROGRAMLARI VE ÖĞRETİM BİLİM DALI

GEOGEBRA DESTEKLİ MATEMATİK ÖĞRETİMİNE İLİŞKİN
YAPILMIŞ ARAŞTIRMALARIN META-ANALİZİ

Semanur MAZI
(Yüksek Lisans Tezi)

İstanbul, 2025

T.C.
MARMARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
EĞİTİM BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI
EĞİTİM PROGRAMLARI VE ÖĞRETİM BİLİM DALI

GEOGEBRA DESTEKLİ MATEMATİK ÖĞRETİMİNE İLİŞKİN
YAPILMIŞ ARAŞTIRMALARIN META-ANALİZİ

META-ANALYSIS OF RESEARCH ON GEOGEBRA SUPPORTED MATHEMATICS
TEACHING

Semanur MAZI
(Yüksek Lisans Tezi)

Danışman
Doç. Dr. Şaban BERK

İstanbul, 2025

Tüm kullanım hakları
M.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü'ne aittir.
© 2025

ETİK BEYANI

Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırladığım çalışmamda;

- Sunduğum bilgileri, dokümanları ve verileri akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Çalışmamda yararlandığım eserlerin tamamına atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Elde ettiğim verilerde ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı bildirir,aksi bir durumda aleyhimde doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

27.06.2025

Semanur MAZI

ONAY

Semanur MAZI tarafından hazırlanan “Geogebra Destekli Matematik Öğretimine İlişkin Yapılmış Araştırmaların Meta-Analizi” konulu bu çalışma ... /06/ 2025 tarihinde yapılan savunma sınavısonucunda aşağıdaki jüri üyeleri tarafından başarılı bulunmuş ve Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



Adı Soyadı

İmza

TEZ DANIŞMANI

JURİ ÜYESİ

JURİ ÜYESİ

EŞ DANIŞMAN

ÖZGEÇMİŞ

2008-2012	Mehmet Niyazi Altuğ Anadolu Lisesi
2012-2016	Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği
2022-2025	Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Eğitim Programları ve Öğretim Bölümü Tezli Yüksek Lisans



ÖNSÖZ

Bu araştırmanın yapılma sürecinde desteğini ve katkısını gördüğüm birçok kıymetli insan ile birlikteydim. Öncelikle ders döneminden, tez konumu belirleme aşamasından başlayarak tezimi teslim etme sürecine dek hem bilgisi hem de değerli görüşleriyle yanımda olan, tezimi hazırlarken beni daima doğru noktalara yönlendiren ve rehberliğini bir an olsun esirgemeyen çok değerli danışmanım, Doç. Dr. Şaban BERK hocama çok teşekkür ederim. Fikirleriyle beni destekleyen değerli jüri üyelerim Prof. Dr. Levent DENİZ'e ve Doç. Dr. Kamil Arif KIRKIÇ'a ayrıca teşekkür ederim.

Maddi ve manevi destekleriyle hayatımın her anında yanımda olan, bana her zaman güvenen ve benim de kendime güvenmem için cesaretlendiren sevgili eşim Bilal Mazi'ya, benim için her zaman en iyisini isteyen çok fedakâr canım annem Sevim Mazi'ya, eğitim öğretim hayatım boyunca maddi, manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen canım babam Naci Mazi'ya, bu süreçte zaman zaman ihmal etmek zorunda kalarak yeterince ilgilenemediğimi düşünüp üzüldüğüm, ancak yine de sonsuz sevgisi ile karşılaştığım biricik oğlum Mehmet Asaf'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Semanur MAZI

Haziran 2025

ÖZET

Bu araştırmada GeoGebra destekli matematik öğretiminin akademik başarıya ve matematik dersine yönelik tutumuna etkisini incelemek amacıyla meta-analiz yapılmıştır. Araştırma kapsamında 2009-2025 yılları arasındaki çalışmalar incelenmiştir. Meta-analiz çalışması için yüksek lisans ve doktora tezlerinden deney ve kontrol gruplu deneysel ve yarı-deneysel çalışmalar tercih edilmiştir. Bu çalışmalardan son-test örneklem büyüklüğü, aritmetik ortalama ve standart sapma bilgilerini içeren ve etki büyüklüğünün hesaplanması için yeterli veri sunan çalışmalar meta-analiz sürecine dâhil edilmiştir. Meta-analiz yapabilmek için araştırma konusuyla ilgili toplam 185 çalışma incelenmiştir. Yüz yirmi yedi çalışma etki büyüklüğünün hesaplanması için yeterli veri sunmamış olması nedeniyle meta-analiz çalışmasına dâhil edilmemiştir. Elli sekiz çalışma dâhil edilme ölçütlerine uygun bulunarak meta-analize dahil edilmiştir. Buna karşılık 58 çalışmanın etki büyüklükleri hesaplanarak genel etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Elli sekiz çalışmanın örneklemine deney grubunda 1308 kontrol grubunda 1277 olmak üzere toplam 2585 kişi oluşturmaktadır. Meta-analiz çalışması yapılırken araştırmaların verileri kullanılarak Microsoft Excel ve CMA programında analizler yapılmıştır. Tüm çalışmaların birleştirilmesinde, çalışmalar arasında yapısal farklılıkların (heterojenliğin) bulunması nedeniyle rastgele etkiler modeli kullanılmıştır.

Bazı sonuçlar şöyledir. GeoGebra destekli matematik öğretiminin akademik başarıya etkisinin ortalama büyüklüğü 0,995'tir. Bu sonuç, GeoGebra yazılımının öğrencilerin akademik başarılarına olumlu etkisinin yüksek olduğunu göstermektedir. Ayrıca GeoGebra yazılımı kullanımının matematiğe yönelik tutuma etkisi 0,348 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuç orta düzeyde bir etki olarak değerlendirilmiş olup GeoGebra destekli matematik öğretiminin öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını iyileştirme noktasında belirgin bir etki oluşturmaktadır. GeoGebra destekli matematik öğretiminin akademik başarıya olan etkisi, çalışmaların yapıldığı öğretim kademesi ve çalışılan matematik konularına göre farklılaşmamaktadır. Ortaya çıkan bu sonuçlar, çeşitli araştırmalarla birlikte tartışılmış araştırmacılara yönelik öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: GeoGebra, Meta-Analiz, Matematik Akademik Başarısı, Tutum

ABSTRACT

In this study, a meta-analysis was conducted to examine the effect of GeoGebra-supported mathematics instruction on academic achievement and students' attitudes toward mathematics. The study covers research conducted between 2009 and 2025. For the meta-analysis, experimental and quasi-experimental studies with experimental and control groups from master's and doctoral theses were selected. Studies that provided sufficient data for calculating effect sizes—such as post-test sample size, arithmetic mean, and standard deviation—were included in the meta-analysis process. A total of 185 studies related to the research topic were reviewed. Of these, 127 studies were excluded from the meta-analysis because they did not provide sufficient data for calculating the effect size. Fifty-eight studies met the inclusion criteria and were included in the meta-analysis. The total sample size of these 58 studies consisted of 2,585 participants, with 1,308 in the experimental group and 1,277 in the control group. During the meta-analysis, data from the studies were analyzed using Microsoft Excel and the Comprehensive Meta-Analysis (CMA) software. Due to structural differences (heterogeneity) among the studies, a random-effects model was employed in combining the studies.

Some key findings are as follows: The average effect size of GeoGebra-supported mathematics instruction on academic achievement is 0.995, indicating a high positive effect of the GeoGebra software on students' academic success. Additionally, the effect size of GeoGebra on attitudes toward mathematics was calculated as 0.348. This result represents a moderate effect, suggesting that GeoGebra-supported mathematics instruction has a significant positive impact on improving students' attitudes toward mathematics. The effect of GeoGebra-supported mathematics instruction on academic achievement does not vary according to the educational level in which the studies were conducted or the mathematics topics studied. These results were discussed in light of various related studies, and recommendations were presented for future researchers.

Keywords: GeoGebra, Meta-Analysis, Mathematics Academic Achievement, Attitude

İÇİNDEKİLER

ETİK BEYANI.....	i
ONAY.....	ii
ÖZGEÇMİŞ.....	iii
ÖN SÖZ.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xi
 BÖLÜM I: GİRİŞ.....	 1
1.1. Problem Durumu.....	5
1.2. Araştırmanın Amacı.....	8
1.3. Araştırmanın Önemi	9
1.4. Sınırlılıklar	10
1.5. Varsayımlar.....	11
1.6. Tanımlar.....	11
 BÖLÜM II: KAVRAMSAL ÇERÇEVE İLE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	 13
2.1. Matematik	13
2.1.1. Matematiğin Tanımı ve Temel Kavramlar	13
2.1.2. Matematiksel Dallar ve Uygulama Alanları	14
2.2. Matematik Eğitimi	16
2.2.1. Matematik Eğitiminin Tarihsel Gelişimi	18
2.2.2. Matematik Eğitimi ve Öğretim Yöntemleri.....	20
2.2.3. Matematik Eğitiminde Ölçme ve Değerlendirme.....	22
2.3. Eğitimde Teknoloji Kullanımı	23
2.3.1. Eğitimde Teknoloji Kullanımının Tarihçesi	24
2.3.2. Eğitimde Teknoloji Kullanımının Avantajları ve Zorlukları.....	25

2.4. Matematik Eğitiminde Teknoloji Kullanımı.....	28
2.4.1. Teknolojinin Matematik Eğitimindeki Rolü.....	28
2.4.2. Teknoloji Destekli Matematik Öğretim Yöntemleri.....	30
2.4.3. Teknolojinin Matematik Başarısına Etkisi	31
2.5. Dinamik Geometri Yazılımları	33
2.5.1. Dinamik Geometri Yazılımlarının Temel Özellikleri.....	34
2.5.2. Dinamik Geometri Yazılımlarının Eğitimde Kullanımı	35
2.5.3. Dinamik Geometri Yazılımlarının Öğrenci Başarısına Etkisi	35
2.6. GeoGebra	36
2.6.1. GeoGebra'nın Tanımı ve Temel Özellikleri	36
2.6.2. GeoGebra'nın Eğitimde Kullanımı	37
2.6.3. GeoGebra'nın Matematiksel Başarıya Etkisi	39
2.7. İlgili Araştırmalar	41
BÖLÜM III: YÖNTEM	46
3.1. Araştırmanın Modeli.....	46
3.1.1. Meta-Analiz Yöntemi	47
3.1.2. Meta-Analizin Yararları ve Sınırlılıkları	49
3.1.3. Meta-Analizinde İşlem Basamakları	50
3.2. Evren ve Örneklem	51
3.3. Veri Toplama Araçları	51
3.4. Verilerin Toplanması (Çalışmaların Sınırlandırılması ve Taranması)	52
3.4.1. İşlem Basamakları	52
3.4.2. Dâhil Edilme Ölçütleri.....	53
3.4.3. Hariç Tutma Ölçütleri.....	61
3.5. Verilerin Analizi	62
3.5.1. Etki Büyüklüğünün Hesaplanması	63
BÖLÜM IV: BULGULAR.....	65
4.1. Geogebra Destekli Matematik Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisine İlişkin Çalışma Grubu ve Analiz Sonuçları	65

4.1.1. Geogebra Destekli Matematik Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisinin Öğretim Düzeyi Moderatör Değişkenine Göre Meta-Regresyon Analizine İlişkin Bulgular	79
4.1.2. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisinin Öğrenme Alanı Moderatör Değişkeni Analizine İlişkin Bulgular.....	81
4.2. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Tutuma Yönelik Etkisine İlişkin Çalışma Grubu ve Analiz Sonuçları	83
 BÖLÜM V: SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....	91
 5.1. Sonuç ve Tartışma	91
5.2. Öneriler	93
 KAYNAKÇA	94
EKLER	109
EK-1. Hariç Tutulan Çalışmalar	110
EK-2. Meta-Analiz ve CMA Kullanımı Eğitimi Katılım Belgesi	120

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 3.1. Meta-Analizin Adımları Akış Şeması	51
Tablo 3.2. Meta-Analize Dâhil Edilen Çalışmaların Yıllara Göre Frekans ve Yüzde Dağılımı	61
Tablo 3.3. Çalışma Grubu Verilerine Ait Değişken Başlıkları (Örnek Tablo)	63
Tablo 4.1. Meta-Analize Dâhil Edilen Başarı Testlerinin Kullanıldığı Çalışmalar	66
Tablo 4.2. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisine Yönelik Etki Büyüklükleri ve Heterojenlik Testi Sonuçları-1	70
Tablo 4.3. Egger Regresyon Analizi Sonuçları.....	74
Tablo 4.4. Rosenthal ve Orwin Hata Koruma Testi Sonuçları	75
Tablo 4.5. Begg ve Mazumlar Sıra Korelasyonu Sonuçları	76
Tablo 4.6. Duval ve Tweedie's Trim ve Fill Düzeltilmiş Değerler (adjusted values)	76
Tablo 4.7. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisine Yönelik Etki Büyüklükleri ve Heterojenlik Testi Sonuçları – 1	78
Tablo 4.8. Meta-Analize Dâhil Edilen Çalışmaların Örneklem Grubunun Öğretim Kademesine Göre Kodlanması	79
Tablo 4.9. Rastgele Etkiler Modelinde Öğretim Kademesine Göre Alt Grup Analizleri ..	81
Tablo 4.10. Meta-Analize Dâhil Edilen Çalışmaların Öğrenme Alanına Göre Kodlanması	81
Tablo 4.11. Rastgele Etkiler Modelinde Öğrenme Alanına Göre Alt Grup Analizleri	83
Tablo 4.12. Meta Analize Dâhil Edilen Tutum Testlerinin Kullanıldığı Çalışmalar	84
Tablo 4.13. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Tutuma Etkisine Yönelik Etki Büyüklükleri ve Heterojenlik Testi	86
Tablo 4.14. Egger Regresyon Analizi Sonuçları	88
Tablo 4.15. Rosenthal ve Orwin Hata Koruma Testi Sonuçları	88
Tablo 4.16. Begg ve Mazumlar Sıra Korelasyonu Sonuçları (Kendall's tau with out continuity correction)	89
Tablo 4.17. Duval ve Tweedie's Trim ve Fill Düzeltilmiş Değerler (adjusted values)	90

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. Meta-Analiz Süreci İçin Akış Şeması	54
Şekil 4.1. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisine Yönelik Etki Büyüklükleri ve Orman Grafiği-1	69
Şekil 4.2. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisini İnceleyen Çalışmaların Yayın Yanlılığına İlişkin Huni Grafiği.....	73
Şekil 4.3. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisine Yönelik Etki Büyüklükleri ve Orman Grafiği-2	77
Şekil 4.4. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisinin Öğretim Kademesine Göre Meta-Regresyon Analizine İlişkin Etki Büyüklükleri ve Orman Grafiği.....	80
Şekil 4.5. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisinin Öğrenme Alanı Moderatör Değişkeni Analizine İlişkin Etki Büyüklükleri ve Orman Grafiği.....	82
Şekil 4.6. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Tutuma Etkisine Yönelik Etki Büyüklükleri ve Orman Grafiği.....	85
Şekil 4.7. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Tutuma Yönelik Etkisine İlişkin Huni Grafiği.....	87

BÖLÜM I: GİRİŞ

Yapılandırmacı yaklaşımın Türk Eğitim Sistemine entegrasyonu, eğitimde önemli değişimlerin önünü açmıştır. Türkiye’de uzun süre egemen olan geleneksel öğretim yöntemleri, bilgi aktarımını esas alan öğretmen merkezli bir yapıyı öne çıkarmaktaydı (Karakaya, 2004). Bu sistemde öğrenciler, öğretmenin aktardığı bilgiyi pasif bir şekilde alıcı konumundayken, yapılandırmacı yaklaşımla birlikte bu durum yeniden yapılandırılmış; öğrencilerin bilgiyi kendileri keşfetmeleri, anlamlandırmaları, eleştirmeleri ve yeni bilgileri kendi bilgileriyle ilişkilendirerek öğrenmeleri sağlanmıştır. Yapılandırmacı yaklaşım doğrultusunda öğrenciler artık yalnızca öğretmenden bilgi almaktan ziyade, kendi sorularını sorma, fikirlerini sınıf içinde ve akranlarıyla paylaşma, hatta kendi sorumluluklarını taşıma gibi etkinliklere yönlendirilmiştir. Bu doğrultuda öğretmenler, öğrenme sürecini yöneten rehberler konumuna geçerek, bilgiyi aktaran konumdan uzaklaşmıştır (Delil ve Güleş, 2007). Öğrencilerin bu süreçte soru sorma becerilerinin desteklenmesi, bilgiye sorgulayıcı bir yaklaşımla ulaşmalarını sağlamakta ve öğrenmeyi daha kalıcı hale getirmektedir.

Bu kapsamda yapılandırmacı yaklaşımla, öğrenciler eleştirel düşünme, problem çözme, araştırma ve sorgulama becerilerini geliştirerek bireysel öğrenme stratejilerini oluşturabilecekleri bir ortamda eğitim almaktadırlar. Matematik eğitimi gibi soyut kavramların öğretiminde öğrencilerin tahmin yapma, örüntü kurma, keşfetme ve öğrendiklerini akranlarıyla paylaşma sürecine aktif katılımları, öğrenmenin daha anlamlı hale gelmesine katkı sağlamaktadır (Olkun ve Toluk-Uçar, 2006). Bu süreçte öğrenciler, öğretmenlerinin rehberliğinde kendi hipotezlerini oluşturarak, farklı çözüm yollarını deneyip eleştirel düşünme süreçlerini geliştirerek daha derinlemesine bir kavrayış kazanmaktadır. Matematiksel tahmin yapma becerisinin geliştirilmesi, yalnızca matematik derslerinde değil, diğer derslerde de analitik düşünme ve tahmin yapma yetilerini pekiştirmelerine olanak tanır (Ev-Çimen, 2008). Böylelikle öğrenciler, öğrenme süreçlerinde daha fazla sorumluluk üstlenerek öz-düzenleme becerilerini geliştirmekte ve yaşam boyu öğrenme yetkinliklerini pekiştirmektedir.

Yapılandırmacı yaklaşımın Türk Eğitim Sisteminde kullanılmaya başlanmasıyla birlikte öğretmen rollerinde de önemli değişiklikler yaşanmıştır. Öğretmenler artık sadece bilgi veren değil, öğrencilerin öğrenme sürecine aktif olarak katılmalarını sağlayan

rehberler olarak konumlandırılmaktadır (Delil ve Güleş, 2007). Bu yeni rollerinde öğretmenler, sınıfta daha dinamik bir ortam oluşturmakta; öğrencilerin sadece dinleyici değil, öğrenme sürecinin aktif bir parçası olarak kendilerini ifade etmelerine zemin hazırlamaktadır. Öğretmenler, öğrencilere farklı düşünme becerileri kazandırmak için çeşitli etkinlikler düzenleyerek analiz yapma, sorgulama ve sebep-sonuç ilişkileri kurma gibi bilişsel süreçleri geliştirmelerine yardımcı olmaktadır (Karakaya, 2004). Yapılandırmacı yaklaşım, öğrencilerin yalnızca bilgiye ulaşmalarını değil, aynı zamanda bilgiyi işlevsel hale getirmelerini ve edindikleri bilgileri gerçek yaşama uygulamalarını sağlayarak daha kapsamlı bir öğrenme ortamı sunmaktadır.

Özellikle, yapılandırmacı yaklaşım matematik eğitimi gibi soyut kavramların öğretiminde de önemli bir etkiye sahiptir. Öğrencilerin tahmin yapma, örüntü kurma ve öğrendiklerini paylaşma sürecine aktif olarak katılması, öğrenmenin daha kalıcı hale gelmesini sağlamaktadır (Olkun ve Toluk-Uçar, 2006). Matematik eğitimi sürecinde yapılandırmacı yaklaşım doğrultusunda, öğrencilerin matematiksel kavramları sadece öğrenmesi değil, bu kavramları anlamlandırmaları, keşfetmeleri ve kendi öğrenme süreçlerini yönetmeleri sağlanmaktadır. Ev-Çimen (2008) tarafından da belirtildiği gibi, öğrencilerin matematiksel tahmin yapma ve kendi öğrenme süreçlerine yön verme becerileri geliştikçe, akademik başarıları da artmakta ve öğrenme süreçleri daha verimli hale gelmektedir.

Yapılandırmacı yaklaşımın Türk Eğitim Sistemine entegrasyonu, öğrencilerin öğrenme sürecine daha aktif olarak katılmalarını, eleştirel düşünme, problem çözme ve yaratıcı düşünme gibi becerilerini geliştirmelerini sağlamıştır. Öğrencilerin kendi öğrenme stratejilerini oluşturabilmeleri, onların öğrenme süreçlerinde daha fazla söz sahibi olmalarını, sorumluluk almalarını ve bağımsız öğrenme becerilerini geliştirmelerini teşvik eder. Bu anlamda yapılandırmacı yaklaşım, eğitim sisteminde önemli bir dönüşüm yaratarak daha öğrenci merkezli, katılımcı ve dinamik bir öğrenme ortamı sağlamıştır. Bu yeni öğrenme ortamı yalnızca akademik başarıya değil, öğrencilerin kişisel ve sosyal gelişimlerine de katkıda bulunmaktadır.

Bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) öğrenme ortamlarında kullanılmaya başlanmasıyla , öğrencilerin yüksek düzeyde muhakeme, ilişkilendirme ve problem çözme becerilerini geliştirmelerini kolaylaştırmaktadır (MEB, 2006; 2013). Bu teknolojik araçlar,

öğrencilerin matematiksel kavramları farklı temsil biçimlerinde anlamlandırmalarını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda onların duygusal ve sosyal becerilerinin gelişimini de desteklemektedir (Aldemir ve Tatar, 2014; Aydın, 2003; Orçanlı ve Orçanlı, 2016). Matematiksel temsillerin çeşitliliği ve bu temsiller arasındaki ilişkilerin keşfedilmesi süreci, öğrencilerin hem psikomotor becerilerini hem de matematiksel düşünme yetilerini geliştirmelerine olanak tanımaktadır (Tutkun, Öztürk ve Demirtaş, 2011; Önal ve Demir, 2013).

Öğrencilerin farklı temsil biçimlerini kullanarak soyut kavramları anlamlandırmaları, bilgiyi yüzeysel düzeyde değil, derinlemesine öğrenmelerine katkıda bulunmaktadır. Bu bağlamda, matematikte BİT kullanımının sağladığı zengin görselleştirme ve etkileşim olanakları, öğrencilerin psikomotor becerilerle birlikte analitik ve eleştirel düşünme yetilerini de geliştirmeyi kolaylaştırmaktadır. Ayrıca, problem çözme süreçlerinde dijital uygulamalar, öğrencilerin kavramlar arasında bağlantılar kurarak farklı çözüm yolları geliştirmelerine olanak sağlamaktadır ve öğrenmeyi daha kalıcı hale getirmektedir (Tutkun, Öztürk ve Demirtaş, 2011; Önal ve Demir, 2013).

Bu bağlamda, BİT destekli matematik öğretimi, öğrencilerin analiz yapma, tahminlerde bulunma ve örüntüler oluşturma gibi üst düzey düşünme becerilerini güçlendirmelerini kolaylaştırmakta, böylelikle onların öğrenme süreçlerine daha aktif katılım göstermelerine ve bağımsız öğrenme stratejileri geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Nitekim, dijital araçların öğretim sürecine entegrasyonu, öğrencilerin problem çözme, analiz etme ve soyut düşünme becerilerini geliştirmekte önemli bir rol oynamaktadır. Granberg ve Olsson (2015), dinamik matematik yazılımı kullanımının öğrencilerin işbirlikçi yaratıcı süreçlerini desteklediğini ve matematiksel kavramlara ilişkin daha derinlemesine bir anlayış geliştirmelerine olanak sağladığını belirtmiştir.

Bilgisayar tabanlı cebir sistemleri (BCS) ve dinamik geometri yazılımları, öğrencilere temel aritmetik işlemlerden polinomların sadeleştirilmesine kadar geniş bir yelpazede matematiksel uygulamaları gerçekleştirme olanağı sunarak, matematik öğretiminde çeşitli avantajlar sağlamaktadır (Aksoy, 2007; Aktümen, 2007; Kabaca, 2006). Bu tür bilgisayar destekli yazılımlar, öğrencilerin zihinsel becerilerini destekleyerek, matematik öğrenme süreçlerine olumlu katkılar sunmakta ve derslerdeki başarı oranlarını yükseltmektedir (Heid, 1988; Kabaca, 2006).

Özellikle GeoGebra gibi dinamik matematik yazılımları, öğrencilerin soyut matematiksel kavramları anlamalarını kolaylaştırmakta ve matematiğin soyut yapısını somutlaştırarak öğrenme sürecini daha erişilebilir hale getirmektedir. Bu tür yazılımlar, öğrencilere matematiksel ilişkileri keşfetme ve görselleştirme imkânı sunduğundan, onların akademik performansını olumlu yönde etkilemektedir (Güven ve Karataş, 2005). Yapılandırmacı yaklaşım çerçevesinde, dinamik matematik yazılımlarının ders ortamında etkin kullanımı, öğrencilerin matematiksel düşünme yetilerini güçlendirmekte ve öğrenme süreçlerini daha verimli hale getirmektedir.

GeoGebra'yı diğer dinamik yazılım sistemlerinden ayıran temel özellik, cebir ve geometri uygulamalarını tek bir platformda buluşturarak hem cebir hem de geometri pencerelerinin aynı anda kullanılmasına imkân tanınmasıdır (Hohenwarter, 2004). Böylece, GeoGebra'nın cebir penceresinde tanımlanan ifadeler, geometri penceresindeki görsel nesnelere atanabilir ve bu sayede öğrenciler aynı matematiksel kavramı iki farklı temsille eş zamanlı gözlemleyebilirler. Örneğin, cebir penceresinde tanımlanan doğrusal bir denklem, geometri penceresinde dikey koordinat sisteminde bir çizgi olarak gösterilebilir ve bu, öğrencilerin matematiksel ilişkileri daha kapsamlı anlamalarını kolaylaştırır (Şataf, 2010).

Son yıllarda GeoGebra'nın eğitimde artan kullanımıyla birlikte, bu yazılımla ilgili yapılan çalışmalar da hız kazanmıştır. Araştırmalar, GeoGebra'nın özellikle okul düzeyindeki öğrencilerin matematikteki akademik başarılarını artırmaya yönelik güçlü bir potansiyele sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Örneğin, Kepçeoğlu (2010), GeoGebra'nın öğretmenlerin başarılarını desteklemekle kalmayıp öğretim süreçlerindeki sürekli gelişimlerine de katkı sunduğunu vurgulamıştır. Pilot çalışmalarda ise limit kavramının öğretiminde GeoGebra destekli eğitimin, öğretmenlerin kavramları öğretme performansını artırdığı ve öğrencilerin kavramları daha iyi anlamalarına katkıda bulunduğu gözlemlenmiştir.

Öğretmenlerin GeoGebra kullanımına ilişkin yapılan araştırmalar, yazılımın öğrencilerin matematik becerilerini geliştirmek için güçlü bir araç olarak görüldüğünü ve görselleştirme olanakları sayesinde öğrencilerin soyut kavramları daha somut bir şekilde anlamalarına olanak sağladığını göstermektedir (Lu, 2008). Ayrıca, Genç (2010) beşinci sınıf öğrencilerinin çokgenler ve dörtgenler konularında GeoGebra kullanarak daha başarılı

olduklarını ve kalıcı öğrenme düzeylerinin arttığını bildirmiştir. Ancak, yazılımı kullanan öğrencilerde kavramları ezberleme ve bilgiyi hatırlama düzeylerinde farklılıklar olduğu da gözlenmiştir.

Bu tür araştırmalardaki çeşitlilik, yapılan meta-analiz çalışmalarıyla daha geniş kapsamlı sonuçların elde edilmesine olanak tanımıştır. Cohen (1988) gibi araştırmacılar, meta-analiz yöntemi ile yapılan çalışmaların sonuçlarını analiz ederek ortak bir yorum geliştirmiştir. Bu bağlamda, GeoGebra yazılımının matematik öğrenme başarısı üzerindeki genel etkisini inceleyen meta-analiz çalışmaları, yazılımın öğrenci başarısı üzerindeki olumlu etkisini daha belirgin kılmakta ve yazılımın eğitsel değerini desteklemektedir.

1.1. Problem Durumu

Teknoloji günümüz dünyasının vazgeçilmez bir unsuru haline gelmiş ve günlük hayatımızın ayrılmaz bir parçası olmuştur. Teknolojinin günlük hayatta yaygınlaşması ve önemli bir yer almasıyla birlikte, öğretimde teknoloji kullanımı üzerine yapılan çalışmalarda önemli bir artış görülmektedir. Bu çalışmalar, etkin olarak kullanıldığında teknolojinin öğrenmeyi desteklediğini, farklı öğrenme stillerine hizmet edebildiğini, kalıcı bir öğrenme gerçekleşmesine imkân tanıdığını, problem çözme, yaratıcı düşünme ve hayat boyu öğrenme gibi günümüz dünyasında ihtiyaç duyulan becerilerin gelişimine önemli katkılar sağladığını ortaya koymuştur (Doğan ve Karakırık, 2013).

Bilgisayar, matematikçinin bilgi ve becerilerini ön plana çıkarabildiği bir köprü olabilmektedir (Baki, 2002). Ayrıca öğrencilerin matematiksel kavramları soyutlayamaması en önemli problemlerden biri iken, bilgisayarlar bu soyut matematiksel kavramları somut, görsel temsillere dönüştürebilme gücüne sahiptir. Bilgisayarlar aynı zamanda öğrencileri motive edicidir (güdüleyicidir) ki, matematiğe karşı var olan ön yargının da bir anlamda önüne geçebilmektedir. Bunun yanında öğrencilerin bilgisayarı komuta edebilmeleri, resimler çizebilmeleri ve sayısal problemleri çözebilmeleri açısından öğrenmeye, genelleme yapmaya ve formül oluşturmaya yönelik motivasyonlarını artırabilmektedir (Baydaş, 2010; Clements ve Sarama, 1997).

GeoGebra, bilgisayar destekli eğitim veren okullar için Geometri, Cebir ve Analizi (Calculus) birleştiren bir dinamik matematik yazılımıdır. Başlangıçta ortaokul düzeyinde matematik eğitimini desteklemek amaçlı geliştirilen GeoGebra yazılımı, ortaokullar için

Geometri, Cebir ve Analizi birleştiren bir GNU (GNU is Not Unix), Genel Kamu Lisanslı dinamik matematik yazılımıdır. GeoGebra, neredeyse her ülkede yerleşik milyonlarca kullanıcıyla hızla genişleyen bir topluluktur. GeoGebra, fen bilimleri, teknoloji, mühendislik ve matematik eğitimi (STEM) ve dünya genelinde öğrenme ve öğretmede inovasyonu destekleyerek önde gelen bir dinamik matematik yazılımı haline gelmiştir. Bu yazılım ayrıca ortaöğretim ve yüksek öğretim matematik derslerini de görsel anlamda desteklemek amaçlı da kullanılmaktadır. Çoklu dil desteği olan bu yazılımın Türkçe desteği de bulunmaktadır (GeoGebra, 2019).

GeoGebra, yapılandırmacı bir matematik öğretimi ortamını oluşturma hedefini gerçekleştirmede en güncel ve kolay ulaşılabilir dinamik matematik yazılımlarından biridir (Kabaca, Aktümen, Aksoy ve Bulut, 2010). Baki'ye (2002) göre; bilgisayarın matematik derslerinde kullanılması matematiksel ilişkileri somutlaştırmada ve öğrencilerin anlamlı matematik öğrenme deneyimleri kazanmalarında yardımcı olacaktır. Bu deneyimler sayesinde öğrenciler etkileşimli bir şekilde incelemeler yapabilmektedirler.

Son yıllarda eğitim teknolojilerinin kullanımının artmasıyla birlikte, matematik öğretiminde dijital araçların etkisi üzerine yapılan araştırmalar da önemli bir artış göstermiştir. Bu bağlamda, GeoGebra gibi dinamik matematik yazılımları, öğrencilerin soyut matematiksel kavramları somutlaştırma, problem çözme becerilerini geliştirme ve matematiksel ilişkileri daha iyi anlamalarına olanak tanıyan güçlü araçlar olarak öne çıkmaktadır. GeoGebra, hem cebirsel hem de geometrik kavramların öğretimi için kullanıcı dostu bir platform sunarak, öğrencilerin öğrenme süreçlerini destekleyen etkileşimli bir ortam sağlamaktadır. Bu yazılım, öğretmenlerin öğrencilerine matematiksel kavramları görselleştirme, keşfetme ve analiz etme fırsatı sunmasının yanı sıra, öğrencilerin kavramları daha derinlemesine anlamalarına da yardımcı olmaktadır.

GeoGebra'nın eğitimdeki potansiyeli üzerine yapılan çalışmalar, yazılımın öğrencilerin akademik başarılarını artırma, öğrenmeye yönelik ilgilerini geliştirme ve matematik derslerine olan tutumlarını olumlu yönde etkileme konusunda önemli bulgulara ulaşmıştır (Genç, 2010; Kepçeoğlu, 2010). Ancak, bu yazılımın tüm öğrenciler için aynı düzeyde etkili olup olmadığı ve etkilerinin hangi koşullarda daha belirgin hale geldiği konusunda kesin sonuçlar elde edilememiştir. GeoGebra'nın kullanımıyla ilgili yapılan çalışmalar, genel olarak öğrencilerin başarısındaki artışı vurgulasa da bu yazılımın

öğrencilerin derslere olan ilgilerini, tutumlarını ve motivasyonlarını nasıl etkilediği konusunda tutarsız bulgular sunmaktadır. Ayrıca, GeoGebra yazılımının öğrencilerin matematiksel düşünme becerileri üzerindeki etkileri de farklı araştırmalarda değişkenlik göstermektedir.

Çeşitli eğitim düzeylerinde ve farklı demografik özelliklere sahip öğrenci gruplarında yapılan araştırmaların çeşitliliği, elde edilen sonuçların genellenmesini zorlaştırmaktadır. Farklı örneklem grupları, farklı öğretim yöntemleri ve farklı araştırma tasarımları kullanılarak yapılan çalışmalarda, GeoGebra'nın etkisi üzerinde değişik sonuçlar elde edilmiştir. Bununla birlikte, bu çalışmaların çoğu sınırlı örneklem büyüklüklerine sahip olup, geniş bir meta-analizle derlenmiş ve karşılaştırılmış sonuçlar sunmamaktadır.

Araştırmalar incelendiğinde matematik öğretiminde GeoGebra kullanımının öğrencinin bilişsel ve duyuşsal davranışları üzerinde olumlu etki oluşturduğunu gösteren çalışmalar vardır. Ancak 2025 yılına kadar ki bu çalışmaların etki düzeyini toplu halde ortaya koyan bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Bu durum, GeoGebra'nın eğitimdeki etkinliğine dair daha kapsamlı ve güvenilir sonuçlara ulaşmak için bir meta-analiz çalışmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda yapılacak meta-analiz, GeoGebra'nın öğrencilerin akademik başarıları ve tutumları üzerindeki genel etkisini belirlemekle kalmayıp önceki araştırmalardan elde edilen bulguları bir araya getirerek yazılımın eğitimdeki etkisini daha objektif bir şekilde ortaya koyacaktır. Bu çalışma, aynı zamanda, GeoGebra'nın matematik öğretiminde ne kadar etkili bir araç olduğunu, hangi koşullarda daha verimli kullanıldığını ve öğretim sürecinde nasıl bir katkı sağladığını açıklığa kavuşturmayı amaçlamaktadır. Meta-analiz sonuçları, öğretmenlerin GeoGebra'yı sınıflarında nasıl daha etkili kullanabilecekleri konusunda yol gösterici bir rehber işlevi görmesi beklenmektedir.

GeoGebra yazılımı kullanılarak yapılan matematik öğretiminin, öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisine ilişkin çalışmalar sınırlı sayıdadır. GeoGebra'nın matematik dersine olan öğrenci tutumlarına etkisi üzerine yapılan çalışmalar da sınırlıdır ve bu etkileşimin nasıl şekillendiği açık şekilde ortaya konmamıştır. Ayrıca farklı öğretim kademeleri ve demografik özelliklere sahip öğrenci gruplarında GeoGebra kullanımının sağladığı avantajlar ve etkiler henüz yeterince belirlenmemiştir. GeoGebra'nın eğitimdeki

etkinliği üzerine yapılan araştırmaların sonuçları farklılık göstermektedir ve bu çalışmaların genel bir değerlendirmesi eksiktir.

GeoGebra destekli matematik öğretiminin akademik başarı ve matematiğe yönelik tutum üzerindeki etkisine ilişkin yapılan bireysel çalışmaların sonuçlarının bir araya getirilerek daha kesin yargılara varabilmek için meta-analizinin yapılmamış olması bu çalışmanın problemini oluşturmaktadır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın genel amacı, GeoGebra destekli matematik öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve matematik derslerine yönelik tutumlarına yönelik yapılan farklı çalışmaların meta-analizi yaparak daha geniş kapsamlı etkisini incelemektir. Araştırma, daha önce yapılmış olan ilgili çalışmaların bulgularını bir araya getirerek, GeoGebra'nın eğitimdeki etkinliğine dair genellenebilir sonuçlar elde etmeyi hedeflemektedir. Bu bağlamda, GeoGebra yazılımının matematiksel kavramların ğretimi üzerindeki etkilerini değerlendirmek ve farklı ğretim ortamlarında, farklı ğrenci gruplarında, GeoGebra yazılımının ne kadar etkili olduğunu belirlemektir. Çalışmaların meta-analizi yapılarak toplu etkisine bakılmıştır.

Çalışma özellikle aşağdaki alt amaçlar doğrultusunda yapılmıştır:

1. GeoGebra Destekli Matematik ğretimin Akademik Başarıya Etkisi: GeoGebra yazılımı kullanımıyla gerçekleştirilen matematik öğretimlerinin öğrencilerin matematik akademik başarılarını ne ölçüde artırdığını saptamak.

2. GeoGebra Destekli Matematik ğretiminin ğrencilerin Matematik Dersine Yönelik Tutumlarına Etkisi: GeoGebra'nın, öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumlarını hangi yönde ve ne ölçüde etkilediğini ortaya çıkarmak.

3. GeoGebra Kullanımının Etkilerini Belirleme: Farklı demografik özelliklere sahip ğrenci gruplarında GeoGebra'nın eğitimdeki etkilerini inceleyerek, etki büyüklüklerin demografik özelliklere (moderatör analizi kapsamında) göre farklılaşma durumunu belirlemek.

1.3. Araştırmanın Önemi

Günümüzde eğitim kurumları, hızla gelişen teknolojik gelişmelere ayak uydurmalıdır. Çünkü teknolojinin desteği ile eğitim etkinlikleri daha hızlı, daha kolay ve daha nitelikli bir biçimde gerçekleştirilebilmektedir. Dolayısıyla, öğrencilere etkili bir eğitim olanağı sağlamak ve kurumun yeterliliklerini artırmak için teknolojik gelişmeleri izleyerek bunları eğitim ortamlarında kullanıma açmak gerekmektedir. Bu kapsamda matematik öğretiminde teknolojinin kullanıldığı yazılımlar vardır. GeoGebra bu yazılımlardan biridir.

GeoGebra, matematiksel kavramları somutlaştırarak öğrencilerin soyut düşünme becerilerini geliştirmelerini sağlayan bir araçtır. Bu yazılım, cebir ve geometriyi entegre biçimde sunarak, öğrencilerin iki farklı alan arasındaki ilişkileri daha iyi anlamalarına yardımcı olur. Ancak, GeoGebra'nın matematik öğretimi üzerindeki etkileri, farklı öğretim ortamlarında ve öğrenci gruplarında çeşitlilik göstermektedir. Dolayısıyla, bu yazılımın öğrencilerin akademik başarıları, ilgileri, tutumları ve matematiksel becerileri üzerindeki etkisini geniş bir perspektiften incelemek, eğitimciler ve politika yapıcılar için önemli bir rehber olacaktır.

Bu araştırma, eğitim teknolojilerinin matematik öğretiminde nasıl daha verimli bir şekilde kullanılabileceğine dair önemli bir katkı sunmaktadır. Özellikle GeoGebra gibi dinamik matematik yazılımlarının, öğrencilerin akademik başarılarını, matematik derslerine olan ilgilerini ve matematiksel düşünme becerilerini geliştirmede sunduğu potansiyel, son yıllarda dikkat çeken bir araştırma alanı olmuştur. Ancak, bu alandaki çalışmalar genellikle bağımsız ve sınırlı örneklerle gerçekleştirilmiş olup, yazılımın genel etkilerini geniş çaplı bir bakış açısıyla incelemek için sistematik bir yaklaşım eksikliği bulunmaktadır.

Araştırmanın önemi, aynı zamanda mevcut literatürdeki farklı bulguları bir araya getirerek, GeoGebra destekli matematik öğretiminin daha verimli hale getirilmesi için pratik öneriler sunmaya dayanır. Meta-analiz yöntemiyle yapılan bu çalışma, daha önceki araştırmaların bulgularını birleştirerek, GeoGebra'nın eğitimdeki genel etkinliğini değerlendirecek ve bu yazılımın matematik öğretimindeki potansiyel faydalarını daha somut bir şekilde ortaya koyacaktır. Eğitimde teknoloji kullanımının arttığı bu dönemde, bu tür araştırmaların öğretmenlerin eğitim süreçlerine entegre edebilecekleri pratik bilgiler sunması, daha etkili öğretim yöntemlerinin geliştirilmesine olanak sağlayacaktır.

Bu bağlamda yapılan çalışma, GeoGebra ile matematik öğretimi üzerine yapılan araştırmaların neler olduğunun belirlenmesi, konu üzerine daha anlamlı fikirler beyan edilmesine olanak sağlayacaktır. Dolayısıyla bu çalışma sonucunda GeoGebra ile matematik öğretiminin geliştirilmesine ve ilgili araştırmalara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Literatürde GeoGebra ile matematik öğretimi ile ilgili birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışma sayesinde literatürdeki çalışmaların hangi konularda olduğunu, üzerinde yoğunlaşılan konuları ya da üzerine çalışılmayan konuları fark etmemize olanak sağlayacağı düşünülmektedir.

Yapılacak meta-analiz çalışması öncelikle çok sayıdaki araştırmanın önemli yönlerini belirlemek ve araştırmaların sonuçları arasındaki ilişkileri tespit etmek açısından özgün değer taşımaktadır. GeoGebra'nın matematik öğretimindeki etkisini günümüze kadar ki birçok çalışmaya göre toplu halde inceleyen bir çalışma olması açısından alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca meta-analiz çalışmasının aynı ya da benzer alanda yapılabilecek diğer çalışmalara ışık tutup model oluşturabileceği değerlendirilmiştir.

Meta-analiz ile şu ana kadar GeoGebra kullanılarak gerçekleştirilen çalışmaların etki büyüklükleri arasındaki farklılıklar ve bunların nedenleri irdelenebilir. Çalışmada bu alanda yapılmış tezlerin yıllara göre nasıl bir değişim izlediği de görülebilir.

Araştırma, eğitim politikalarına ışık tutacak sonuçlar üreterek, GeoGebra gibi dijital araçların öğretim programlarına dâhil edilmesi ve bu araçların etkin kullanımı konusunda rehberlik edebilecek bir kaynak olması yönüyle önemli olduğu değerlendirilmektedir. Matematiksel düşünmenin, problem çözme becerilerinin ve öğrenmeye yönelik tutumların geliştirilmesinin, öğrencilerin genel akademik başarısını artırmada önemli bir rol oynayacağı düşünüldüğünde bu araştırmanın önemi daha da belirginleşmektedir.

Son olarak çalışma; mevcut araştırmalardaki verilerin yeniden incelenerek değerlendirilmesi, literatüre güncel kaynak sağlaması ve çalışılacak konudaki bir değişkenin bir sonraki çalışma için kayda değer olup olmadığının belirlemesi açısından önemlidir.

1.4. Sınırlılıklar

a. Meta-analiz çalışması 2009-2025 yılları ile sınırlıdır.

- b. Araştırmaya dâhil edilen çalışmalar Türkiye’de yapılmış olanlar ile sınırlıdır.
- c. Bu çalışma GeoGebra yöntemi kullanılarak yapılan deneysel ve yarı-deneysel çalışmalar ile sınırlıdır.
- d. Araştırmanın örnekleme tezler, yayımlanmış kaynaklardan erişimi olanlar ile sınırlıdır.
- e. Araştırma GeoGebra yazılımının matematik öğretiminde akademik başarı ve tutum üzerindeki etkilerini incelemekle sınırlıdır.

1.5. Varsayımlar

Araştırmaya dâhil edilen çalışmalarda; yöntem kısımlarında belirtilen durumların doğru şekilde yapıldığı, meta-analize dâhil edilen çalışma gruplarındaki örneklemelerin ölçek, form, anket veya testi yanıtlarken gerçek duygu, düşünce ve becerilerini samimiyetle ve istekli bir şekilde yansıttıkları, kullanılan ölçme araçları ve uygulanan yöntemin araştırmanın amacına uygun olduğu varsayılmıştır.

1.6. Tanımlar

Meta-analiz: Belirli bir araştırma konusu üzerinde farklı zamanlarda ve farklı bölgelerde yapılan deneysel ve yarı-deneysel çalışmaları bir araya getirerek, o konu hakkında genel bir yorum sağlamak amacıyla birleştiren bir araştırma yöntemidir (Durlak, 1995; Lipsey ve Wilson 2001).

GeoGebra: Geometri, cebir ve analizi birleştiren dinamik bir matematik yazılımıdır. Bu yazılım okullarda matematik öğretimi ve öğrenimini geliştirmek için Markus Hohenwarter ve bir grup uluslararası yazılım uzmanı tarafından geliştirilmiştir. <https://www.geogebra.org/m/RypWTBSV>

CMA (Comprehensive Meta-Analysis): Meta-analiz yapmak için kullanılan istatistiksel yazılım programıdır.

d (Cohen’in d değeri): İki grup arasındaki farkın standart sapma cinsinden büyüklüğünü gösteren etki büyüklüğü ölçütüdür.

df (Sd-Serbestlik derecesi): İstatistiksel testlerde kullanılan serbestlik derecesi; örneklem büyüklüğüne bağlıdır.

EB (ES): Etki Büyüklüğü (Effect Size): Bir etkinin gücünü/etkisini nicel olarak ifade eden ölçüdür. Meta-analizin temel değişkenidir.

GA (CI): Güven Aralığı (Confidence Intervals): Etki büyüklüğünün belirli bir güven düzeyinde (genellikle %95) hangi aralıkta olabileceğini gösterir.

I² (Homojenlik testi-yüzde): Etki büyüklükleri arasındaki çeşitliliğin (heterojenliğin) yüzdesel göstergesidir.

N (Örneklem Sayısı): Araştırmaya dâhil edilen birey ya da grubun sayısı.

P (İstatistiksel Anlamlılık): Sonuçların tesadüfen oluşup oluşmadığını test eden anlamlılık değeri. ($p < .05$ genellikle anlamlı kabul edilir.)

Q (Heterojenlik testi): Meta-analiz çalışmalarında etki büyüklükleri arasında anlamlı bir fark (heterojenlik) olup olmadığını gösterir.

SE (Standart Hata): Tahmin edilen etki büyüklüğünün ne kadar hassas olduğunu gösteren değerdir.

BÖLÜM II: KAVRAMSAL ÇERÇEVE İLE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1. Matematik

2.1.1. Matematiğin Tanımı ve Temel Kavramlar

Matematik, insanlık tarihi kadar eski bir bilim dalı olup, sayı ve şekillerin incelenmesi olarak genel bir tanımla ifade edilebilir. Ancak, zamanla geçirdiği evrim ve ilerlemeler nedeniyle bu tanım, yetersiz ve sınırlı olacaktır.

Matematiğin tam olarak nerede ve nasıl başladığı henüz net bir şekilde bilinmemekle birlikte, yapılan araştırmalar, bu bilimin M.Ö. 3000-2000 yılları arasında Mısır ve Mezopotamya'da ortaya çıkmış olduğunu göstermektedir (Ülger, 2004). Matematikle olan ilişkimizin tarihsel derinliği, ona yüklediğimiz anlamların çeşitlenmesine yol açmıştır. Her dönemin kendine has sorunları bulunur ve matematikçiler, bu sorunları matematiksel perspektiften çözmeye çalışırlar. Her yeni çözüm, matematiğin farklı bir yönünü, kendine has bir özelliğini keşfetmemize olanak tanır. Yeniliklerle birlikte matematiğin eski tanımları da evrilip gelişir. Bu nedenle, matematiği tüm zamanları kapsayan tek bir tanımla açıklamak mümkün değildir (Nasibov ve Kaçar, 2005). Çeşitli matematikçiler, farklı bakış açılarıyla matematiği tanımlayarak anlamının daha da derinleşmesine ve genişlemesine katkıda bulunmuşlardır.

Umay'a (1996) göre, matematik bir dil olarak kabul edilir ve tıpkı insanların birbirleriyle iletişim kurabilmesi için dillerini öğrenmesi gerektiği gibi, yaşamda karşılaşılan olayları anlamak ve matematiksel bir perspektiften değerlendirebilmek için matematiksel dili bilmek gereklidir. Matematiksel bakış açısı ise, sistemli ve aşamalı düşünme süreçlerini içerir.

Baykul'a (2001) göre, matematik hayatımızda karşılaştığımız problemleri çözerken kullandığımız aritmetiksel bir yapı, çevremizi anlamamıza yardımcı bir destek, özel simgelerle ifade edilen bir dil ve düşünme yeteneğimizi geliştiren akılcı bir sistemdir. Karaçay (2013) ise matematiği, insan aklının üstünlüğünü ve güzelliğini fark etmemizi sağlayan, evrensel bir dil, sanat, bilim ve düşünme yöntemi olarak tanımlar.

Türk Dil Kurumu'nun Güncel Türkçe Sözlüğü (2019), matematiği aritmetik, cebir, geometri gibi sayı ve ölçü temeline dayanan, niceliklerin özelliklerini inceleyen bilimlerin

ortak adı olarak tanımlamış ve "riyaziye" terimiyle de ifade etmiştir. Matematik, ilk kez geometri kelimesiyle, 'yer ölçümü' anlamında kullanılmaya başlanmış olup, M.Ö. 550'li yıllarda Pisagor Okulu ile 'öğrenilmesi gereken şey' anlamına gelen matematik terimi olarak kullanılmaya başlanmıştır. M.Ö. 380'den itibaren ise Platon ile yazılı kaynaklarda bu terim yer almaya başlamıştır (Ülger, 2004).

Yapılan tanımlardan hareketle, matematik; kendine özgü sembollerle oluşturulmuş, doğa ve sanatla iç içe geçmiş, soyut kavramlarla şekillenen, sistemli ve birikimli bir şekilde ilerleyen, hayatı anlamlandırmada yardımcı olan, eleştirel ve yüksek düzey düşünmeyi içeren, diğer bilim dallarına katkı sağlayan evrensel bir dil olarak tanımlanabilir. Bu tanımlar daha da çeşitlendirilebilir ve genişletilebilir; ancak, matematiğin tanımlarını çoğaltmaktan ziyade, matematiği anlamaya yönelik çaba sarf etmek çok daha anlamlı olacaktır (Baykul, 2014).

2.1.2. Matematiksel Dallar ve Uygulama Alanları

Matematik, çok geniş bir alanı kapsayan bir bilim dalıdır ve çeşitli dallara ayrılır. Her bir dal, matematiğin farklı yönlerine odaklanarak çeşitli uygulama alanlarıyla ilişkilidir. Matematik dallarının çeşitliliği ve uygulama alanlarının genişliği, matematiğin çok disiplinli doğasını göstermektedir. Matematiksel dalların her biri, gerçek dünyadaki problemleri çözmek için farklı araçlar ve yöntemler sunar. Matematiğin başlıca dalları ve bu dalların uygulama alanları şunlardır:

Cebir: Cebir, sayılar, harfler ve sembollerle yapılan işlemleri inceleyen matematiğin bir dalıdır. Cebir, sadece sayılarla değil, aynı zamanda yapılarla da ilgilenir ve bu yönüyle bilgisayar bilimlerinde algoritma tasarımına temel sağlar (Özdemir, 2018). Benzer şekilde, geometri, mimarlık ve mühendislikte yapısal analizlerde kritik bir rol oynar; şekillerin ve uzayın incelenmesi, bina ve altyapı tasarımlarının güvenli ve estetik olmasını sağlar (Yılmaz, 2020). Genellikle denklemler, fonksiyonlar ve polinomlar üzerine çalışılır. Cebir'in uygulamaları, mühendislik, bilgisayar bilimi, ekonomi ve kriptografi gibi birçok alanda kullanılır. Cebirsel yapılar, özellikle bilgisayar bilimlerinde algoritmaların geliştirilmesinde önemli rol oynar.

Geometri: Geometri, şekillerin, boyutların ve uzaydaki ilişkilerin incelenmesidir. Euclid'in temellerini attığı bu dal, mühendislik, mimarlık ve fizik gibi birçok alanda temel

bir rol oynar. Geometri, özellikle mimarlık ve inşaat sektöründe yapıların tasarımı ve analizi için kullanılır. Ayrıca, bilgisayar grafikleri ve robotik alanlarında da önemli bir yere sahiptir.

Analiz: Matematiksel analiz, fonksiyonların limit, türev ve integral gibi özelliklerini inceleyen bir dal olup, süreklilik, diferansiyasyon ve integral hesaplamaları gibi konuları içerir. Matematiksel analiz, özellikle fizik ve ekonomi gibi alanlarda süreçlerin modellenmesinde vazgeçilmezdir; limit, türev ve integral kavramları, değişimlerin nicel ifadesinde temel araçlardır (Kara, 2017). Analiz, fizik, ekonomi, mühendislik ve biyoloji gibi birçok alanda, özellikle değişim hızlarını ve alan hesaplamalarını modellemek için kullanılır. Ayrıca, ekonomide optimizasyon ve mikro ekonomi teorileri de analitik yöntemlere dayanır.

İstatistik ve Olasılık: İstatistik, verileri toplama, düzenleme, analiz etme ve yorumlama bilimidir. Olasılık ise rastgele olayları ve belirsizlikleri inceleyen bir matematiksel alandır. İstatistik ve olasılık, modern dünyada veriye dayalı karar verme süreçlerinin temelini oluşturur; sağlık bilimlerinden finans sektörüne kadar geniş uygulama alanları bulunmaktadır (Demir ve Kaya, 2019). Biyoloji, ekonomi, psikoloji, sağlık bilimleri ve mühendislik gibi birçok alanda kullanılır. Örneğin, epidemiyoloji ve finansal piyasa analizleri, istatistiksel verilerle yapılan tahminlere dayanır.

Sayılar Teorisi: Sayılar teorisi, asal sayılar, tam sayılar ve diğer sayı kümeleri üzerine yapılan çalışmaları kapsar. Bu alan, kriptografi ve şifreleme teknolojilerinin temelini oluşturur. Sayılar teorisi, dijital güvenlik ve veri şifreleme sistemlerinin geliştirilmesinde kritik bir rol oynar. Sayılar teorisi, özellikle kriptografi alanında dijital güvenliği sağlar ve bilgi teknolojilerinde kritik bir bilim dalıdır (Erdoğan, 2016).

Operasyonel Araştırma: Operasyonel araştırma, karar verme ve optimizasyon problemleriyle ilgilenen bir alandır. Genellikle kaynakları verimli şekilde kullanmak için matematiksel modeller kullanılır. Ulaştırma, lojistik, üretim planlaması ve tedarik zinciri yönetimi gibi endüstriyel uygulamalarda yoğun bir şekilde kullanılır. Operasyonel araştırma, karmaşık sistemlerin optimize edilmesinde ve kaynakların etkin kullanılmasında önemli matematiksel modeller sunar (Aktaş, 2015).

Matematiksel Fizik: Matematiksel fizik, fiziksel sistemlerin matematiksel modellere dayalı analizini yapar. Fiziksel olayların daha iyi anlaşılabilmesi için diferansiyel denklemler ve matematiksel analiz araçları kullanılır. Bu alan, özellikle astrofizik, kuantum mekaniği, termodinamik ve elektromanyetizma gibi alanlarda büyük bir öneme sahiptir. Doğa olaylarını matematiksel dilde ifade ederek fiziksel teorilerin gelişmesine katkı sağlar; özellikle kuantum mekaniği ve astrofizik çalışmaları bu dalın uygulama alanlarındandır (Çetin, 2018).

Bilgisayar Bilimleri: Matematiksel teoriler, bilgisayar bilimlerinin temelini oluşturur. Veri yapıları, algoritmalar, yapay zekâ ve bilgisayar güvenliği gibi konular, matematiksel düşünme ve modelleme gerektirir. Matematiksel mantık ve cebirsel yapılar, bilgisayar bilimlerinin gelişmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Bilgisayar bilimlerinde matematiksel mantık ve cebirsel yapılar, veri işleme ve yapay zekâ teknolojilerinin geliştirilmesinde kritik öneme sahiptir (Özkan, 2019).

Topoloji: Topoloji, şekillerin özelliklerini ve uzaydaki sürekliliği inceleyen bir matematiksel alandır. Topolojik kavramlar, fiziksel sistemlerin modellenmesinde, özellikle de modern fizik teorilerinde önemli yer tutar. Topoloji, aynı zamanda veri analizi ve makine öğrenmesinde de kullanılır. Topoloji gibi soyut matematik dalları, fizik ve veri bilimi alanlarında yeni bakış açıları kazandırmakta, karmaşık sistemlerin anlaşılmasını kolaylaştırmaktadır (Şahin, 2021).

Bu çok yönlü matematik dalları, matematiğin hem teorik hem de uygulamalı olarak hayatın pek çok alanında temel bir rol oynadığını göstermektedir.

Matematiksel dallar ve uygulama alanları, matematiğin gerçek dünya problemlerine nasıl katkı sağladığını ve yaşamın her alanındaki rolünü gösterir. Matematik, bilim ve mühendislik alanlarının temel taşlarından biri olmasının yanı sıra, ekonomi, sağlık, çevre bilimleri gibi farklı disiplinlerde de önemli uygulama alanlarına sahiptir.

2.2. Matematik Eğitimi

Matematik eğitimi, bireylerin matematiksel kavramları anlamasını, bu kavramları kullanarak problem çözme yeteneklerini geliştirmelerini ve matematiksel düşünme becerilerini kazanmalarını sağlayan bir süreçtir. Bu eğitim, sadece sayılar ve

hesaplamalarla sınırlı kalmaz; öğrencilerin mantıklı düşünme, soyut kavramları anlamlandırma ve analitik beceriler geliştirmesini de sağlar. Matematiksel düşünme, öğrencilerin karşılaştıkları problemlere çözüm üretirken yaratıcı ve mantıklı yollar aramalarını gerektirir. Matematiksel bilgiler, sadece sınıf ortamında öğrenilen teorik bilgiler olarak kalmaz, aynı zamanda günlük yaşamda, iş dünyasında ve bilimsel araştırmalarda da kullanılır (Çetin, 2018).

Matematik eğitiminin amacı, öğrencilerin farklı matematiksel alanlarda derinlemesine bilgi kazanmalarını sağlamaktır. Bu alanlar arasında cebir, geometri, analiz, istatistik gibi konular bulunur. Her biri farklı düşünme biçimlerini ve çözüm yöntemlerini geliştirir. Öğrenciler, bu alanlar aracılığıyla matematiksel problemleri çözmeyi öğrenir ve çeşitli stratejiler geliştirerek karmaşık sorunlara yaklaşım sağlarlar. Özellikle problem çözme, matematik eğitiminin en önemli unsurlarından biridir; çünkü matematiksel kavramlar ve yöntemler, gerçek hayatta karşılaşılan problemlerin çözülmesinde kullanılır (Bildircin, 2012).

Bunun yanı sıra, matematik eğitimi öğrencilerin eleştirel düşünme ve mantıklı analiz yapma becerilerini geliştirir. Matematik, soyut bir dil olmasına rağmen, günlük yaşamda karşılaşılan birçok problemi çözme noktasında büyük bir öneme sahiptir. Örneğin, finansal hesaplamalar, oranlar, verimlilik analizleri gibi pratik matematiksel konular, matematik eğitimi sayesinde çözüme kavuşturulabilir. Öğrenciler, matematiksel araçları ve yöntemleri kullanarak, daha iyi kararlar alabilir ve doğru çözümler üretebilirler (Özden, 2022)

Matematik eğitimi, sadece bilgi aktarımına dayalı bir süreç değil, öğrencilerin düşünme, anlama ve problem çözme becerilerini geliştirmeyi amaçlayan bir öğrenme deneyimidir. Öğrenciler, edindikleri bilgileri günlük yaşamla ilişkilendirerek daha derinlemesine öğrenme fırsatı bulurlar. Bu süreç, onların yalnızca sınav başarısını değil, aynı zamanda yaşam boyu öğrenme ve analitik düşünme becerilerini de destekler (Altun, 2022).

Matematik eğitimi, bireylerin matematiksel düşünme, problem çözme, analiz yapma ve yaratıcı çözümler geliştirme becerilerini kazanmalarını sağlayarak, onları daha güçlü ve bağımsız düşünürler haline getirir. Bu eğitim, bireylerin hem kişisel hem de profesyonel yaşamlarında daha etkili ve başarılı olmalarını sağlar. Matematiksel düşünce, hayatın her

alanında karşımıza çıkar ve matematik eğitimi, bu düşüncüyü doğru kullanabilmek için gerekli temeli atar (Gürbüz ve Toptaş, 2020).

2.2.1. Matematik Eğitiminin Tarihsel Gelişimi

Matematik eğitiminin tarihsel gelişimi, insanlık tarihinin erken dönemlerinden günümüze kadar uzanan uzun bir sürecin ürünüdür. Bu süreç, matematiğin pratik bir araç olarak kullanılmasından soyut ve teorik bir disiplin haline gelmesine kadar geniş bir yelpazeyi kapsar. Matematik, toplumların ihtiyaçları, bilimsel keşifler, eğitimsel yaklaşımlar ve teknolojik ilerlemeler doğrultusunda evrilmiştir (Bıldırcın, 2012).

Matematik eğitiminin temelleri, Antik Mezopotamya, Mısır ve Yunan medeniyetlerine kadar uzanır. Bu dönemde matematik daha çok pratik amaçlarla, özellikle ticaret, tarım ve inşaat gibi alanlarda kullanılıyordu. Mısırlılar, geometriyi piramit inşaatlarında ve takvim hesaplamalarında kullanırken, Mezopotamya'da ise hesaplamalar ticaret ve tarıma dayalı olarak gelişmiştir. Yunanlılar ise matematiği daha soyut bir hale getirmiştir. Pythagoras, Euclid (Eukleides) ve Archimedes gibi isimler, matematiksel düşüncenin temellerini atmış, soyut kavramlar ve ilkeler üzerinde yoğunlaşmışlardır. Euclid'in "Elementler" adlı eseri, matematiğin eğitimdeki temel metinlerinden biri olarak kabul edilir ve sonraki yüzyıllarda matematik öğretiminde geniş bir etkiye sahip olmuştur (Freudenthal, 1991).

Orta Çağ'da Batı Avrupa'da matematik eğitimi, büyük ölçüde dini eğitimle sınırlıydı. Ancak, İslam dünyasında matematik önemli bir gelişim göstermiştir. 8. yüzyıldan itibaren, Al-Khwarizmi gibi bilim insanları cebirsel yöntemleri geliştirerek matematiği ileriye taşımışlardır. İslam dünyasında matematiksel çalışmalar, Yunan ve Hint matematiklerinden alınan bilgilerle birleşmiş ve Avrupa'ya aktarılmıştır. Batı Avrupa'da ise, matematiksel bilgi genellikle manastırlarda saklanmış ve dini metinlerin yorumlanmasında kullanılmıştır. Ancak, 12. yüzyılda Arap matematiksel metnlerinin Latince'ye çevrilmesiyle birlikte, Avrupa'da yeniden matematiksel bilgilere ilgi artmaya başlamıştır (Özden, 2022).

Rönesans dönemi, bilimsel devrimlerin başlangıcını işaret eder ve bu dönemde matematik, doğa bilimleri ile birleşerek hızla ilerlemiştir. Fibonacci gibi matematikçiler, Hindistan ve Arap matematik geleneklerini Avrupa'ya tanıtarak önemli bir dönüm noktası oluşturmuşlardır. Fibonacci'nin "Liber Abaci" adlı eseri, Avrupa'da ondalıklı sayı

sisteminin yayılmasına katkı sağlamıştır. 17. yüzyılda Isaac Newton ve Gottfried Wilhelm Leibniz, kalkülüsü geliştirmiş ve matematik ile fizik arasındaki ilişkiyi derinleştirmiştir. Bu dönemde matematik, doğal dünyanın anlaşılmasında temel bir araç haline gelmiştir (Freudenthal, 1991).

19. yüzyılda matematik eğitimi, daha sistematik ve organize bir hale gelmiştir. Matematiksel teorilerin gelişmesiyle birlikte, eğitimde daha akademik bir yaklaşım benimsenmiş ve okullarda matematik dersleri daha yaygın hale gelmiştir. Bu dönemde, diferansiyel denklemler, topoloji gibi yeni matematiksel alanlar ortaya çıkmış ve matematik eğitiminde önemli bir yer tutmuştur. Almanya, İngiltere ve Fransa gibi ülkelerde matematik öğretimi sistematik bir şekilde yaygınlaştırılmıştır. Bu dönemin önemli gelişmelerinden biri, matematiksel eğitimin daha geniş kitlelere yayılması ve farklı öğretim metotlarının ortaya çıkmasıdır (Kesgin, 2017)

20. yüzyıl, matematik eğitiminin hızla geliştiği ve teknolojinin eğitime entegre olduğu bir dönem olmuştur. Matematiksel pedagojide yenilikçi yaklaşımlar ortaya çıkmış ve eğitim sistemlerinde daha uygulamalı bir matematik öğretim modeli benimsenmiştir. Bu dönemde, Maria Montessori, Jean Piaget ve Lev Vygotsky gibi eğitimciler, çocukların matematiksel düşünme becerilerini geliştirmek için farklı pedagoji yöntemleri önermiştir. Montessori yöntemi, çocukların matematiksel kavramları keşfederek öğrenmelerini sağlamak amacıyla somut materyaller kullanmıştır. Ayrıca, bilgisayar teknolojisinin yaygınlaşmasıyla birlikte, matematiksel yazılımlar ve internet tabanlı eğitim araçları, matematik öğretiminin araçları haline gelmiştir (Kesgin, 2017)

21. yüzyılda matematik eğitimi, dijital teknolojilerin etkisiyle hem içerik hem erişim açısından dönüşüm geçirmiştir. Türkiye’de, 2011–2021 yılları arasında yapılan lisansüstü tezler, GeoGebra, Cabri gibi yazılımlar ve interaktif tahta/EBA kullanımının giderek arttığını göstermektedir (İnce-Muslu ve Erduran, 2022; Battal ve Çalışkan, 2021). Bununla birlikte, STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) odaklı çalışmalar, öğrencilerin problem çözme, motivasyon ve başarı düzeylerine olumlu katkılar sunmakta; yapay zekâ destekli uygulamalar ise öğrenmeyi bireyselleştirerek daha erişilebilir hale getirmektedir (Yükselen vd., 2021; Kara, 2024). Ayrıca FATİH Projesi kapsamında geliştirilen altyapı ve araçlar, Türkiye’de dijital matematik eğitiminin yaygınlaşmasına zemin hazırlamıştır (Akıncı vd., 2015).

Matematik artık yalnızca soyut bir alan olarak değil, aynı zamanda bilimsel ve mühendislik problemleri çözmede temel bir araç olarak öğretilmektedir. Ayrıca, matematiksel düşünme becerilerinin geliştirilmesi, erken yaşlardan itibaren teşvik edilmeye başlanmıştır (Gravemeijer, 1990).

Matematik eğitimi, tarihsel olarak farklı kültürlerin, bilimsel keşiflerin ve eğitimsel yaklaşımların etkisiyle evrilmiştir. Antik toplumlardan günümüze kadar matematiksel bilgiler hem teorik hem de uygulamalı alanlarda geliştirilmiş, öğretim yöntemleri zamanla çeşitlenmiş ve zenginleşmiştir. Bugün, matematik eğitimi daha erişilebilir, teknolojiyle entegre ve uygulamaya dayalı bir hale gelmiştir. Matematik, sadece bir bilim dalı değil, aynı zamanda günlük yaşamda ve iş dünyasında problem çözme yeteneklerini geliştiren önemli bir araç olarak kabul edilmektedir (Özden, 2022).

2.2.2. Matematik Eğitimi ve Öğretim Yöntemleri

Değişen ve gelişen çağımızda, bilimin hızla ilerlemesiyle birlikte matematiğin önemi giderek artmıştır. Geçmişte, öğrencilerden sadece ezbere bilgi öğrenmeleri beklenirdi. Ancak son yıllarda hem Türkiye’de hem de dünya genelinde, bilginin ezberlenmesinin ötesinde, öğrencilerin bilgiye kendi yollarıyla ulaşması ve bu bilgiyi anlamlı bir şekilde yapılandırarak içselleştirmeleri beklenen eğitim anlayışına doğru geçiş yapılmıştır. Bu dönüşüm, eğitim sistemindeki değişikliklerin yanı sıra, öğretim programlarında da köklü yenilikleri beraberinde getirmiştir. Öğretim programları, belirli bir eğitim felsefesi temelinde şekillenmektedir. Bu değişen programların temel hedefi, öğrencilerin pasif bir şekilde ders dinlemek yerine, aktif olarak araştırma yapan, keşiflerde bulunan ve sorunlara yönelik farklı çözüm yolları geliştirebilen, araştırmacı bireyler yetiştirmektir (Çetin, 2018).

Matematik öğretimi söz konusu olduğunda, eğitim sürecinin amaçlarını da ele almak oldukça önemlidir. Matematik öğretiminin temel hedefleri; doğru ve etkili hesaplamalar yapabilme, matematiksel kavramları derinlemesine anlamak, sayı sistemlerinin temel yapılarını kavrayabilmek, öğrendikleri bilgileri günlük yaşamda uygulayabilmek, eleştirel düşünme becerilerini geliştirebilmek ve matematiğe karşı olumsuz tutumlar sergilememek olarak sıralanabilir (MEB, 2013).

Bu hedeflere ulaşabilmek için öğretim sürecinin dikkatlice planlanması ve uygun öğretim yöntemlerinin seçilerek uygulanması önem taşır. Matematik öğretiminde öğretmenlerin kullandıkları günlük planlar, yıllık planlar ve öğretim yöntem ve teknikleri, elde edilmesi gereken öğrenme hedeflerine göre farklılık göstermektedir. Bu planlar ve yöntemler, öğrencilerin ihtiyaçlarına göre şekillendirilerek, öğrenme sürecinin etkinliğini artırmayı amaçlar (Özden, 2022).

Anlamlı bir öğrenme süreci oluşturulabilmesi için bilişsel amaçlar kadar duyuşsal amaçlar da büyük bir öneme sahiptir. Matematiğe değer verme, matematikle ilgilenme, matematikten nefret etmek yerine ona karşı olumlu tutum geliştirme gibi özellikler, yalnızca bilişsel becerilerle değil, aynı zamanda öğrencinin duygusal ve tutumsal gelişimiyle de paralel olarak kazandırılmalıdır. Bu denge, öğrencinin hem matematiksel bilgileri öğrenmesini hem de matematiğe karşı pozitif bir yaklaşım geliştirmesini sağlar (Özden, 2022).

Ülkemizde, birçok kişi matematiği zor bir ders olarak görüp, bu derse karşı olumsuz bir tutum sergilemektedir. Bu olumsuz yaklaşım, genellikle eğitim hayatlarının ilk yıllarından itibaren şekillenmekte ve birçok birey, hayatları boyunca bu tutumu sürdürmektedir. Yapılan araştırmalar ve incelemeler, matematiğin çoğu insan tarafından zor bir alan olarak kabul edildiğini ortaya koymaktadır. Oysa matematiğin önemini kavrayan bir kişi, ona karşı olumsuz bir yaklaşım sergileyemez. Bu nedenle, ülkemizde matematik eğitime karşı olan bakış açımızı ve yaygın ön yargılarımızı gözden geçirip, değiştirmemiz büyük bir ihtiyaçtır. Matematik öğretiminin değerini ve anlamını kavrayabilmek, bu olumsuz tutumları aşmamıza yardımcı olacaktır (Bıldırcın, 2012).

Matematik, yaşamımızın her anında yer alan ve sürekli varlığını sürdüren bir disiplindir. Bu bağlamda, matematiksel eğitim büyük öneme sahiptir. Günümüzde üretim süreçlerinin sürekliliğini sağlamak ve teknolojik alt yapıyı inşa edebilmek için eğitim sistemi içerisinde matematik eğitimi son derece kritik bir rol oynamaktadır (Gülburnu ve Yıldırım, 2015). Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından 2024 yılında yayımlanan en güncel ortaokul matematik öğretim programı, öğrencilerin bireysel farklılıklarını dikkate alarak değerler ve beceriler kazandırmayı amaçlayan, sade ve anlaşılır bir yapıya sahiptir. 1739 sayılı Millî Eğitim Temel Kanununda yer alan Genel Amaçlar ve Temel İlkeler

doğrultusunda hazırlanan Matematik Dersi Öğretim Programı, şu genel hedeflere ulaşmayı misyon edinmiştir (MEB, 2024):

a. Matematiksel beceriler kazanmalı ve bu becerileri etkin bir şekilde uygulayabilmelidir.

b. Matematiksel terimleri kavrayabilmeli ve bu kavramları günlük hayatta etkin bir şekilde kullanabilmelidir.

c. Problem çözme sürecinde akıl yürütme becerisini kullanarak çözümler geliştirebilmelidir.

d. Zihinsel işlemler ve tahmin yapma becerilerini etkili şekilde kullanabilmelidir.

MEB İlköğretim Programlarında öğrencilere kazandırılmak istenen hedefler arasında; girişimci, sorgulayıcı ve yaratıcı düşünebilen, matematiksel bilgilerini günlük yaşamda uygulayabilen ve kendi öğrenme sürecini bağımsız bir şekilde yönetebilen öğrenciler yetiştirmek yer almaktadır (MEB, 2024). Olkun ve Toluk Uçar'a (2014) göre, 2024 yılında yenilenen matematik eğitimindeki yeni anlayış, matematiği yaparak ve yaşayarak öğrenmeye dayanmaktadır.

2.2.3. Matematik Eğitiminde Ölçme ve Değerlendirme

Matematik eğitiminde ölçme ve değerlendirme süreci, öğrencilerin sadece bilgi seviyelerini değil, aynı zamanda düşünme ve problem çözme becerilerini de kapsamalıdır. Geleneksel yazılı sınavlar yalnızca ezbere dayalı bilgiyi ölçerken, öğrencilerin matematiksel kavrayışlarını ve problem çözme yetilerini yetersiz bir şekilde değerlendirir. Bu nedenle değerlendirme süreci, öğrencilerin kavramsal anlayışlarını, çözüm stratejilerini ve matematiksel düşünme becerilerini doğru bir şekilde ölçmelidir (Turgut ve Baykul, 2012).

Matematik eğitiminde alternatif değerlendirme yöntemleri, öğrencilerin yaratıcı çözümler geliştirmelerini ve öğrenme süreçlerine aktif katılımlarını daha doğru bir şekilde yansıtır. Projeler, grup çalışmaları, açık uçlu sorular ve günlükler gibi araçlar, öğrencilerin düşünme süreçlerini anlamak için etkili bir şekilde kullanılabilir. Ayrıca, bilgisayar destekli değerlendirme araçları ve dinamik geometri yazılımları, öğrencilerin matematiksel

kavramları uygulamalı olarak gösterip, çözüm süreçlerini görselleştirerek değerlendirmeyi daha etkili hale getirir (Kulm,1994).

Değerlendirme süreci, öğrencilerin gelişimlerini izleyip öğretim sürecinde gerekli değişikliklerin yapılmasını sağlar. Sürekli geri bildirim verilmesi, öğrencilerin hatalarını anlamalarına ve bu hatalardan öğrenmelerine yardımcı olur. Biçimlendirici değerlendirme, öğrencilere sürekli olarak gelişim fırsatları sunarak onların öğrenme süreçlerine katılımlarını artırır. Ayrıca, öğrencilerin öz-değerlendirme becerilerini geliştirebilmeleri için kendi öğrenmelerini değerlendirmeleri sağlanabilir (Akkoç, 2012).

Matematik eğitiminde değerlendirme sadece bilgi ölçümü değil, öğrencilerin düşünme, problem çözme ve öğrenme süreçlerini kapsamlı bir şekilde değerlendiren bir yaklaşımı gerektirir. Bu sayede öğrencilerin matematiksel becerileri etkili şekilde gelişir ve öğretim süreci güçlendirilir (Uğurlu, 2009).

2.3. Eğitimde Teknoloji Kullanımı

Eğitimde teknolojinin kullanımı, geleneksel öğretim yöntemlerinin yanında dijital araçların ve teknolojik kaynakların eğitim sürecine entegre edilmesini ifade eder. Teknoloji, öğretmenlerin işlerini kolaylaştırırken, öğrencilere daha verimli, erişilebilir ve etkileşimli bir öğrenme deneyimi sunar. Eğitimde teknolojinin kullanımı, öğretimin her aşamasında önemli değişiklikler oluşturmuş ve öğrenme biçimlerini dönüştürmüştür (Ertmer, 1999).

Sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) teknolojileri de eğitimde büyük bir değişim meydana getirmiştir. . Bu teknolojiler, öğrencilerin soyut kavramları daha somut bir şekilde deneyimlemelerini sağlar. Örneğin, öğrenciler VR ile bir tarihi olayı gözlemleyebilir veya AR ile biyoloji dersinde hücre yapısını keşfedebilir. Oyunlaştırma (gamification) ise eğitimde motivasyonu artıran bir yaklaşımdır. Öğrenciler oyunlar aracılığıyla derslerdeki görevleri yerine getirir, ödüller kazanarak öğrenme sürecine aktif olarak katılırlar (Kaplanşeren, 2013).

Teknoloji ayrıca, dijital değerlendirme araçları sayesinde öğrencilerin performanslarını hızlı şekilde değerlendirme imkânı sunar. Çevrimiçi testler ve anketler, öğrencilerin başarılarını ölçerken, öğretmenlerin de geri bildirim vermelerini kolaylaştırır. Bu durum,

öğretmenlerin daha etkili şekilde öğrenci gelişimini izlemelerine olanak tanır. Eğitimde teknolojinin kullanımı, öğrencilerin öğrenme süreçlerine erişimlerini kolaylaştırır ve eğitim materyallerine her yerden ulaşmalarını sağlar. Teknoloji, aynı zamanda öğrencilerin bireysel ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunar ve öğrencilerin derse daha aktif katılmalarını sağlar. Ayrıca, öğretmenlerin öğrencilerin gelişimlerini izlemelerine ve buna göre ders içeriklerini uyarlamalarına yardımcı olur (Kurt, 2018).

2.3.1. Eğitimde Teknoloji Kullanımının Tarihçesi

Yazılı ve sözlü iletişim açısından, teknolojinin eğitimdeki kullanımı tarihsel olarak eski dönemlere uzanır. İlk zamanlar için büyük bir yenilik sayılan radyo, 1900'lerin ilk yarısında eğitimde kullanılmaya başlanmıştır. Ardından, 1900'lerin ikinci yarısında televizyon ve video gibi teknolojiler, radyo ile paralel olarak eğitimdeki açık öğretim alanında önemli bir yer edinmiştir (Bates, 2015).

Ülkelerin gelişmişlik seviyeleri, bilişim teknolojilerinin toplumda ne kadar yaygın ve etkin kullanıldığına göre değerlendirilmektedir. Bu sebeple, ülkeler, dünya genelindeki yeniliklere ayak uydurabilmek amacıyla teknoloji ile eğitimi birleştiren projeler ve girişimlere ağırlık vermişlerdir. 1990'ların ikinci yarısından itibaren, internet hızının artması, internet tabanlı teknolojilerdeki ilerlemeler ve bilgisayar kullanımının yaygınlaşması ile birlikte teknoloji, eğitim alanında da etkin olarak kullanılmaya başlanmıştır. 2000' li yıllarla beraber birçok ülkede eğitimde dijitalleşme süreci hız kazanmıştır (Genç, 2019).

Eğitimin internet teknolojileriyle entegrasyonu, televizyon aracılığıyla tek yönlü verilen açık öğretimden, etkileşimli uzaktan eğitime geçişi mümkün kılmıştır. Bu dönüşümden en fazla etkilenen alan ise yükseköğretim olmuştur. Uluslararası bir boyut kazanan uzaktan eğitim, özellikle yükseköğretim kurumlarında yapısal değişikliklere yol açmış, eğitim yaklaşımları ve uygulamalarında önemli yeniden yapılanmalar meydana gelmiştir (Kapucu Kocatürk ve Uşun, 2020).

Türkiye’de eğitimde teknolojinin kullanımı, Cumhuriyet’in ilk yıllarından itibaren çeşitli çalışmalarla gündeme gelmiştir. Ancak teknolojinin kapsamlı bir şekilde eğitim alanında yer alması, 1970' lerin başlarına denk gelir. Bu dönemde, Milli Eğitim mevzuatında önemli düzenlemeler yapılmış ve teknolojinin eğitimdeki rolü daha belirgin

hale gelmiştir. 1973 yılında yürürlüğe giren 1739 sayılı Milli Eğitim Temel Kanunu'nun 13. maddesinde, "Her derece ve türdeki ders programları, eğitim yöntemleri ve ders araçları bilimsel ve teknolojik esaslara dayalı olarak sürekli olarak geliştirilecektir. Eğitimde verimliliğin artırılması ve sürekli gelişmenin sağlanması, bilimsel araştırmalar ve değerlendirmelere dayalı olarak yapılır." ifadesi yer almıştır. Ayrıca, Kalkınma Planlarında da eğitimde bilim ve teknolojiye uyum sağlanması hedeflenmiş, 6. ve 7. Beş Yıllık Kalkınma Planlarında yaşanan bilimsel ve teknolojik gelişmelere paralel olarak öğretim programlarının güncellenmesi gerektiği vurgulanmıştır (Genç, 2019).

Dijital dönüşümün hız kazandığı 21. yüzyılda, Türkiye de dünya ile paralel olarak eğitimde teknoloji kullanımına başlamıştır. Bu süreçle birlikte, eğitimde teknolojinin etkin kullanımı Türkiye’de hız kazanmıştır. 10. Beş Yıllık Kalkınma Planı Eğitimde Kalitenin Artırılması Özel İhtisas Komisyon Raporunda eğitimde bilişim teknolojilerinin daha fazla yer alması ve bu doğrultuda eğitim kurumlarının altyapı düzenlemelerinin yapılması gerektiği vurgulanmıştır. Raporda, “Bilişim teknolojileri sınıflarının kurulmasıyla eğitimin kalitesini artırmak” amacıyla, Avrupa Yatırım Bankası kredisıyla 2006-2011 yılları arasında gerçekleştirilen “Eğitim Çerçevesi II. Faz” projesine değinilmiştir. Ayrıca, “eğitimde fırsat eşitliğini sağlamak” ve “okullardaki teknolojiyi iyileştirmek” için hazırlanan “Fırsatları Artırma Teknolojiyi İyileştirme Hareketi (FATİH) Projesi” 2010 yılında hayata geçirilmiş ve bu proje kapsamında, “ilk ve ortaöğretimdeki tüm okulların dersliklerinin dizüstü bilgisayar, projeksiyon cihazı, internet bağlantısı ve akıllı tahtalarla donatılması” hedeflenmiştir. Ayrıca, rapora göre, 14.09.2011 tarihinde yayımlanan 652 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile Milli Eğitim Bakanlığı’nın merkez teşkilatında önemli değişiklikler yapılmış ve merkez teşkilatının daha etkin çalışabilmesi amacıyla küçültülmüştür. Bu yapı değişikliği ile birlikte eğitim kalitesini artırma potansiyeline sahip yeni birimler de oluşturulmuştur (Kalkınma Bakanlığı, 2014).

2.3.2. Eğitimde Teknoloji Kullanımının Avantajları ve Zorlukları

Eğitim sürecinde öğretmenlerin rehberliği sayesinde öğrenciler derse daha aktif katılabilir, daha eğlenceli ve düzenli bir öğrenim ortamı oluşabilir. Eğitim teknolojileri, öğrencilere gerçek hayatta deneyimleyemeyecekleri durumları simüle etme imkânı sunarak daha çeşitli ve etkili eğitim fırsatları yaratır. Uzaktan eğitim sayesinde öğrenciler, zaman ve mekân kısıtlamalarından bağımsız bir şekilde eğitim alabilir, bu da fırsat eşitliğini

sağlamada önemli rol oynar. Derslerin kaydedilmesiyle öğrenciler, istedikleri zaman dersleri tekrar izleyebilir ve çalışma fırsatı bulabilirler. Eğitim teknolojilerinin eğitime fayda sağladığı açıktır. Ancak bu faydaları olumsuz etkilere dönüştürmemek için dikkatli bir planlama yapılması önemlidir. Eğitim teknolojisinin plansız kullanılması, zaman kaybına yol açabilir ve gereksiz harcamalara neden olabilir. Bu durum hem zaman hem de para açısından verimsiz sonuçlar doğurabilir (Kaya, 2017).

İşman (2005), eğitim teknolojilerinin kullanımının avantajlarını şu şekilde açıklamıştır:

Serbesti: Eğitim teknolojilerinin kullanımı, öğrencilere ve öğretmenlere zaman ve mekân açısından esneklik sağlar. Başka bir deyişle, öğretmenler internet, bilgisayar ve diğer iletişim teknolojileri aracılığıyla ders materyallerini öğrencilere ulaştırma imkânı bulurlar. Bu sayede öğrenciler, ihtiyaç duydukları zaman bu materyallere kolayca erişerek, kendilerine uygun zaman dilimlerinde ders çalışabilirler. Böylece öğrencilere hayat boyu devam eden bir eğitim fırsatı sunulmuş olur. Bir diğer avantaj ise, öğretmenlerin ders anlatırken hem kendilerine hem de öğrencilere uygun yöntemler kullanarak, zenginleştirilmiş ve kaliteli materyaller oluşturma imkânına sahip olmalarıdır.

Birinci Kaynaktan Bilgi: Geleneksel öğretim yöntemlerinde, öğretmenler genellikle bilgiyi ikinci ya da üçüncü elden aktarırken, eğitim teknolojileri sayesinde öğretmenler ve öğrenciler bilgiyi doğrudan birincil kaynaklardan elde edebilir. Örneğin, internet ve telekonferanslar aracılığıyla, öğretmenler ve öğrenciler, alanında uzman kişilerle birebir görüşmeler yaparak konular üzerinde daha derinlemesine tartışma ve sunum yapma şansı bulurlar. Bir diğer avantaj ise, öğrencilerin araştırma sırasında ulaşmakta zorluk çekebileceği kaynaklara, internet üzerinden sunulan dijital kütüphaneler ve üniversitelerin çevrimiçi platformları aracılığıyla kolayca erişebilmeleridir.

Fırsat Eşitliği: Eğitim teknolojilerinin sağladığı avantajlar sayesinde, zenginleştirilmiş ve geliştirilmiş eğitim imkânları, ülkenin dört bir yanında ve hatta dünya genelinde yaşayan bireylere ulaşabilmektedir. Bu sayede her bireye eğitimden eşit şekilde yararlanma fırsatı sunulmuş olur.

Çeşitlilik ve Kalite: Eğitim teknolojilerinin kullanımı, bireysel, kitlesel ve ortak öğrenme yöntemlerinin geliştirilmesine önemli katkılar sağlamaktadır. Örneğin,

öğretmenler, dersleri daha dinamik ve ilgi çekici hale getirmek için elektronik sunum programlarını kullanabilirler. Bu programlar sayesinde öğretmenler, dersleri görsel olarak zenginleştirerek öğrencilere daha etkili bir şekilde sunabilir. Ayrıca, bu araçlarla öğretmenler kaliteli ve etkili ders materyalleri hazırlayarak, öğrencilerin öğrenme süreçlerini daha verimli kılabilirler.

Bireysel Öğretim: Eğitim teknolojileri sayesinde öğretmenler, öğrencilerinin yeteneklerine uygun öğrenme ortamları yaratabilirler. Bu sayede, bireysel çalışmayı tercih eden veya bu yöntemle başarılarını artırabilen öğrencilere yeni fırsatlar sunulmuş olur. Bu yaklaşım, öğrencilere kendi hızlarında daha fazla çalışma imkânı tanıyarak başarı düzeylerini yükseltmelerine yardımcı olabilir.

Üretken Eğitim ve Hızlı Öğrenme: Eğitim teknolojisi, sunduğu yeni ortamlar ve yöntemlerle öğrenme hızını ve verimliliği artırmaktadır. Öğretmenler, daha etkili öğretme ve öğrenme ortamları tasarlayabilmekte, bu sayede öğrencilerin derse katılımını ve yeni fikirler üretmesini teşvik edebilmektedirler. Eğitim teknolojilerindeki yenilikler, öğretmenlere farklı stratejiler geliştirme fırsatı sunar, böylece öğretme süreçleri daha verimli hale gelir. Bu gelişmeler sonucunda hem öğretme hem de öğrenme alanlarında üretkenlik artar ve öğrencilerin öğrenme süreçleri hızlanır.

Yaratıcılık: Eğitim teknolojilerinin kullanımı, öğrencilere ve öğretmenlere farklı öğretme ve öğrenme seçenekleri sunarak, bireysel öncelikler doğrultusunda gelişim imkânı tanımaktadır. Başka bir deyişle, çoklu ortamların kullanımı, yeni öğretme ve öğrenme yöntemlerinin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Bu sayede, her öğrencinin ihtiyaçlarına uygun özelleştirilmiş öğrenme deneyimleri sunulabilir.

Yaşam Boyu Öğrenme: Eğitim teknolojileri, öğrencilere yaşam boyu eğitim imkânı sunmaktadır. Öğrenciler, istedikleri yerde, istedikleri zamanda ve kendi tercih ettikleri eğitimleri alabilme fırsatına sahiptir. Bu sağlanan esneklik, özellikle mesleki gelişim ve yetişkin eğitimi alanlarında büyük bir öneme sahiptir. Bu sayede bireyler, kariyerleri boyunca sürekli olarak kendilerini geliştirebilirler.

İşman (2005), eğitim teknolojilerinin kullanımının dezavantajlarını şu şekilde açıklamıştır.

Dijital Bağımlılık: Teknolojiye aşırı bağımlılık, öğrencilerin fiziksel aktivitelerden, sosyal etkileşimlerden ve geleneksel öğrenme yöntemlerinden uzaklaşmalarına neden olabilir. Bu durum, öğrencilerin teknolojiye bağımlı hale gelmesine yol açabilir.

Ekran Süresi: Uzun süreli ekran kullanımı, göz yorgunluğu, baş ağrıları, boyun ve sırt ağrıları gibi fiziksel sorunlara yol açabilir. Özellikle çocuklar için aşırı dijital cihaz kullanımı, sağlıklı gelişimi olumsuz etkileyebilir.

Sosyal Etkileşim Eksiklikleri: Dijital eğitim, yüz yüze iletişimi sınırlayabilir ve öğrencilerin sosyal becerilerini geliştirmelerini zorlaştırabilir. Çocukların arkadaşlarıyla fiziksel olarak bir araya gelmesi, empati kurma ve sosyal becerilerini geliştirme açısından önemlidir. Dijital ortamda bu beceriler yeterince gelişmeyebilir.

Yalnızlık ve izolasyon: Dijital ortamda sürekli ders yapmak, öğrencilerin sosyal çevrelerinden uzaklaşmalarına ve yalnızlık hislerine yol açabilir.

Dikkat Dağılması ve Verimlilik Sorunları: Dijital ortamda dikkat dağılabilir, çünkü öğrenciler aynı anda farklı uygulamalar veya sosyal medya platformlarına yönelme eğiliminde olabilirler. Bu durum, öğrenme sürecine odaklanmayı zorlaştırabilir ve verimliliği azaltabilir. Dijital ortamda öğrencilerin dışarıdan gelen uyarıcılara daha açık olmaları, dersin etkili bir şekilde işlenmesini engelleyebilir.

Öğrencilerde Hızlı Bilgi Tüketimi ve Sabırsızlık: Dijital ortamda hızlı bilgi akışı, öğrencilerin daha sabırsız hale gelmesine ve derinlemesine düşünmeden bilgi tüketmeye yönlendirebilir. Bu da uzun vadede öğrenci gelişimini ve akademik başarıyı olumsuz yönde etkileyebilir.

2.4. Matematik Eğitiminde Teknoloji Kullanımı

2.4.1. Teknolojinin Matematik Eğitimindeki Rolü

Gerçek yaşamla doğrudan bağlantısı olmayan ve soyut örneklerin fazla olduğu matematiksel materyallerin, somutlaştırıcı özelliklere sahip olması ve olumsuz düşünceleri azaltması gerekmektedir. Bu nedenle, matematik eğitimi açısından öğretimi kolaylaştıran teknolojiler, soyut kavramların ve gerçek dünyadan uzak ortamların anlaşılmasını sağlamak için büyük öneme sahiptir. Bu teknolojiler, öğrencilerin matematiksel kavramları

daha anlaşılır hale getirmelerine ve öğretim hedeflerine daha etkili ulaşmalarına yardımcı olabilir (Barçın, 2019). Yazılım teknolojisinin hızlı ilerlemesi, matematik öğretiminde anlamlı öğrenmeyi teşvik etmek ve bilgisayar destekli matematik öğretimine yazılım araçlarını dâhil etmek için yeni fırsatlar sunmaktadır. Matematik, soyut düşüncelerin sistematik şekilde ifade edildiği bir alan olduğundan, yazılımların sunduğu görselleştirme özellikleri, bu soyut kavramların anlaşılmasında kritik rol oynar. Görselleştirme, öğrencilerin matematiksel fikirleri somut hale getirmelerine ve bu kavramları daha etkili öğrenmelerine olanak tanır (Canevi, 2019).

Öğretim verimliliğini artırmak amacıyla matematik programlarının derslerde kullanılması, öğrencilerin bilgiye kendi başlarına erişmelerini teşvik etmeyi hedeflemelidir. Bu bağlamda, matematiksel kavramların görsel modeller üzerinden etkili bir şekilde sunulduğu bir ortam, öğrencilerin kuralları ve işlemleri keşfetmelerine olanak tanıyacak bir öğretim yaklaşımıyla desteklenebilir. Bu yöntem, öğrencilerin aktif katılımını sağlayarak, matematiksel kavramları daha derinlemesine kavramalarına yardımcı olur. Öğrencilere, görsel modeller üzerinde deney yapma, analiz yapma ve sonuçları değerlendirme imkânı sunulur (Öksüz ve Ak, 2010). Böylece, matematiksel kavramlar öğrenciler tarafından kendi deneyimleriyle kurgulanarak, daha etkili bir öğrenme süreci sağlanabilir.

Bilgisayar destekli öğretim yöntemi, öğrencilerin bilgiyi yaparak ve deneyimleyerek öğrenmelerini teşvik eden bir yaklaşımdır. Bu yöntemde, matematik programları ve diğer dijital araçlar, öğrencilerin problem çözme süreçlerinde aktif bir rol üstlenmelerini sağlar ve kendi çözüm yollarını keşfetmelerine yardımcı olur. Böylece, öğrenciler matematiksel düşünme becerilerini geliştirirken, bilgiyi pasif bir şekilde almak yerine aktif olarak inşa ederler. Bu süreç, öğrenmenin daha anlamlı hale gelmesini sağlar ve öğrencilerin matematiksel kavramları daha derinlemesine anlamalarına katkıda bulunur (Tuzer, 2018). Sonuç olarak, bilgisayar destekli öğretim yöntemi, matematik derslerinde öğrencileri aktif bir şekilde derse katılmaya teşvik ederek öğrenme verimliliğini artırabilir. Öğrenciler, görsel modeller ve kendi deneyimleri aracılığıyla matematiksel kavramları keşfederken, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirirler. Bu yöntem, öğrencilerin matematiksel kavramları daha etkili bir şekilde öğrenmelerine ve süreci daha anlamlı bir şekilde deneyimlemelerine katkıda bulunabilir (Işık, 2007).

2.4.2. Teknoloji Destekli Matematik Öğretim Yöntemleri

Teknoloji destekli matematik öğretim yöntemleri, öğretmenlerin ve öğrencilerin matematiksel kavramları daha etkili bir şekilde öğrenmesini ve öğretmesini sağlayan yöntemlerdir. Teknolojinin kullanımı, öğretim ve öğrenme süreçlerini daha dinamik, etkileşimli ve kişiselleştirilmiş hale getirir. Dinamik geometri yazılımları, GeoGebra, CabriGeometry gibi yazılımlar, öğrencilere matematiksel kavramları görsel olarak keşfetme imkânı sunar. Bu tür yazılımlar, özellikle geometri, fonksiyonlar ve analiz konularında öğrencilere soyut kavramları somutlaştırarak daha iyi anlamalarına yardımcı olur. Dinamik geometri yazılımları, öğrencilere şekiller üzerinde çeşitli işlemler yapma, özelliklerini inceleme ve ilişkileri keşfetme fırsatı tanır (Ersoy, 1997a).

Akıllı tahtalar ise öğretmenlerin ders içeriklerini görsel olarak sunmalarına olanak tanırken, öğrencilere de aktif katılım fırsatı verir. Matematiksel problemler ve kavramlar akıllı tahta üzerinde interaktif olarak işlenebilir. Öğrenciler, tahtada kendi çözümlerini gösterebilir, soruları çözebilir veya kavramları daha iyi anlamak için etkileşimde bulunabilirler. Ayrıca, çeşitli eğitim uygulamaları ve platformları da öğrencilere matematiksel becerilerini geliştirmek için kullanılmaktadır. Örneğin, Khan Academy, Mathway, Wolfram Alpha gibi çevrimiçi platformlar, öğrencilere öğrencilere kişiselleştirilmiş öğrenme imkânı sunmakta, anında geri bildirim sağlamaktadır (Chen et al., 2019; Patel, 2021). Bu tür teknolojik araçlar, farklı seviyelerdeki öğrencilerin ihtiyaçlarına cevap verebilecek esnek ve etkileşimli öğrenme ortamları oluşturmaktadır (García & Martínez, 2022).

Teknoloji destekli matematik öğretiminde simülasyonlar ve modelleme araçları, öğrencilerin matematiksel kavramları daha derinlemesine keşfetmelerine olanak tanır. Özellikle matematiksel modelleme yazılımları, gerçek dünyadaki problemleri matematiksel bir bakış açısıyla analiz etmeyi öğrenmeye yardımcı olur. Bu tür yazılımlar, öğrencilere gerçek hayattan örneklerle matematiksel modeller oluşturma ve bu modellerin sonuçlarını gözlemleme fırsatı sunar. Oyunlaştırma, öğrencilere matematiksel becerilerini eğlenceli bir şekilde geliştirme fırsatı sunar. Bu yöntemde, öğrencilere matematiksel problemleri çözme sürecinde ödüller, seviyeler, rozetler ve başarılar verilir. Oyunlaştırma yöntemleri, öğrencilerin motivasyonunu artırır, derse olan ilgilerini güçlendirir ve öğrencileri aktif katılımcı hale getirir (Graf, 1997).

Çevrimiçi testler ve küçük sınavlar (quiz) sunarak, öğrencilere sürekli olarak geri bildirim verilebilir. Bu yöntem, öğrencilerin yanlışlarını hemen fark etmelerini ve düzeltmelerini sağlar. Ayrıca, öğrenciler kişisel hızlarında öğrenme fırsatı bulur ve eksik oldukları konularda daha fazla çalışma yapabilirler. Matematik derslerinde kullanılan video dersler, öğretmenlerin derslerini öğrencilere daha görsel ve işitsel olarak aktarmalarına yardımcı olur. Öğrenciler videolar aracılığıyla matematiksel kavramları farklı bakış açılarından izleyebilir ve konuları kendi hızlarında takip edebilirler. Videolar, öğretmenlerin daha soyut kavramları açıklamak için kullanabilecekleri değerli araçlardır (Howson, 1986).

Sanal ve artırılmış gerçeklik teknolojileri, öğrencilere soyut matematiksel kavramları deneyimsel olarak keşfetme imkânı sunar. Özellikle geometri ve üç boyutlu şekillerin öğrenilmesinde bu teknolojiler etkili olabilir. Öğrenciler, sanal ortamda şekillerle etkileşimde bulunarak kavramları daha iyi anlayabilirler. Eğitimde teknolojik araçlar, aynı zamanda öğrencilerin işbirliği yapabileceği sosyal medya platformları ve çevrimiçi forumlar da sağlar. Bu platformlar, öğrencilerin matematiksel sorunları tartışmalarını ve grup çalışması yapmalarını teşvik eder. Öğrenciler bu tür araçlar aracılığıyla birbirlerine rehberlik edebilir ve matematiksel problemleri çözme konusunda birlikte çalışabilirler (Ersoy, 1997b).

Teknoloji destekli matematik öğretim yöntemleri, matematiksel öğrenmeyi daha etkileşimli, görsel ve kişiselleştirilmiş hale getiren önemli araçlardır. Bu yöntemler, öğrencilerin kavramları daha kolay anlamalarını, problem çözme becerilerini geliştirmelerini ve matematiksel düşünme süreçlerini daha verimli bir şekilde yürütmelerini sağlar. Eğitimde teknoloji kullanımı, öğretim süreçlerinin kalitesini artırarak öğrencilerin başarılarını iyileştirir (Ersoy, 2002).

2.4.3. Teknolojinin Matematik Başarısına Etkisi

Teknolojinin matematik başarısına etkisi, son yıllarda yapılan pek çok araştırma ile önemli bir konu haline gelmiştir. Teknolojinin matematik eğitimi üzerindeki etkisi, öğrenci başarısını artırmaya, öğrenme sürecini daha erişilebilir kılmaya ve öğrenilen bilgilerin daha derinlemesine anlaşılmasına katkı sağlamak açısından büyük bir öneme sahiptir. Teknolojinin matematiksel başarıya etkisini birkaç ana başlık altında incelemek mümkündür (Yıldız Avcı, 2018). Teknolojik araçlar, öğrencilere soyut matematiksel

kavramları görsel olarak sunma imkânı tanır. Özellikle dinamik geometri yazılımları (GeoGebra gibi) ve grafik hesaplama araçları, öğrencilerin matematiksel ilişkileri ve fonksiyonları görsel olarak keşfetmelerine olanak sağlar (Khan ve Gupta, 2021).

Bu tür görselleştirmeler, öğrencilerin matematiksel kavramları daha kolay anlamalarına ve soyut düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olur. Ayrıca, teknolojik araçlar öğrencilerin öğrenme sürecine daha aktif katılım göstermelerini sağlar. Öğrenciler, çeşitli interaktif uygulamalar ve yazılımlar sayesinde teorik bilgileri pratiğe dökerek daha etkin bir şekilde öğrenebilirler. Bu etkileşimli süreç, öğrencilerin öğrendikleri matematiksel bilgileri günlük hayatta uygulayabilmelerine imkân tanır ve teorik bilgilerin pekişmesini sağlar. Teknoloji, her öğrencinin farklı öğrenme hızına ve tarzına uygun materyaller sunma fırsatı tanır. Matematiksel başarıyı artırmak için her öğrencinin kendi hızında öğrenmesine olanak tanıyan çevrimiçi eğitim platformları, öğrencilere zorluk seviyelerini seçme ve eksik oldukları konularda derinlemesine çalışma yapma şansı verir (Fabian ve diğerleri, 2016). Bu kişiselleştirilmiş öğrenme ortamları, özellikle matematik gibi soyut ve zorlu bir alanda öğrencilerin başarılarını artırabilir. Ayrıca, teknolojik araçlar öğrencilere hemen geri bildirim alma fırsatı sunar. Çeşitli çevrimiçi testler, uygulama programları ve simülasyonlar sayesinde öğrenciler yanlışlarını anında fark edebilir ve düzeltmek için hemen çözüm yolları geliştirebilirler. Bu hızlı geri bildirim, öğrencilerin öğrenme sürecindeki hatalarından ders çıkarmalarını sağlar ve öğrenme sürecinin daha verimli olmasına yardımcı olur (Coşkunçay, 2018).

Teknolojinin sunduğu oyunlaştırma (gamification) ve etkileşimli uygulamalar, öğrencilerin matematiğe olan ilgisini artırabilir. Oyun tabanlı öğrenme uygulamaları, öğrencilere ödüller, seviyeler ve başarılar sunarak onların matematiksel görevleri tamamlama konusunda motive olmalarını sağlar. Bu tür motivasyon artırıcı uygulamalar, öğrencilerin matematikle ilgili olumsuz tutumlarını değiştirmelerine ve matematiksel başarılarını artırmalarına yardımcı olabilir. Teknoloji, öğrencilere her zaman ve her yerden matematiksel kaynaklara erişim imkânı tanır. İnternet üzerinde bulunan öğretici videolar, ders notları, interaktif uygulamalar ve forumlar, öğrencilere öğrenme sürecinde destek sağlar. Bu kaynaklar, öğrencilerin konuları daha derinlemesine incelemelerine ve öğretmenle sınıf ortamında sağlanamayan ek kaynaklara ulaşmalarına olanak tanır. Sonuç olarak, teknolojinin matematiksel başarıya etkisi oldukça büyüktür (Mehta, 2016).

Öğrencilerin matematiksel kavramları daha kolay anlaması, farklı öğrenme hızlarına ve tarzlarına hitap edebilme, etkileşimli öğrenme ortamları oluşturma ve motivasyonu artırma gibi faktörler, teknolojinin matematik eğitimi üzerindeki olumlu etkilerini göstermektedir. Bu nedenle, matematiksel başarıyı artırmak ve öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerini geliştirmek adına teknolojinin etkin bir şekilde kullanılması, modern eğitimde vazgeçilmez bir araç haline gelmiştir (Squires, 2017).

2.5. Dinamik Geometri Yazılımları

Dinamik geometri yazılımları (DGY), geometri öğretiminde devrim niteliğinde araçlar olarak kabul edilmektedir (Sheffield & Cruikshank, 2005). Bu yazılımlar, kullanıcıların geometrik şekillerin özelliklerini değiştirmelerine, manipüle etmelerine ve görsel olarak gözlemlmelerine olanak tanır. DGY'lar, geleneksel geometri öğretim yöntemlerinin ötesine geçerek, öğrencilerin kavramları daha derinlemesine anlamalarına ve keşfetmelerine yardımcı olur. Öğrenciler, şekillerin boyutlarını, açılarını ve diğer özelliklerini gerçek zamanlı olarak değiştirebilir, bu da soyut kavramları somut bir şekilde görselleştirmelerine imkân verir (Tapan, Broutin & Arslan, 2012).

Dinamik geometri yazılımlarının kullanımı, özellikle yapılandırmacı yaklaşımı temel alan eğitim felsefeleriyle uyumludur (Moss, 2000). Yapılandırmacı yaklaşım, öğrencilerin kendi öğrenme süreçlerini aktif şekilde şekillendirmelerini savunur. DGY'lar, bu yaklaşım doğrultusunda öğrencilere öğrenme sürecinde aktif rol alma fırsatı sunar. Öğrenciler, keşfederek ve deneme yanılma yoluyla öğrenirler; bu da onların matematiksel kavramları daha iyi anlamalarına ve uzun süreli hatırlamalarına yardımcı olur (Tapan & Broutin, 2010).

DGY'lar, öğrencilere geometrik kavramların yanı sıra problem çözme ve modelleme becerilerini kazandırır. Örneğin, bir öğrenci bir şeklin orta noktasını bulmak, açıortay çizmek veya paralellik gibi kavramlarla çeşitli geometrik ilişkiler keşfedebilir. Bu süreç, öğrencilerin soyut düşünme becerilerini geliştirir. Ayrıca, DGY'lar, öğrencilerin geometrik şekillerin özelliklerini değiştirmeleri ve bu değişikliklerin şeklin diğer özelliklerine nasıl etki ettiğini gözlemlmeleri için bir platform sunar. Bu, geometrinin dinamik yapısını daha iyi kavrayabilmelerine olanak sağlar (Forsythe, 2009).

Dinamik geometri yazılımlarının en büyük avantajlarından biri, görsel ve etkileşimli doğasıdır. Öğrenciler, yazılımların sunduğu araçlarla şekilleri oluşturabilir, manipüle edebilir ve bunlar arasındaki ilişkileri gözlemleyebilir. Bu süreç, öğrencilerin geometriyi anlamalarını kolaylaştırır. Geogebra, Cabri Geometri, Geometer's Sketchpad ve Cinderella gibi yazılımlar, geometri öğretiminde yaygın olarak kullanılan araçlardır. Bu yazılımlar, kullanıcılara esnek ve kullanıcı dostu bir ortam sunar, böylece öğrenciler ve öğretmenler geometriyle ilgili çeşitli görevleri kolaylıkla yerine getirebilir (Bülbül, 2010).

2.5.1. Dinamik Geometri Yazılımlarının Temel Özellikleri

Dinamik Geometri Yazılımları (DGY), matematiksel kavramların ve nesnelerin görsel ve etkileşimli biçimde keşfedilmesini sağlayan güçlü araçlardır. Bu yazılımlar, öğrencilerin geometri konularını daha iyi kavramalarına yardımcı olurken, öğretmenlere de etkili öğretim stratejileri sunmaktadır (Güven & Karataş, 2003). Güven ve Karataş'ın (2003) belirttiği temel özelliklerin yanı sıra, sonraki araştırmalar bu yazılımların katkılarını aşağıdaki şekilde detaylandırmıştır:

a. DGY, öğrencilerin geometrik terimleri zihinsel olarak yapılandırmalarına ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri kurmalarına olanak tanır (Kösa & Karakuş, 2010).

b. Öğrencilerin oluşturdukları geometrik figürleri inceleyip, bu figürlerden yola çıkarak varsayımlarını teorem haline getirmelerine olanak tanır (Hacıömeroğlu vd. 2009).

c. Dinamik (sürgü) özellikler sayesinde, şekil üzerindeki değişimleri gözlemleyerek değişken ve sabit unsurları ayırt edebilirler (Aksoy & Bulut, 2011).

d. Öğrenciler, geometrik şekilleri rahatlıkla inşa edebilirler. Ayrıca, oluşturdukları şekillere ait açı, uzunluk, çevre ve alan gibi çeşitli ölçümleri yapma imkânına sahip olurlar (Sangwin, 2007).

e. Öğrenciler, daha önce oluşturulmuş bir geometrik şekil üzerinde öteleme, döndürme ve yer değiştirme gibi işlemleri uygulama imkânı bulabilirler (Köse ve Özdaş, 2009).

2.5.2. Dinamik Geometri Yazılımlarının Eğitimde Kullanımı

Dinamik Geometri Yazılımları, matematiksel kavramların öğretiminde ve öğreniminde önemli bir rol oynamaktadır. Özellikle geometri derslerinde, soyut matematiksel kavramları somutlaştırarak öğrencilerin daha etkin bir şekilde öğrenmelerini sağlar. Bu yazılımlar, öğrencilere görsel ve etkileşimli bir öğrenme deneyimi sunarak, geometrik figürlerin ve ilişkilerin daha kolay anlaşılmasına yardımcı olur (Aktümen ve Kaçar, 2008).

Bu yazılımlar, öğrencilere geometri kavramlarını keşfetme ve bu kavramlar arasındaki ilişkileri görsel olarak gözlemleme fırsatı tanır. Öğrenciler, çeşitli geometrik nesneleri (doğrular, çemberler, üçgenler vb.) özgürce çizebilir, değiştirebilir ve bu nesneler arasındaki ilişkileri dinamik bir şekilde inceleyebilir. Ayrıca, dinamik geometri yazılımları, öğrencilere şekiller üzerinde çeşitli dönüşümler yapma imkânı sunar; bu da geometrik özelliklerin daha iyi anlaşılmasını sağlar. Örneğin, öğrenciler bir şekli döndürebilir, öteleyebilir ya da büyütebilir ve bu işlemlerin şeklin özelliklerini nasıl etkilediğini gözlemleyebilirler (Gathen ve Gerhard, 2013).

Dinamik Geometri Yazılımlarının eğitimdeki diğer avantajları arasında, öğrencilere anında geri bildirim verme yeteneği de bulunmaktadır. Yapılan değişiklikler anında ekranda görünür, böylece öğrenciler deneme-yanılma yoluyla kavramları öğrenebilirler. Ayrıca, bu yazılımlar matematiksel hesaplamaları (uzunluk, alan, açı ölçümleri vb.) hızlı bir şekilde yapabilme imkânı tanır, böylece öğrenciler hesaplama yaparken görsel geri bildirim olarak matematiksel düşünme becerilerini geliştirir (Pierce ve Stacey, 2002).

Sonuç olarak, dinamik geometri yazılımları, öğrencilere geometriyi keşfetme, problem çözme ve analitik düşünme becerilerini geliştirme konusunda güçlü araçlar sunmaktadır. Bu yazılımlar sayesinde öğrenciler, matematiksel kavramları daha derinlemesine anlayabilir ve öğrenme süreci daha etkileşimli ve görsel hâle gelir. Ayrıca, öğrenciler anında geri bildirim alarak hatalarını fark edebilir ve farklı çözüm yollarını deneyimleme fırsatı bulabilirler (Arzarello, Olivero, Paola, & Robutti, 2002).

2.5.3. Dinamik Geometri Yazılımlarının Öğrenci Başarısına Etkisi

Dinamik Geometri Yazılımları, öğrencilerin matematiksel kavramları daha iyi anlamalarını sağlar. Bu yazılımlar, geometrik figürlerin ve ilişkilerin görsel olarak

keşfedilmesini sağlayarak, soyut matematiksel kavramları somutlaştırır. Öğrenciler, şekilleri çizip, düzenleyip, değiştirerek geometrik kavramlar ve ilişkiler üzerinde aktif bir şekilde düşünür. Bu etkileşimli süreç, öğrenme hızlarını artırır ve öğrencilerin bilgiyi daha derinlemesine içselleştirmelerine yardımcı olur (Güven ve Karataş, 2003).

Dinamik Geometri Yazılımları, öğrencilere problem çözme becerilerini geliştirir. Öğrenciler, geometrik problemlere farklı çözüm yolları üretmek ve bu çözümleri yazılım üzerinden test ederek daha etkili bir öğrenme süreci yaşar. Anında geri bildirim sağlanması, öğrencilerin hatalarını hızla fark etmelerini ve doğru bilgiyi pekiştirmelerini sağlar. Bu süreç, öğrencilerin analitik düşünme becerilerini geliştirir ve başarılarını artırır (Baki, 2001).

2.6. GeoGebra

2.6.1. GeoGebra'nın Tanımı ve Temel Özellikleri

GeoGebra, matematiksel disiplinlerin çeşitli alanlarını, yani geometri, cebir, aritmetik, kalkülüs, istatistik ve elektronik tablo işlevlerini entegre eden dinamik bir yazılımdır. Kullanıcı dostu etkileşimli yapısı sayesinde, matematiksel ve istatistiksel problemler üzerinde sayısal analizler yapma, grafikler oluşturma gibi birçok işlem yapılmasına olanak tanır (Aktümen ve Kaçar, 2008). GeoGebra, Salzburg Üniversitesi'nde 2001 yılında Markus Hohenwarter tarafından yüksek lisans projesi olarak başlatılan, daha sonra dünya çapında bir ekip tarafından geliştirilen açık kaynaklı, etkileşimli matematik yazılımıdır. Çok çeşitli işlevleri, bu yazılımı hem matematiksel öğrenme hem de öğretme süreçlerinde son derece etkili bir araç haline getirir. Kullanıcıların yaş ve beceri seviyelerine uygun şekilde tasarlanmış olan GeoGebra, ilkokuldan üniversiteye kadar geniş bir yelpazede matematik konularını kapsar ve öğrencilerin matematiksel kavramları keşfetmelerine, deneyimlemelerine ve derinlemesine anlamalarına imkân verir (Hohenwarter vd. 2009).

GeoGebra, sembolik hesaplamalar ve görselleştirme özellikleri ile bir Bilgisayar Cebir Sistemi olarak tanımlanabilir. Bu özellikleri sayesinde, denklemleri ve koordinatları doğrudan bilgisayara girme, fonksiyonları cebirsel olarak tanımlama gibi işlemler yapılabilir. GeoGebra, noktalar, doğru parçaları, doğrular ve konik kesitler gibi temel geometrik öğeleri içeren bir yazılımdır. Bu öğeler arasındaki dinamik ilişkileri görselleştirme ve keşfetme imkânı sağlayarak, “Dinamik Geometri Yazılımı” olarak da

bilinir. Matematik öğretiminde görselleştirme, keşfetme, analiz etme ve problem çözme süreçlerini destekleyerek öğrencilerin matematiksel kavramları daha verimli şekilde öğrenmelerine olanak tanır. Ayrıca, öğretmenlere derslerini daha etkileşimli ve anlaşılır şekilde sunma fırsatı sunar (Hohenwarter ve Jones, 2007).

GeoGebra, geometri ve cebir arasındaki etkileşimi sağlayarak, her iki alanı birleştiren yapısı sayesinde farklı temsiller arasındaki ilişkileri incelemeye olanak tanır. Bu sayede, öğrenciler cebirsel ve geometrik ifadeler arasındaki bağlantıları keşfederek daha derin bir anlayış geliştirebilirler (İçel, 2011). Bu özellikleri sayesinde, GeoGebra, öğrencilerin ve öğretmenlerin matematik ve geometri konularını daha verimli ve anlamlı bir şekilde öğrenmelerine ve öğretmelerine yardımcı olur. Matematiksel kavramların görselleştirilmesi ve keşfedilmesi, öğrenme sürecini daha etkili hale getirir (Küçük, 2019).

GeoGebra yazılımı, kullanıcılara matematiksel kavramları ve elemanları grafik, sayısal cebir ve çizelge gibi üç farklı perspektifte sunar. Bu çok yönlü yapı, kullanıcıların aynı matematiksel öğeleri farklı açılardan analiz etmelerini sağlar (Şahin ve Kabasakal, 2018). Araştırmalar, problem çözme ve yenilikçi düşünme süreçlerinde dinamik görselleştirmelerin büyük bir öneme sahip olduğunu ortaya koymaktadır. Dinamik görselleştirmeler, soyut kavramları somut hale getirme ve görsel temsiller aracılığıyla problemleri daha kolay anlaşılır kılma yeteneği sunar (Granberg ve Olsson, 2015).

GeoGebra'nın çok dillilik özelliği, matematik eğitimi ve araştırmaları için büyük bir avantaj sunar. 50'den fazla dilde kullanılabilir olması, farklı ülkelerdeki öğrenci ve öğretmenlerin GeoGebra'yı kendi ana dillerinde kullanabilmelerine imkân tanır. Bu, matematik öğrenimi ve araştırmalarına daha geniş bir kitleye ulaşılmasını sağlar (Hohenwarter ve Jones, 2007).

2.6.2. GeoGebra'nın Eğitimde Kullanımı

GeoGebra, matematiksel kavramların öğretiminde devrim niteliğinde bir araç olarak, özellikle geometri, cebir, kalkülüs ve istatistik gibi alanlarda öğrencilere etkileşimli ve görsel bir öğrenme deneyimi sunar. Bu yazılım, öğrencilerin soyut matematiksel kavramları somutlaştırmalarına ve matematiksel ilişkileri görsel olarak keşfetmelerine yardımcı olur. Hem öğretmenler hem de öğrenciler için geniş kullanım alanları sunan

GeoGebra, eğitimde matematiksel düşünme ve problem çözme becerilerini geliştirmek için önemli bir araçtır (Tarmizi, 2010).

GeoGebra'nın eğitimdeki en büyük faydalarından biri, öğrencilere aktif bir öğrenme ortamı sunmasıdır. Öğrenciler, GeoGebra'yı kullanarak geometrik şekilleri dinamik olarak çizebilir, bu şekiller üzerinde değişiklikler yapabilir ve geometrik ilişkileri gözlemleyebilirler. Örneğin, bir üçgenin kenar uzunluklarını değiştirerek açılar arasındaki ilişkiyi inceleyebilir veya bir fonksiyonun grafiğini çizip, parametrelerin değişimini gözlemleyebilirler. Bu etkileşimli öğrenme, öğrencilerin matematiksel kavramları daha derinlemesine anlamalarına ve soyut fikirleri somutlaştırmalarına yardımcı olur (Siahaan, 2021).

GeoGebra, öğrencilerin problem çözme becerilerini de geliştirir. Öğrenciler, yazılım üzerinden matematiksel problemleri çözebilir, farklı çözüm yollarını keşfedebilir ve çözüm süreçlerini görsel olarak takip edebilirler. Anında geri bildirim sağlanması, öğrencilerin doğru çözüme ulaşmalarını hızlandırır ve yanlışlarını anlamalarına yardımcı olur. Bu özellik, öğrencilerin öğrenme sürecine daha aktif katılmalarını sağlar (Baltacı, 2015).

GeoGebra, öğretmenler için de etkili bir araçtır. Öğretmenler, sınıf içindeki derslerini daha dinamik ve etkileşimli hale getirebilir. Matematiksel kavramları görsel olarak göstererek öğrencilerin anlamasını kolaylaştırabilir ve daha etkileşimli bir öğretim süreci oluşturabilirler. Öğretmenler, GeoGebra'yı kullanarak öğrencilerine farklı matematiksel kavramları keşfetme fırsatı sunabilir ve öğrencilerin bu kavramları somut bir şekilde öğrenmelerini sağlayabilir. Ayrıca, öğretmenler öğrencilere özgürce keşfetme imkânı tanıyarak onların öğrenme sürecine aktif olarak katılmalarını teşvik eder (İçel, 2011).

GeoGebra, öğrencilere bireyselleştirilmiş öğrenme fırsatları sunar. Her öğrenci kendi hızında çalışarak, ihtiyaçlarına göre özelleştirilmiş etkinliklerle daha etkili öğrenebilir. Bu yazılım, her öğrencinin güçlü ve zayıf yönlerini göz önünde bulundurarak, öğrenme sürecini kişiselleştirir. Özellikle kendi başlarına çalışabilme imkânı, öğrencilerin bağımsız öğrenme becerilerini geliştirir (Aktümen vd. 2011). GeoGebra, ayrıca matematiksel düşünme becerilerini geliştiren ve yaratıcı problem çözme stratejileri oluşturan bir araçtır. Öğrenciler, sadece doğru cevabı bulmaya odaklanmak yerine, çözüm süreçlerini görselleştirerek farklı çözüm yolları üzerinde düşünme fırsatı bulurlar. Bu süreç, analitik düşünme ve problem çözme becerilerinin gelişmesine olanak sağlar.

2.6.3. GeoGebra'nın Matematiksel Başarıya Etkisi

GeoGebra yazılımı, matematik eğitiminde farklı şekillerde kullanılabilen çok yönlü ve pratik bir araçtır. Matematiksel modelleme, geometri, cebir ve analiz gibi kavramları görselleştirme ve üzerinde manipülasyon yapma yeteneğiyle dikkat çeker ve dinamik bir matematik yazılımı olarak öne çıkar. Hem öğrenciler hem de öğretmenler tarafından yaygın bir şekilde tercih edilmektedir. Bu yazılım, 10-18 yaş arasındaki öğrenciler de dâhil olmak üzere, basit yapıların yanı sıra temel matematiksel kavramların öğretilmesinde de kullanılabilir. Öğrenciler, GeoGebra ortamında bireysel olarak ya da grup halinde matematiksel keşifler yapabilirler. Öğretmenler ise bu süreçte rehberlik yaparak öğrencilerin matematiksel keşiflerini destekleyebilir, böylece daha fazla zaman kazanarak öğretim süreçlerini kolaylaştırabilirler (Hohenwarter ve Fuchs, 2004).

Dinamik geometri yazılımları, şekilleri sürükleyebilme özelliği sayesinde öğrencilere matematiksel kavramlar, yapılar ve ilişkiler üzerine keşif yapma fırsatı sunar. Bu yazılımlar, öğrencilerin kavramların özelliklerini tanımlamalarına ve bu özellikleri birbirleriyle ilişkilendirmelerine imkân verir. Şekilleri sürükleyerek, öğrenciler farklı senaryoları deneyimleyebilir, çeşitli özelliklerin nasıl değiştiğini gözlemleyebilir ve matematiksel ilişkileri keşfederler. Bu etkileşimli özellik, öğrencilerin matematiksel anlayışlarını derinleştirmelerine ve kavramları daha iyi kavramalarına yardımcı olur (Köse ve Özdaş, 2009).

GeoGebra, matematiksel kavramları daha erişilebilir ve anlaşılır hale getiren önemli bir teknolojik araçtır. Bu yazılım, geleneksel ders anlatım yöntemlerinden farklı olarak daha görsel ve etkileşimli bir yaklaşım sunar. GeoGebra'nın sağladığı görsel özellikler sayesinde, soyut matematiksel kavramlar somutlaştırılabilir. Öğrenciler, şekilleri sürükleyerek veya manipüle ederek matematiksel ilişkileri keşfeder ve bu sayede kavramları daha derinlemesine anlamaya yönelik fırsatlar elde ederler (Aktümen ve Kaçar, 2008). Bu etkileşimli ortam, öğrencilerin matematikle aktif bir şekilde etkileşimde bulunmalarını sağlar ve derslerin daha ilgi çekici hale gelmesine katkı sunar. GeoGebra'nın sağladığı en önemli özelliklerden biri, matematiksel hesaplamaları otomatik olarak gerçekleştirme yeteneğidir. Öğrenciler, denklemleri, grafikleri veya geometrik şekilleri girerek anında sonuçları görebilirler. Bu durum, hızlı geribildirim olarak öğrencilerin hatalarını fark etmelerini ve düzeltmelerini kolaylaştırır. Ayrıca,

GeoGebra'nın dinamik yapısı, matematiksel kavramların zamanla nasıl değişebileceğini gösterme imkânı sunar. Öğrenciler, bu süreçleri takip edebilir, değişiklikleri gözlemleyebilir ve matematiksel ilişkileri daha iyi kavrayabilirler. GeoGebra'nın çoklu temsil özelliği sayesinde öğrenciler, matematiksel nesnelerin farklı temsillerini karşılaştırarak benzerlikleri, farklılıkları ve ilişkileri daha net bir şekilde görebilirler. Bu sayede, matematiksel düşünme becerileri gelişir, problem çözme yetenekleri artar ve kavramlar daha derinlemesine anlaşılır (Yohannes ve Chen, 2021).

Örneğin, bir doğru hem cebirsel bir denklemle ifade edilebilir hem de geometrik olarak görselleştirilebilir. Bu sayede, öğrenciler aynı kavramı farklı temsillerde inceleyebilirler. GeoGebra gibi teknolojik araçlar, öğrencilerin matematiksel kavramları daha kolay öğrenmelerine, görsel olarak gözlemlemelerine ve hatalarını hızlı bir şekilde düzeltmelerine olanak tanır. Bu etkileşimli özellik, öğrencilerin matematiksel anlayışlarını derinleştirir ve öğrenme süreçlerini daha verimli hale getirir (Barçın, 2019). GeoGebra ile oluşturulan dinamik materyaller, çok işlevli yapıları sayesinde öğrencilere çeşitli faydalar sağlar. Bu materyaller, öğrencilerin konuları tekrar etmelerini, kavramlar arasında ilişkiler kurmalarını ve ileri seviyedeki konulara yönelik hazırlıklarını güçlendirmelerini sağlar. Örneğin, öğrenciler matematiksel ilişkileri keşfederek, deneyler yaparak, grafiklerle çalışarak ve matematiksel ifadeleri manipüle ederek öğrenme süreçlerini derinleştirebilirler. Bu interaktif özellikler, matematik öğrenimini daha etkileşimli ve anlamlı hale getirir. GeoGebra materyalleri, öğrencilere matematiksel kavramları somut bir şekilde gözlemleyip deneyimleme imkânı tanıyarak, bu kavramları daha iyi anlamalarına yardımcı olur. Bu süreç, öğrencilerin matematiksel anlayışlarının gelişmesini ve kavramları daha sağlam bir şekilde kavramalarını destekler (Mutlu ve Söylemez, 2019).

GeoGebra'nın matematik öğretiminde dinamik geometriyi bilgisayar cebriyle birleştirmesi, araştırmacıların ilgisini çekmektedir. Takacı vd. (2015) tarafından yapılan bir araştırmada, GeoGebra'nın kullanıldığı bir öğrenme ortamının etkinliği incelenmiştir. Araştırma sonuçları, GeoGebra kullanan öğrencilerin, bu yazılımı kullanmayan öğrencilere kıyasla fonksiyonları inceleme ve grafik çizme konularında daha yüksek bir öğrenme başarısı gösterdiklerini ortaya koymuştur. Kohen vd. (2019) tarafından yapılan bir araştırmada, ortaokul matematik öğrencilerinin özyeterlik ve problem çözme becerileri, GeoGebra yazılımında modellere dayalı olarak incelenmiştir. Araştırmanın sonuçları, GeoGebrayazılımında yapılan modelleme çalışmalarının, öğrencilerin matematiksel öz-

yeterliklerini artırdığını, problem çözme becerilerini geliştirdiğini ve kavramsal ile işlemsel kavrayışlarını iyileştirdiğini göstermektedir.

Sümen (2022) yaptığı araştırmanın veri analizi sonuçlarına göre, öğrenciler genel olarak matematik derslerinde GeoGebra kullanımını olumlu değerlendirmiştir. Öğrencilerin görüşlerine göre, GeoGebra'nın en belirgin avantajları arasında anlamayı kolaylaştırma, eğlenceli olma, etkili ve faydalı olma gibi özellikler yer almıştır. Öğrencilerin GeoGebra'yı yararlı bulmalarının, yazılımın matematik öğrenimine katkı sağlama potansiyelinden kaynaklandığı söylenebilir. GeoGebra kullanımı, öğrencilerin matematiksel kavramları daha derinlemesine kavramalarına, görsel öğeler aracılığıyla matematiksel ilişkileri keşfetmelerine ve matematiksel düşünme becerilerini geliştirmelerine yardımcı olabilir. GeoGebra materyalleri, matematiği daha iyi anlayarak öğrenmeye yönelik güçlü bir araçtır. Bu materyaller, matematiksel kavramları somutlaştırarak öğrencilerin hayal güçlerini harekete geçirir ve konuları daha iyi anlamalarına olanak tanır. Ayrıca, öğrenciler için konuları tekrar etme, kavramlar arasında bağlantı kurma ve ileri düzey konulara hazırlık yapma imkânı sunarak çok yönlü bir öğrenme deneyimi sağlar (Kutluca ve Zengin, 2011).

2.7. İlgili Araştırmalar

Bu çalışmaya benzer araştırmalar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1- He, Yuan ve Kılıçman (2024) tarafından yapılan meta-analiz çalışmasında, dinamik matematik yazılımlarının (Dynamic Mathematics Software - DMS) K-12 öğrencilerinin matematik başarısına etkisi değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda, DMS kullanımının K-12 öğrencilerinin matematik öğrenmeleri üzerinde anlamlı ve büyük bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca DMS kullanımı sonucunda elde edilen başarı sınıf düzeyi ve konulara göre farklılık gösterse de bu farklılık manidar değildir.

2- Kazu ve Yalçın'ın (2022) gerçekleştirdiği çalışmada hibrit öğrenmenin akademik başarı üzerindeki etkinliğinin inceleyen çalışmaların meta-analizi yapılmıştır. Çalışmada (a) Hibrit öğrenmenin, akademik başarı üzerinde yüksek ve anlamlı bir etkiye sahip olduğu, (b) bu etkinin biyoloji ve fen bilimleri gibi STEM alanlarında daha güçlü olduğu, (c) eğitimcilerin, hibrit öğrenmenin sağladığı avantajları daha fazla kullanması ve

öğrenme ortamlarına entegre etmesi gerekliliği, (d) altyapı desteği ve öğretmenlerin teknoloji kullanım becerilerinin geliştirilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

3- “GeoGebra'nın Öğrencilerin Geometri Öğrenmeye Yönelik Tutumları Üzerindeki Etkileri-Literatür İncelemesi” isimli çalışmada Uwurukundo, Maniraho ve Tusiime (2021) GeoGebra yazılımının ortaöğretim öğrencilerinin geometri öğrenimine yönelik tutumları üzerindeki etkilerini sistematik bir literatür taraması yoluyla incelemiştir. Araştırma sonuçlarına göre, GeoGebra kullanımının öğrencilerin geometriye yönelik tutumları üzerinde genel olarak olumlu etkileri olduğu görülmüştür.

4- Maharani vd. (2025) GeoGebra kullanımının öğrencilerin matematiksel yetenekleri üzerindeki etkinliğini saptamak için bir meta-analiz çalışması yapmışlardır. Araştırma sonucunda GeoGebra destekli öğretimin, öğrencilerin matematiksel başarılarını geleneksel öğretime kıyasla anlamlı şekilde artırdığı saptanmıştır. Etki büyüklüğü lise düzeyinde en yüksek (1.72), üniversitede (1.27) ve ortaokulda daha düşük (0.65) bulunmuştur. Ancak bu farklar istatistiksel olarak anlamlı değildir.

5- Hillmayr vd. (2020) yaptıkları meta-analiz çalışmasında dijital araçların ortaöğretim düzeyindeki matematik ve fen bilimleri derslerinde öğrenme üzerindeki etkisini incelemiştir. Araştırma sonucuna göre dijital araç kullanımının, öğrenci başarısı üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olduğu saptanırken, dinamik matematik araçları (ör. GeoGebra) ve simülasyonların, diğer dijital araç türlerine göre daha yüksek etkiye sahiptir.

6- Özdemir'in (2025) çalışması, fen eğitiminde sanal laboratuvar kullanımının öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yürütülmüş bir meta-analiz çalışmasıdır. Araştırmada, 2024 yılı sonuna kadar yayımlanmış yüksek lisans ve doktora tezleri incelenmiş, dâhil edilme kriterlerine uyan 15 çalışma analiz kapsamına alınmıştır. PRISMA protokolüne uygun olarak yürütülen analizde, sanal laboratuvar kullanımının akademik başarı üzerinde anlamlı düzeyde olumlu bir etki ortaya koyduğu belirlenmiştir. Ayrıca, heterojenlik düzeyinin yüksek olmasına rağmen yayın yanlılığının bulunmadığı sonucuna ulaşılmış; böylece çalışmanın hem iç güvenilirliğe hem de dış geçerliliğe sahip olduğu ifade edilmiştir. Sonuçlar, sanal laboratuvarların geleneksel yöntemlere göre öğrenci başarısını daha fazla desteklediğini göstermektedir.

7- Kalkanoğlu (2024) çalışmasında 2013–2023 yılları arasında yayımlanmış 31 deneysel çalışmayı meta-analiz yöntemiyle inceleyerek, müzik eğitimi ve öğretiminde teknoloji kullanımının akademik başarıya etkisini değerlendirmektedir. Çalışma sonucunda, teknoloji destekli öğretimin geleneksel yöntemlere kıyasla akademik başarı üzerinde orta düzeyde pozitif ve anlamlı bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur (ortalama etki büyüklüğü = 0.525). Ayrıca yapılan moderatör analizlerinde, etki büyüklüğünün teknoloji türü, katılımcı türü, yayın türü ve örneklem büyüklüğüne göre anlamlı düzeyde değişmediği ancak özellikle öğrenci grubunda daha yüksek etkiler gözlemlendiği ortaya konmuştur. Yayın yanlılığı analizleri (huni grafiği, Fail-Safe N ve Orwin yöntemi) sonucunda ise yayın yanlılığının çok düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular, müzik eğitiminde teknolojik uygulamaların öğrencilerin başarısını artırmak açısından önemli bir katkı sunduğunu göstermektedir.

8- Demir'in (2013) çalışması, Türkiye'de yapılan bilgisayar destekli öğretimin matematik başarısına etkisini inceleyen 40 bireysel araştırmanın bulgularını meta-analiz yöntemiyle birleştirmeyi amaçlamıştır. Rastgele etki modeli ile yürütülen analiz sonucunda, bilgisayar destekli matematik öğretiminin öğrencilerin akademik başarıları üzerinde anlamlı düzeyde ve pozitif bir etkiye sahip olduğu ortaya konmuştur. Elde edilen ortalama etki büyüklüğünün homojen olduğu belirlenmiş; ayrıca Rosenthal'in fail-safe N testi sonucu bu meta-analizin yüksek düzeyde güvenilir olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, bilgisayar destekli öğretimin matematik öğretiminde etkili bir yöntem olduğunu ve öğrenci başarısını artırdığını desteklemektedir.

9- GeoGebra destekli matematik eğitimi üzerine yazılan doktora tezlerinden biri, Altınbaş'ın (2021) "Lineer cebir dersinde çoklu temsil temelli ve probleme dayalı öğretmen adaylarının düşünme yapılarına, anlama boyutlarına, akademik başarılarına ve öz yeterlik algılarına etkisi" başlıklı çalışmasıdır. Deneysel olan bu çalışma da çalışma grubuna GeoGebra yazılımından yararlanarak geliştirilen materyaller temelinde uygulama yapılmış, bu yazılım desteğiyle matematik öğretiminin akademik başarıya ve öz yeterlik algılarına etkisi incelenmiştir. Altınbaş (2021) tarafından gerçekleştirilen doktora tezi, GeoGebra destekli matematik öğretiminin öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yürütülen bu meta-analiz çalışmasına dâhil edilmiştir. Bir diğer doktora tezi Kaya'ya (2015) ait olup "Çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin cebirsel muhakeme becerilerine, cebirsel düşünme düzeylerine ve matematiğe yönelik

tutumlarına etkisi üzerine bir inceleme” konusunu ele almaktadır. Deneysel desenle yürütülen bu çalışma, öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumlarına etkisini incelemiş olup meta-analiz çalışmasına dâhil edilmiştir.

Bununla birlikte, Türkiye’de bu alanda gerçekleştirilen doktora tezi sayısının sınırlı olduğu görülmektedir. GeoGebra destekli öğretim yöntemlerinin öğretmen ya da öğrenci eğitime olan etkilerini daha derinlemesine ele alacak çalışmaların artırılması, bu alanın gelişmesi için büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, GeoGebra destekli matematik öğretimi üzerine yapılan doktora tezlerinin sayısı daha fazla artırılmalı ve araştırmalar daha geniş kapsamlı bir çerçevede sürdürülmelidir (<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>).

10- GeoGebra destekli matematik öğretimi üzerine yazılan yüksek lisans tezlerinin sayısı 156’ dır. YÖK Tez’de 29 Ocak 2025 tarihinde “GeoGebra” anahtar kelimesi ile arama yapıldığında ulaşılan bu sayı GeoGebra yazılımını doğrudan ele alan çalışmaların yanı sıra, dolaylı olarak bu yazılıma değinen tezleri de kapsamaktadır. Belirtilen çalışmalar, doğrudan GeoGebra ile ilgili olanların yanında dolaylı olarak Geogebra yazılımına değinilen çalışmaları da kapsamaktadır (<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/>).

Alanyazın incelendiğinde son yıllarda farklı öğretim kademelerinde matematik konularının öğretiminde GeoGebra yazılımının etkisinin incelendiği pek çok araştırmanın olduğu görülmektedir.

Bu tezler, GeoGebra’nın matematik öğretiminde nasıl etkili bir araç olarak kullanılabileceği ve eğitimdeki rolü üzerine kapsamlı araştırmalar içermektedir. Bu tezlerden GeoGebra yazılımı destekli matematik öğretiminin akademik başarıya ve öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumuna etkisini inceleyen çalışmaların sayısı 58 adettir. Bunlardan bazıları şöyledir:

İnce’ye (2025) ait “Geogebra destekli etkinliklerin geometrik akıl yürütme sürecine ve başarıya etkisinin incelenmesi” başlıklı çalışmada GeoGebra destekli etkinliklerin ortaokul öğrencilerinin geometrik akıl yürütme becerileri ve akademik başarıları üzerindeki etkileri incelenmiştir. Araştırma sonucunda GeoGebra’nın belirtilen etkiler üzerinde etkili bir araç olduğu ortaya konulmuştur.

Benzer şekilde Fidan (2025) kesirler konusunda GeoGebra destekli öğretiminin akademik başarı ile akılda kalıcılığa etkisini incelemiştir. Araştırmada, deney grubundaki öğrencilere GeoGebra destekli öğretim uygulanırken, kontrol grubundaki öğrencilere mevcut öğretim programı doğrultusunda ders işlemiştir. Elde edilen bulgular deney grubundaki öğrencilerin başarı puanlarının ön-testten son-teste anlamlı düzeyde artış olduğunu ortaya koymuştur. Bu sonuç, GeoGebra destekli öğretimin, özellikle kesirler konusunun öğretiminde öğrencilerin başarısını artırmada etkili bir yöntem olduğunu göstermektedir.

Kıymaz (2024) çalışmasında doğrular, açılar ve çokgenlere yönelik GeoGebra destekli öğretimin 7. Sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve kalıcılığına etkisini incelemiştir. Uygulamanın tamamlanmasının ardından 8 hafta sonra yapılan kalıcılık testi sonucunda GeoGebra destekli öğretim yapılan deney grubu lehine anlamlı farkın olduğu ortaya çıkmıştır.

Bu çalışmalar GeoGebra'nın matematik öğretimi sürecindeki etkilerini, öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına nasıl katkı sağladığını inceleyen çeşitli araştırmalar ve analizler içermektedir. GeoGebra'nın eğitimdeki rolü, özellikle matematiksel kavramların daha somut ve görsel bir şekilde anlaşılmasına yardımcı olduğu için giderek daha fazla akademik çalışmaya konu olmaktadır.

Bu alanda yapılan yüksek lisans tezi sayısı daha da artırılırsa, eğitime olan katkısı daha da artacaktır. Yüksek lisans tezleri, öğretim yöntemlerinin geliştirilmesine, öğrenci başarılarının artırılmasına ve öğretmen adaylarının GeoGebra'yı etkili bir şekilde kullanabilmelerine yönelik değerli bulgular sağlayabilir. Bu nedenle, GeoGebra destekli matematik eğitimi üzerine yapılan yüksek lisans tezlerinin sayısının artırılması, eğitim sistemine önemli katkılar sunacaktır. Ayrıca, daha fazla akademik çalışma ve araştırma yapıldıkça, GeoGebra'nın eğitimdeki potansiyeli daha iyi anlaşılacak ve bu yazılımın farklı öğretim stratejileriyle entegrasyonu, daha etkili ve yenilikçi öğretim uygulamalarına yol açacaktır. Böylece, öğretmenlerin ve öğrencilerin dijital araçları daha verimli kullanabilme becerileri gelişecek ve matematiksel düşünme yetenekleri güçlenecektir.

BÖLÜM III: YÖNTEM

Yöntem kısmı beş başlıktan oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla araştırmanın modeli (deseni), evren ve örneklem, veri toplama süreci, verilerin toplanması (çalışmaların sınırlandırılması ve taranması) ve verilerin analizinde kullanılan istatistiksel teknikler olarak yer almaktadır.

Araştırmanın modeli başlığında meta-analiz yöntemi ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Verilerin toplanması aşamasında tezde yer alacak çalışmaların dâhil edilme ve hariç tutulma ölçütleri, çalışmaların kodlanması, bağımlı değişkenler ve çalışma karakteristikleri açıklanmıştır. Çalışmaların sınırlandırılması ve taranması aşamasında hangi veri tabanlarında tarama yapılacağı, bu taramalar için kullanılan anahtar kelimeler ile ilgili bilgiler ayrıntılarıyla anlatılmıştır. Meta-analiz çalışmasına dâhil edilen çalışmaların karakteristik özellikleri tablo yardımı ile belirtilmiştir. Son kısımda meta-analize dâhil edilen her bir çalışmanın etki büyüklük değeri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Ardından verilerin analizi yapılmıştır.

3.1. Araştırmanın Modeli

Bu çalışma meta-analiz araştırma yöntemi kullanılarak yapılmış nicel bir araştırmadır. Meta-analiz, belirli bir araştırma konusu üzerinde farklı zamanlarda ve bölgelerde yapılan deneysel ve yarı-deneysel çalışmaları, o konu hakkında genel bir yorum sağlamak amacıyla birleştiren bir araştırma yöntemidir (Durlak, 1995; Lipsey ve Wilson 2001).

Bu çalışmada GeoGebra yazılımı kullanımının öğrencilerin akademik başarısı ve matematiğe yönelik tutumu üzerindeki etkisi incelenmiştir. Bu nicel araştırmaya dâhil edilen çalışmaların farklı örneklem gruplarına sahip olup olmadığı, her bir çalışmanın etkisinin farklı olup olmadığı, GeoGebra yazılımında planlanan meta-analize dâhil edilebilecek yeterli sayıda çalışma olup olmadığı gibi faktörler göz önünde bulundurulmuştur. Farklı değişkenlerle (yıl, yayın türü, öğretim kademesi, öğrenme alanı, okul türü ve örneklem büyüklüğü) genel bir sonuca ulaşmak için bir meta-analiz çalışması yapılması amaçlanmıştır.

GeoGebra destekli matematik öğretiminin öğrencilerin akademik başarıları ve matematiğe yönelik tutumları üzerindeki etkisini inceleyen araştırmalardan ortak bir

sonuca ulaşmak ve GeoGebra kullanımının akademik başarı ve tutum üzerindeki etkisini bütüncül bir bakış açısıyla değerlendirmek amacıyla bu çalışmada meta-analiz yöntemi kullanılmıştır.

Bireysel bir çalışma yerine, aynı konuya dair gerçekleştirilen pek çok yüksek lisans ve doktora tezini bir arada incelemek, farklı örneklem gruplarını birleştirerek daha geniş bir örneklem grubuyla çalışma yapmış olmayı sağlar ve böylece literatüre daha büyük bir katkı sunar. Ayrıca, gelecekte yapılacak çalışmalara rehberlik etme açısından da faydalı olacağı öngörülmektedir.

Bu çalışmada aynı konuyla ilgili gerçekleştirilmiş birden fazla yüksek lisans ve doktora çalışmasının verileri bir araya getirilmiş, daha büyük bir örneklem üzerinden genel sonuçlara ulaşmak hedeflenmiştir. Bu hedefe yönelik en uygun yöntemin meta-analiz olacağına karar verilmiştir.

3.1.1. Meta-Analiz Yöntemi

Bu bölümde araştırma yöntemi olarak kullanılan nicel araştırmalara dayalı olarak gelişen istatistiksel bir yaklaşım olarak ortaya çıkan meta-analiz yöntemine odaklanılmaktadır.

"Meta-analiz terimi, farklı alanlarda yapılan araştırmalarda sıkça kullanılmakta ve bu yöntemin yaygın kullanımı gözlemlenmektedir. Ancak, meta-analiz yalnızca yaygınlığı nedeniyle değerli değildir. Aynı zamanda mevcut deneysel literatürü sentezleyerek bilimin ilerlemesine katkı sağlamak ve gelecekte yapılacak çalışmalara rehberlik etmek açısından da bu yöntemi en iyi şekilde anlamamız gerekmektedir."

"Meta-analiz yöntemi nedir?" sorusuna cevap ararken literatürdeki kaynakların taranması sonucunda meta-analiz yönteminin anlaşılmasını sağlamak için farklı tanımların mevcut olduğu görülmektedir.

Ergene' den aktaran Bakıoğlu ve Özcan, (2016) meta-analizi bir alanda benzer çalışmaların sonuçlarının birleştirilmesi için kullanılan istatistiksel bir yöntem olarak tanımlamaktadır. Bir başka tanıma göre meta-analiz, araştırma sonuçlarını gözden geçirerek bireysel çalışmalardan veri aktarım etki büyüklüğü adı verilen nicel bir ölçüt

oluşturan, ardından bu bilgileri birleştirerek analiz eden bir yöntem olarak tanımlanmaktadır.

Meta-analiz daha önceden yapılmış bağımsız çalışmaların sonuçlarının istatistiksel olarak bütünleştirilmesi için kullanılan istatistiksel yöntem ve tekniklerdir. Çok sayıda farklı çalışmaların sonuçlarını özetlemede kullanılan analitik bir teknik olarak bakılsa da, bir araştırma yöntemi olarak da düşünülmektedir (Bakioğlu ve Özcan, 2016). Meta-analiz çalışmaları bir araştırma konusuyla ilgili farklı zaman ve bölgelerde yapılmış olan deneysel veya yarı deneysel çalışmaları birleştirip, o araştırma konusuyla ilgili genel bir yoruma varabilme imkânı sağlayan bir araştırma yöntemidir (Libsey ve Wilson, 2001). Bu yöntem, belirli bir konu veya sorun hakkındaki birden fazla çalışmanın verilerini bir araya getirir ve daha büyük bir örneklem üzerinden genel sonuçlara ulaşmayı sağlar. Meta-analiz, özellikle araştırma bulgularının tutarlılığını ve genellenebilirliğini test etmek için kullanılır.

Şen ve Yıldırım'a (2023) göre, meta-analiz; birden fazla araştırmanın bulgularını bir araya getirerek ortak ve genel bir sonuca ulaşmayı amaçlayan nicel bir yöntemdir. Daha teknik bir ifadeyle, bu yöntem, birden fazla çalışmanın sonuçlarının istatistiksel olarak bütünleştirilmesiyle genel bir değerlendirme yapma sürecini kapsamaktadır.

Meta-analiz yöntemi neden ve ne zaman kullanılır diye sorduğumuzda Şen ve Yıldırım (2023)'a göre "Neden meta-analiz yapıyoruz?" sorusunun cevabı çok açıktır: Daha fazla veri ile daha yüksek bir kesinlik elde etmemiz mümkün olacaktır. Ayrıca, meta-analiz yaparak daha fazla farklılık gözlemlenebilir. Bir araştırmacının meta-analiz yapma amacının arkasında başka sebepler de yer alabilir. Bu sebeplerden bazıları ise şu şekilde sıralanabilir:

a. "Meta-analizin ana amaçlarından biri, eldeki çalışmaların oluşturduğu örneklem aracılığıyla tüm çalışmaları kapsayan evrene genelleme yapmaktır."

b. "Çalışmalar arasındaki varyansın veya farklılığın şans eseri gerçekleşip gerçekleşmediğini test etmek."

c. "Eğer çalışmalar arasındaki varyans şans dışı bir şekilde gerçekleşmişse, bunu açıklamak amacıyla çalışma özelliklerini (katılımcılar veya ölçme araçları gibi) kullanmak."

d. "Tartışmalı durumları (örneğin, kullanılan bir yaklaşımın etkinliği) netleştirmek."

Bu nedenlerle, meta-analiz yapmaya karar veren bir araştırmacının bu yöntemi uygulayabilmesi için bazı şartların sağlanması gerekmektedir. Bunların başında, meta-analiz yapılması planlanan araştırma konusuyla ilgili bir dizi çalışmanın varlığı gerekmektedir. Ayrıca, belirlenen çalışmaların, araştırmacının etki büyüklüğü değerini hesaplayabileceği nicel veriler içermesi, meta-analiz yapabilme imkânı doğurur. Her bir çalışmanın karakteristiği, diğer çalışmalarla karşılaştırılabilir düzeyde yeterli ayrıntı ile açıklanmışsa, bu durum meta-analizin yapılabilirliğini artırır. Ancak, en önemlisi, ilgi duyulan araştırma konusu hakkında daha önce bir meta-analiz yapılmamış olması ya da yapılmış olan meta-analizin üzerinden, yeni birincil çalışmalar üretilerek, tekrar bir meta-analiz yapılacak kadar yeni veri elde edilmiş olmasıdır. Bu durumda, o araştırma konusu üzerinde meta-analiz yapılabilir. Bazen araştırmacılar, yapılmış bir meta-analizi farklı bir açıdan ele alarak (örneğin, yıl aralığını genişleterek) benzer bir meta-analiz gerçekleştirebilmektedir.

Bu çalışmada GeoGebra ile ilgili meta-analiz için yıl aralığı genişleterek günümüze kadar yapılmış tüm çalışmalar incelenmiştir. İncelenen çalışmalar arasında GeoGebra'ya yönelik en eski çalışma 2009 yılında yayınlandığı için, araştırma kapsamında ele alınan yıl aralığı 2009 ile 2025 yılları arasını kapsamaktadır. GeoGebra yazılımının sadece akademik başarıya olan etkisi değil ayrıca öğrencilerin matematiğe yönelik tutumuna etkisine yönelik çalışmalar içinde toplu bir bakış açısı kazandırılmak hedeflenmiştir.

3.1.2. Meta-Analizin Yararları ve Sınırlılıkları

Ayrı ayrı yapılan çalışmalarda araştırılan problem durumunun başka bir bireysel çalışma ile ele alınması bir seçenek olsa bile, yapılan tüm bu çalışmalar üzerinden meta-analiz uygulamak daha fazla örneklem üzerinden çıkarım yapılabilmesi açısından da oldukça yararlı olacaktır.

Birçok çalışmanın birleştirilerek meta-analizin yapılması, çalışmalar arasındaki tutarsızlıkların tespit edilmesini ve düzeltilmesini sağlar. Ayrıca meta-analiz çalışmaları, birçok bireysel çalışma arasında genelleme yapma imkânı sunar. Çalışmalar arasındaki farklılıklar (varyasyon) her zaman gözlemlenmektedir. Bireysel çalışmalarda anlaşılamayan bu farklılıkların hangi çalışma özelliklerinden kaynaklandığı, meta-analiz

yoluyla belirlenebilir. Birincil araştırma sonuçlarındaki farklılıkların kaynağının tespit edilmesi, literatüre önemli katkılar sağlayacaktır. Bunun yanı sıra, meta-analizler istatistiklerin daha kolay yorumlanmasına ve araştırma alanındaki genel eğilimlerin görülmesine de yardımcı olur (Kaya, 2017; Şen ve Yıldırım, 2023).

Meta-analiz çalışmalarının sınırlılıkları araştırma bulgularının bilimselliği konusunda kayda değer bir potansiyel tehdit oluşturmamaktadır.

Meta-analiz çalışmalarının da bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Şen ve Yıldırım'ın (2023) belirttiği üzere;

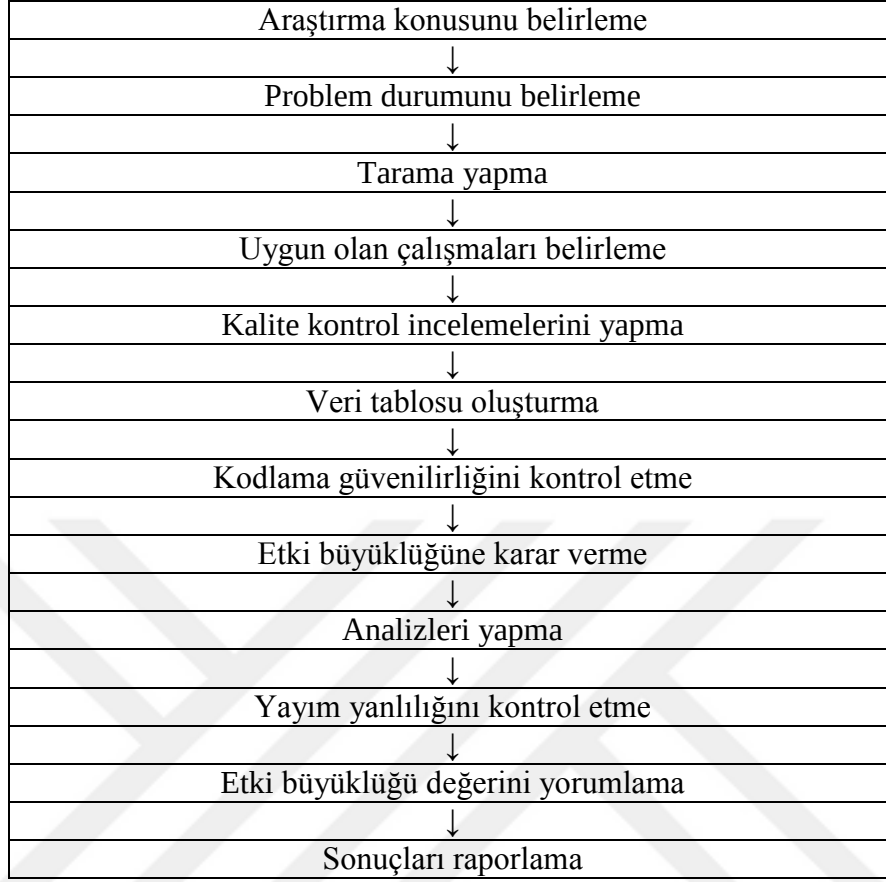
- a. Çalışma seçiminde yanlılık meydana gelebilir.
- b. Bireylerin yanıtlarından ziyade özet istatistiklere dayandığı için daha az bilgi sağlar.
- c. Uygulanması önemli ölçüde çaba gerektirir.
- d. Çalışmaların kalitesiyle sınırlıdır.
- e. Orijinal çalışmalarda bir hata varsa bu kontrol edilemez.
- f. Yalnızca yayımlanmış çalışmaları yansıtması, yanlılığa neden olabilir.

Meta-analiz sürecinde, bahsedilen sınırlılıkların mümkün olduğunca kontrol altında tutulması gerekmektedir. Bu tür durumlar, birçok araştırma deseninde karşılaşılan sınırlılıklar arasında yer almakta olup, meta-analizin bir araştırma yöntemi olarak kullanılmasına engel teşkil etmemektedir.

3.1.3. Meta-Analizinde İşlem Basamakları

Şen ve Yıldırım'a (2023) göre meta-analizin adımları şu şekildedir.

Tablo 3.1. Meta-Analizin Adımları Akış Şeması



3.2. Evren ve Örneklem

Araştırmanın evrenini 2009- 2025 yılında yapılan GeoGebra destekli matematik öğretimi alanında yapılan çalışmalar, örneklemini ise Ulakbim (Ulusal Akademik Ağ ve Bilişim Merkezi), YÖK (Yüksek Öğretim Kurulu) Ulusal Tez Merkezi, Google Scholar gibi veri tabanlarında GeoGebra yazılımının matematik öğretiminde kullanımı ile ilgili dâhil edilme ölçütlerine uygun olan çalışmalar oluşturmaktadır.

3.3. Veri Toplama Araçları

Bu bölümde hangi veri tabanlarında tarama yapılacağı, bu taramalar yapılırken hangi anahtar kelimelerden yararlandığı ile ilgili bilgiler ayrıntılarıyla anlatılmıştır.

Bu meta-analiz çalışmasında GeoGebra yazılımı kullanımının öğrencilerin akademik başarısına ve matematiğe yönelik tutumuna etkisi incelenmiştir. Bu bağlamda, Ulakbim (Ulusal Akademik Ağ ve Bilişim Merkezi), YÖK Ulusal Tez Merkezi, Google Scholar,

Library Genesis gibi veri tabanlarında GeoGebra yazılımı ile ilgili çalışmalar taranmıştır. Bu tarama yapılırken; “Geogebra”, “Matematik”, “Başarı”, “Akademik Başarı”, “Tutum”, “Geometri”, “Dinamik Geometri Yazılımı”, “Dinamik Matematik Yazılımı” ve bunların İngilizceleri olan “Geogebra”, “Mathematics”, “Achievement”, “Academic Achievement”, “Attitude”, “Geometry”, “Dynamic Geometry Software” ve “Dynamic Mathematics Software” anahtar kelimelerinden yararlanılmıştır. Bu anahtar kelimelerden biri veya birkaçı birlikte kullanılarak ilgili çalışmalara ulaşılmaya çalışılmıştır. Tüm bu çalışmalar Temmuz 2009' dan Ocak 2025'e kadar yaklaşık 17 yıllık bir süre zarfını kapsamaktadır.

3.4. Verilerin Toplanması (Çalışmaların Sınırlandırılması ve Taranması)

Çalışmaların sınırlandırılması ve taranması aşamasında, meta-analize dâhil edilen araştırmaların karakteristik özellikleri belirlenmiş ve bu özellikler analiz sürecinde bağımsız değişkenler olarak yapılandırılmıştır.

3.4.1. İşlem Basamakları

Meta-analiz çalışmalarında literatür taraması, yayın türü gözetilmeksizin gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, ilgili alanda yayımlanmış doktora ve yüksek lisans tezleri, hakemli ve hakemsiz dergilerde yayımlanan makaleler, seminerler, konferans sunumları ve bildiriler gibi tüm araştırmalar dikkate alınmıştır. Ancak, bazı yüksek lisans ve doktora tezleri aynı zamanda makale veya bildiri olarak da sunulabilmektedir. Bu durum veri tekrarı riskini artırabileceği için, veri kaynağı olarak yalnızca doktora ve yüksek lisans tezleri araştırma kapsamına alınmıştır. Çünkü meta-analiz çalışmalarında, diğer bilimsel araştırmalarda olduğu gibi, bağımsız veriler temel alınmaktadır. Bu nedenle tezlerdeki veriler, kodlama formu aracılığıyla analiz sürecine dâhil edilmiştir. Verilerin toplanması için dâhil edilme ölçütleri belirlenip kodlama formu hazırlanmıştır.

GeoGebra destekli matematik öğretiminin öğrencilerin akademik başarı ve matematiğe yönelik tutum üzerindeki etkisini tespit etmek amacıyla konu ile ilgili olarak ön-test son-test kontrol gruplu deneysel modelli ve etki büyüklüğünün hesaplanmasında gerekli tüm verileri ortaya koyan çalışmalar meta-analiz sürecine dâhil edilmiştir.

Bu çalışmada meta-analize dâhil edilen çalışmalar için dâhil edilme ve hariç tutma ölçütleri ayrıntılı olarak belirlenmiştir.

3.4.2. Dâhil Edilme Ölçütleri

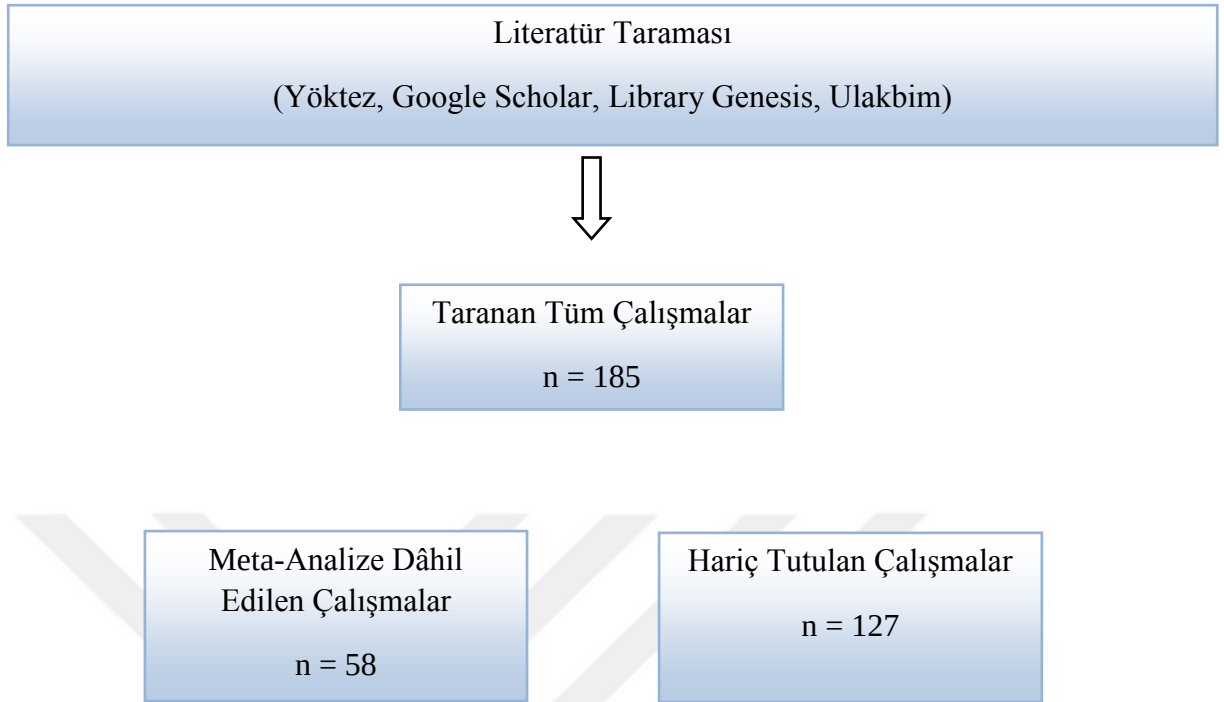
Meta analizin bir konu üzerindeki deneysel çalışmaların analizi olarak tanımlandığı (Glass, 1976) göz önüne alındığında, araştırma problemi ile ilgili olan çalışmalar toplanmıştır. Aşağıdaki ölçütleri karşılayan çalışmalar meta-analize dâhil edilmiştir (Borenstein ve ark. 2013).

- a. GeoGebra yazılımı kullanılarak yürütülmüştür. (deney grubuna GeoGebra yazılımı kullanılması, kontrol grubuna ise geleneksel öğretim yöntemleri uygulanması)
- b. Türkiye'deki herhangi bir eğitim seviyesinde yürütülmüştür.
- c. Temmuz 2009 ve Ocak 2025 tarihleri arasında yürütülmüştür.
- d. Kontrol ve deney gruplarını içeren deneysel ve yarı-deneysel çalışmalar dahil edilmiştir.
- e. Etki büyüklüklerini hesaplamak için istatistiksel verileri (deney ve kontrol grupları için ayrı ayrı olmak üzere başarı ve tutum son-test puanlarının aritmetik ortalaması, standart sapması ve örneklem büyüklüğünü) içeren çalışmalar dahil edilmiştir.

YÖK Tez veri tabanında “GeoGebra” anahtar kelimesi ile tarama yapıldığında GeoGebra ile ilgili 2009-2025 yılları arasında yazılmış 185 adet çalışmanın tümü incelenmiş, tezde öngörülen amaç ve hedefler doğrultusunda 58 çalışma dâhil edilme ölçütlerine göre uygun bulunduğundan meta-analiz çalışmasının çalışma grubu olarak belirlenmiştir.

Bu nicel araştırmaya dâhil edilen 58 çalışmanın farklı örneklem gruplarına sahip olması, her bir çalışmanın etki büyüklük değerinin farklı olması, GeoGebra destekli matematik öğretimi hakkında hedeflenen meta-analize dâhil edilecek yeterli miktarda çalışma olması gibi durumlar bu yüksek lisans ve doktora tezlerinin birleştirilerek yıl, yayın türü, öğretim kademesi, okul türü, örneklem büyüklüğü, öğrenme alanı gibi farklı bağımsız değişkenler doğrultusunda genel bir kaniya varmak amacıyla bir meta-analiz çalışması amaçlanmıştır.

Meta-analiz sürecindeki akış şeması Şekil 3.1’de gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Meta-Analiz Süreci İçin Akış Şeması

GeoGebra destekli matematik eğitimi ile ilgili yapılmış en eski çalışma Türkiye’ de 2009 yılına aittir. Bu nedenle meta-analiz kapsamındaki çalışmalar bu yıldan itibaren başlamıştır.

Yapılan en eski çalışma 2009 yılı Mehmet Filiz’e ait olup “GeoGebra ve Cabri Geometri II Dinamik Geometri Yazılımlarının Web Destekli Ortamlarda Kullanılmasının Öğrenci Başarısına Etkisi” başlıklı yüksek lisans tezidir. Yapılan en güncel çalışma ise 2025 yılı Merve İnce tarafından sunulan “Geogebra Destekli Etkinliklerin Geometrik Akıl Yürütme Sürecine ve Başarıya Etkisinin İncelenmesi” adlı araştırmadır. Dâhil edilen bu araştırmalar yıllarına göre eskiden yeniye -yılı-yazarı-çalışma adı- olarak şekilde başlıklar halinde aşağıda belirtilmiştir.

1. 2009 Mehmet Filiz; GeoGebra ve Cabri Geometri II Dinamik Geometri Yazılımlarının Web Destekli Ortamlarda Kullanılmasının Öğrenci Başarısına Etkisi

2. 2010 Galip Genç; Dinamik Geometri Yazılımı ile 5. Sınıf Çokgenler ve Dörtgenler Konularının Kavratılması

3. 2010 İbrahim Kepceoğlu; GeoGebra Yazılımıyla Limit ve Süreklilik Öğretiminin Öğretmen Adaylarının Başarısına ve Kavramsal Öğrenmelerine Etkisi

4. 2011 Emine Tayan; Doğrusal Denklemler ve Grafiklerinin Öğretiminde Bilgisayar Destekli Öğretim Yönteminin Başarıya Etkisi

5. 2011 Rukiye İçel; Bilgisayar Destekli Öğretimin Matematik Başarısına Etkisi GeoGebra Örneği

6. 2011 Yılmaz Zengin; Dinamik Matematik Yazılımı Geogebra'nın Öğrencilerin Başarılarına ve Tutumlarına Etkisi

7. 2012 Betül Öztürk; GeoGebra Matematik Yazılımının İlköğretim 8. Sınıf Matematik Dersi Trigonometri ve Eğim Konuları Öğretiminde, Öğrenci Başarısına ve Van Hiele Geometri Düzeyine Etkisi

8. 2012 Metehan Mercan; İlköğretim 7. Sınıf Matematik Dersine Ait “Dönüşüm Geometrisi” Alt Öğrenme Alanının Öğretiminde, Dinamik Geometri Yazılımı GeoGebra'nın Kullanımının Öğrenci Başarısına Etkisi

9. 2012 Sevil Altın; Bilgisayar Destekli Dönüşüm Geometrisi Öğretiminin 8.Sınıf Öğrencilerinin Başarısına ve Matematik Dersine Yönelik Tutumuna Etkisi

10. 2012 Hasibe Yahşi; İlköğretim 7. Sınıf Matematik Dersi Dönüşüm Geometrisi Alanının Öğretiminde Sketchpad ile GeoGebra'nın Kullanımlarının Öğrencilerin Başarısına ve Öğrenmelerinin Kalıcılığına Etkilerinin Karşı.

11. 2013 Ali Şimşek; 9. Sınıf Matematik Dersi Fonksiyon Kavramının Öğretiminde Bilgisayar Cebiri Sistemlerinin Etkisinin İncelenmesi

12. 2013 Gökhan Karaaslan; Geometri Dersine Yönelik Dinamik Geometri Yazılımlarıyla Hazırlanan Etkinliklerin Öğrencilerin Akademik Başarısı ve Uzamsal Yetenekleri Bağlamında İncelenmesi

13. 2013 Özlem Çakır Sümen; GeoGebra Yazılımı ile Simetri Konusunun Öğretiminin Matematik Başarısı ve Kaygısına Etkisi

14. 2013 Rezzan Doktoroğlu; Dinamik Matematik Programı ile Doğru Denklemleri Konusunun Öğretiminin Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Başarılarına Etkileri

15. 2013 Yeşim Uysal; İlköğretim 6. Sınıf Matematik Derslerinde Geometrik Cisimler Konusunun Dgy ile Öğretiminin Öğrenci Başarısına ve Matematik Dersine Yönelik Tutumlarına Olan Etkisinin Belirlenmesi

16. 2014 Osman Kan; GeoGebra Destekli Öğretimin Lineer Cebir Dersine Ait Bazı Konularda Akademik Başarı Üzerine Etkisi

17. 2014 Hatice Balcı Şeker; GeoGebra Yazılımı ile Geometri Öğretiminin Geometri Ders Başarısına ve Geometri Öz Yeterliliğine Etkisi

18. 2014 Mustafa Buğra Akgül; Dgy Kullanımının 8.Sınıf Öğrencilerinin Dönüşüm Geometrisi Konusundaki Başarısı, Geometrik Düşünmesi, Matematik ve Teknolojiye Yönelik Tutumları Üzerine Etkisi

19. 2014 Pınar Uzun; GeoGebra ile Öğretimin 7. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarılarına ve Geometriye Yönelik Tutumlarına Etkisi

20. 2015 Deniz Kaya; Çoklu Temsil Temelli Öğretimin Öğrencilerin Cebirsel Muhakeme Becerilerine, Cebirsel Düşünme Düzeylerine ve Matematiğe Yönelik Tutumlarına Etkisi Üzerine Bir İnceleme

21. 2015 Hatice Acar; Üstel ve Logaritmik Fonksiyonlar Konusunun Dinamik Geometri Yazılımı GeoGebra ile Öğretiminin Öğrenci Başarısına Etkisi

22. 2015 Hayriye Binnur Orçanlı; Bilgisayar Destekli Geometri Öğretiminin 7. Sınıf Öğrencilerinin Başarısına Etkisi

23. 2015 Muhsin Öz; Ortaokul 7. Sınıf Matematik Dersi “Geometrik Cisimler” Alt Öğrenme Alanının Öğretiminde Dinamik Matematik Yazılımı GeoGebra 5.0 Kullanımının Öğrenci Başarısına Etkisi

24. 2016 Gülay Bozkurt; Teknolojiyle Öğretim Ortaöğretim Matematik Öğretmenlerinin GeoGebra Kullanımına İlişkin Çoklu Durum Çalışması
25. 2016 Hanife Ünlütürk Akçakın; GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin İlköğretim Öğrencilerinin Akademik Başarılarına ve Motivasyonlarına Etkisi
26. 2016 İbrahim Tolga Bedeloğlu; GeoGebra ve Video ile Zenginleştirilmiş Web Tabanlı Matematik Eğitiminin Geometri Başarısına ve ÖzYeterliğe Etkisinin İncelenmesi
27. 2016 Sevinç Taş; Geometrik Cisimler Konusunun Öğretiminde GeoGebra Kullanımının Akademik Başarıya Etkisi
28. 2017 Burcu Dankal; Eşitsizlikler Konusunun Öğretiminde Dinamik Matematik Yazılımı GeoGebra Kullanımının Matematik Tutumuna Etkisi
29. 2017 Faden Topuz; Çember ve Daire Konusunun Öğretiminde GeoGebra Kullanımının Yedinci Sınıf Öğrencilerinin Başarılarına, Geometriye Yönelik Tutumlarına ve Öğrenmedeki Kalıcılık Düzeylerine Etkisi
30. 2017 Murat Acar; 7.Sınıfta Bazı Konuların Dgy ile Öğretiminin Akademik Başarıya ve Kalıcılığa Etkisi
31. 2017 Neslihan Cengiz; Teknoloji Destekli Matematik Öğretiminin Öğrencilerin Matematik Başarısına ve Matematik Kaygısına Etkisi
32. 2017 Özge Dışbudak; GeoGebra ve Somut Materyal Kullanımının Beşinci Sınıf Öğrencilerinin Dörtgenler Konusundaki Başarısı Üzerinde Etkisi
33. 2018 Gamze TuzerÜnsal; Matematik Dersinde Geogebra Kullanımının Akademik Başarı, Matematik Kaygısı ve Öğretim Teknolojilerine Yönelik Tutumlarına Etkilerinin
34. 2019 Adem Çam; Matematik Yazılımı GeoGebra' nın, Lise Öğrencilerinin Matematik Dersi Geometrik Yer Konusundaki Akademik Başarısına Etkisi
35. 2019 Ali Zengin; GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin 6. Sınıf Öğrencilerinin Alan ve Hacim Ölçme Konularındaki Akademik Başarılarına Etkisi

36. 2019 Gülşah Özmen; Somut Materyal ve Dinamik Geometri Yazılımı Kullanımının 5.Sınıf Öğrencilerinin Geometri Başarısı, Tutumu ve Uzamsal Yeteneklerine Etkisi

37. 2019 Huriye Barçın; Matematik Dersi Dönüşüm Geometrisi Konusunun GeoGebra Yazılı ile Anlatımının Öğrencilerin Matematik Başarısına, Kaygısına ve Tutumuna Etkisi

38. 2019 Kazım Küçük; GeoGebra Destekli Dönüşüm Geometrisi Öğretiminin 7. Sınıf Öğrencilerinin Başarılarına, İnançlarına ve Tutumlarına Etkisinin İncelenmesi

39. 2019 Kutsi Canevi; GeoGebra Destekli Öğretimin 10.Sınıf Matematik Dersine Ait Bazı Konularda Öğrencilerin Başarı ve Tutumlarına Etkisi

40. 2019 Mehmet Erdem Hot; Matematik Öğretiminde Dinamik Geometri Yazılımları Kullanımının Öğrencilerin Matematik Başarısına Etkisi

41. 2020 Hilal Kul; Fonksiyon Dönüşümleri Konusunun GeoGebra ile Öğretiminin Öğrencilerin Akademik Başarılarına, Bilgilerin Kalıcılığına ve Motivasyonlarına Etkisi

42. 2020 Samet Sevgi; Trigonometrik Fonksiyonların Grafiklerini Yorumlama Konusunun GeoGebra ile Tasarlanmış Etkinliklerle Öğretiminin Öğrencilerin Akademik Başarısına ve Kalıcılığa Etkisi

43. 2021 Ali Akkuş; Matematik Eğitiminde Mobil Cihazlarda Yer Alan Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Ortaokul 8. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarı ve Motivasyonlarına Etkisi

44. 2021 Atiye Ayyıldız Altınbaş; Lineer Cebir Dersinde Çoklu Temsil Temelli, Probleme Dayalı Öğretmen ve Öğretmen Adaylarının Düşünme Yapılarına, Anlama Boyutlarına, Akademik Başarılarına ve Öz Yeterlik Algılarına Etkisi

45. 2021 Eda Hazal Aslan; GeoGebra Yazılımıyla 6.Sınıf Açılar Konusu Öğretiminin Öğrencilerin Akademik Başarısı Etkisi Üzerine Bir Araştırma

46. 2021 Kubilay Gürl r; 6. Sınıf Kesirler Konusunun GeoGebra Matematik Yazılımı ile öğretiminin  ğrencilerin Akademik Başarılarına ve Matematiğe Yönelik Tutumlarına Etkisi

47. 2022 Nazmiye Bayrambey; Matematik  ğretiminde GeoGebra Kullanımının  ğrencilerin Tutum ve Akademik Başarıları Üzerindeki Etkisinin İncelenmesi

48. 2022 Orhan Koşum; GeoGebra Kullanımının 12. Sınıf  ğrencilerinin Üstel ve Logaritmik Fonksiyonlar Konusundaki Akademik Başarılarına ve Öz-Yeterlik Algılarına Etkisi

49. 2023 Fidan  alışkan; Somut Nesneler ve Dinamik Geometri Yazılımı Kullanımının Üstün Zekâlı ve Yetenekli  ğrencilerin Geometri Performanslarına, Tutumlarına ve Öz Yeterliğine Etkisi

50. 2024 Batuhan Bulan; Teknoloji Destekli Eğitimin Akademik Başarıya Etkisive  ğrenci Görüşlerinin Değerlendirilmesi: Açılar Konusu Örneği

51. 2024 Büşra Koç Kök; Kesirler Konusunun  ğretiminde GeoGebra Yazılımı ile Matematiksel Modeller Kullanımının 5. Sınıf  ğrencilerinin Akademik Başarılarına ve Matematik Tutumlarına Etkisi

52. 2024 Edanur Uludağ Aydemir;GeoGebra Destekli  ğretimin 6. Sınıf  ğrencilerinin Açılar Konusundaki Başarı ve Matematik Tutumuna Etkisi

53. 2024 Gökhan Dündar; Teknoloji Destekli Olasılık  ğretiminin Sekizinci Sınıf  ğrencilerinin Başarılarına ve Görüşlerine Etkisi

54. 2024 Melike Molla; GeoGebra 3d-Ar Yazılımı ile 8.Sınıf Geometrik Cisimler Konusu  ğretiminin  ğrencilerin Akademik Başarılarına, Tutumlarına ve Bilgilerin Kalıcılığına Etkisi

55. 2024 Serkan Kıymaz Doğrular; Açılar ve Çokgenlere Yönelik GeoGebra Destekli  ğretimin 7. Sınıf  ğrencilerinin Akademik Başarılarına ve Kalıcılığına Etkisi

56. 2024 Zeynep Betül Dursun; İlkokulda Eğitsel Dijital Oyunun Matematik Tutumuna Etkisi

57. 2025 Murat Fidan; Kesirler Konusunun GeoGebra Destekli Öğretiminin Akademik Başarı ile Akılda Kalıcılığa Etkisi ve Öğrenci Görüşleri

58. 2025 Merve İnce; GeoGebra Destekli Etkinliklerin Geometrik Akıl Yürütme Sürecine ve Başarıya Etkisinin İncelenmesi

Meta-analiz çalışmasında, öğrencilerin akademik başarıları, matematiğe yönelik tutumları ve etki büyüklüğü değerleri bağımlı değişken olarak ele alınmıştır. Çalışmaların karakteristik özellikleri ise bu çalışmada moderatör değişkenler olarak yapılandırılmış ve bağımsız değişken konumunda değerlendirilmiştir.

Ayrıca meta-analize dâhil edilen 58 çalışma, karakteristik özelliklerine göre tablolaştırılarak bulgular bölümünde sunulmuştur. Bu tabloda çalışmaların kimliği ile ilgili aşağıdaki bilgiler mevcuttur.

- a. Çalışma No
- b. Yazarın Adı ve Çalışma Yılı
- c. Çalışmanın Yayın Şekli-Araştırma Türü: () Yüksek Lisans Tezi () Doktora Tezi
- d. Araştırmanın Yapıldığı Kurum (Üniversite)
- e. Örneklem Grubunun Bulunduğu İl
- f. Örneklem Grubunun Sınıf Düzeyi
- g. Çalışma Konusu

Meta-analiz çalışmasına dâhil edilen çalışmaların yıllara göre frekans ve yüzde dağılımı Tablo 3.2’de verilmiştir.

Tablo 3.2. Meta-Analize Dâhil Edilen Çalışmaların Yıllara Göre Frekans ve Yüzde Dağılımı

Yıllar	f	%
2009	1	1,72%
2010	2	3,45%
2011	3	5,17%
2012	4	6,90%
2013	5	8,62%
2014	4	6,90%
2015	4	6,90%
2016	4	6,90%
2017	5	8,62%
2018	1	1,72%
2019	7	12,07%
2020	2	3,45%
2021	4	6,90%
2022	2	3,45%
2023	1	1,72%
2024	7	12,07%
2025	2	3,45%
Toplam = 58		

3.4.3. Hariç Tutma Ölçütleri

Yapılan çalışmanın;

- Nitel bir çalışma olması;
- Sadece öz-yeterlilik algısı, kaygı vb. gibi akademik performans ve tutum dışındaki faktörleri incelemesi;
- Erişim izninin olmaması;
- Akademik performansın (başarının) etki büyüklüğünü ölçen verileri içermemesi;
- Meta-analiz için gerekli istatistiksel ölçümlere sahip olmaması;
- Verileri toplarken etki büyüklüğü değeri olmayan ya da etki büyüklüğünü hesaplayacak gerekli bilgilerin bulunmadığı çalışmalar hariç tutulmuştur.

Dâhil edilme ölçütlerini sağlamayan çalışmaları hariç tutmuştur.

YÖK Tez veri tabanında GeoGebra kelimesi ile arama yapıldığında hariç tutulan 127 çalışmadan;

a. Araştırma yöntemi incelendiğinde 86 çalışmada nitel araştırma yöntemleri (örnek olay incelemesi, çoklu durum çalışması, özel durum yöntemi, aksiyon araştırması, kuram oluşturma yöntemi, gömülü teori modeli, vaka çalışması vb.) kullanılmış olduğundan ilgili çalışmalar meta-analiz sürecine dâhil edilmemiştir. Bu araştırmalar yılı, yazarı ve çalışma adı bilgileri doğrultusunda, eskiden yeniye doğru sıralanarak Ek-1’de sunulmuştur.

b. Erişim izninin olmaması sebebiyle 2 adet çalışma meta-analiz sürecine dâhil edilmemiştir. Bu araştırmalar yılı, yazarı ve çalışma adı bilgileri doğrultusunda, eskiden yeniye doğru sıralanarak Ek-1’de sunulmuştur.

c. GeoGebra destekli matematik öğretiminin akademik başarıya ve tutuma etkisi dışında farklı etkilere (örneğin; konuyu anlama seviyelerine etkisi, cebirsel muhakeme becerilerine etkisi, öz-yeterliliğe olan etkisi vb.) bakılmış olması açısından 36 adet çalışma meta-analiz sürecine dâhil edilmemiştir. Bu araştırmalar yılı, yazarı ve çalışma adı bilgileri doğrultusunda, eskiden yeniye doğru sıralanarak Ek-1’de sunulmuştur.

d. Meta-analiz için gerekli olan çalışmanın etki büyüklüğünün verilmemesi ya da etki büyüklüğünün hesaplanabilmesi için gerekli verileri içermemesi, meta-analiz için gerekli istatistiksel ölçümlerin yetersiz olması sebebiyle 3 adet çalışma meta analiz sürecine dâhil edilmemiştir. Bu araştırmalar yılı, yazarı ve çalışma adı bilgileri doğrultusunda, eskiden yeniye doğru sıralanarak Ek-1’de sunulmuştur.

3.5. Verilerin Analizi

Meta-analize dâhil edilen çalışmalardan elde edilen istatistiksel verilerin birleştirilmesi ve genel bir yorum yapılabilmesi için her bir çalışma için bir etki büyüklüğü hesaplanması gerekmektedir. Bu çalışmada etki büyüklükleri Hedges'in g'sine göre hesaplanmıştır. Bir meta-analiz çalışmasında Hedges' g kullanılması daha yaygındır çünkü bu değer tüm çalışmaları karşılaştırırken küçük örneklem hatalarını azaltır.

Örneklem büyüklüklerinin az olduğu durumlarda, Hedges' g istatistiği Cohen's d'ye göre daha doğru sonuçlar vermektedir. Çünkü Hedges' g, küçük örneklem büyüklüklerinde etki büyüklüğünün evren değerine yönelik yanlışlığını düzeltmektedir (Borenstein, Hedges,

Higgins ve Rothstein, 2009). Çalışmalarda kullanılan istatistiksel verilerdeki farklılıklar nedeniyle Hedges'in g'sini hesaplamak için farklı formüller kullanılması gerekmiştir.

Meta-analiz çalışmasının uygulama sürecinde, çalışmalar dâhil edilme ve hariç tutulma ölçütlerine göre incelenip belirlendikten sonra, ilgili veriler Microsoft Excel programı kullanılarak tablo halinde düzenlenmiştir.

Araştırma kapsamında çalışma grubu olarak seçilen tezlere ait veriler aşağıda belirtilen başlıklar esas alınarak Excel üzerinde Tablo 3.3 başlıklarına göre düzenlenmiştir.

Tablo 3.3. Çalışma Grubu Verilerine Ait Değişken Başlıkları (Örnek Tablo)

ÇALIŞMA VERİLERİ					
Deney Grubu Öğretim Yöntemi İstatistikleri			Kontrol Grubu Öğretim Yöntemi İstatistikleri		
Örneklem Büyükliği	Aritmetik Ortalamalar	Standart Sapma	Örneklem Büyükliği	Aritmetik Ortalamalar	Standart Sapma

Ardından kodlama güvenilirliği kontrol edilmiş, etki büyüklükleri belirlenmiş ve analizler yapılmıştır.

Meta-analize dâhil edilen her bir çalışmanın etki büyüklükleri için deney ve kontrol grubu örneklem, aritmetik ortalama, standart sapma bilgileri kullanılarak bu veriler CMA (Comprehensive Meta-Analysis) programına yerleştirilmiş ve her bir çalışma için etki büyüklüğü, varyans ve standart sapma değerleri CMA programı kullanılarak hesaplanmıştır.

Analizler için kullanılan CMA yazılımının deneme sürümünde tam sürümde yer alan bütün özellikler açık olup sadece orman grafiği görüntüsü alınırken “Evaluation Copy” yazmaktadır.

3.5.1. Etki Büyüklüğünün Hesaplanması

Etki büyüklüğü değeri, kontrol ve deney gruplarının aritmetik ortalama puanları arasındaki farkın toplam standart değerine bölünmesiyle bulunur (Ergene, 1991).

$$d = (X_1 - X_2) / SD \text{ pooled}$$

- X_1 = Deney grubunun aritmetik ortalaması
- X_2 = Kontrol grubunun aritmetik ortalaması
- SD_{pooled} = Birleştirilmiş (havuzlanmış) standart sapma

$$SD_{\{pooled\}} = \sqrt{\{(n_1 - 1) \cdot SD_1^2 + (n_2 - 1) \cdot SD_2^2\} \div \{n_1 + n_2 - 2\}}$$

- N_1 = Deney grubundaki örneklem sayısı
- N_2 = Kontrol grubundaki örneklem sayısı
- SD_1 = Deney grubunun standart sapması
- SD_2 = Kontrol grubunun standart sapması

Cohen's d ve Hedges' g etki büyüklükleri, büyüklük düzeylerine göre sınıflandırılmaktadır. Buna göre, 0.00–0.19 arası çok küçük bir etki, 0.20–0.49 arası küçük bir etki, 0.50–0.79 arası orta düzeyde bir etki ve 0.80 ve üzeri büyük bir etki olarak değerlendirilmektedir. Bu sınıflandırma, bireysel çalışmaların ve meta-analiz sonucunda elde edilen bileşik etki büyüklüğünün yorumlanmasında yol gösterici olmaktadır (Cohen,1988).

BÖLÜM IV: BULGULAR

Bu bölümde araştırmanın alt problemlerine yönelik bulgular sunulmuştur. Meta-analize dâhil edilen çalışmalara ait çalışma künyesi tablo ile verilmiş olup bu çalışma grubuna ilişkin analiz sonuçları CMA (Comprehensive Meta-Analysis) programı ile yapılmıştır. Analizler %95 güven düzeyi esas alınarak yapılmıştır.

Sonuçlar tablolar ile gösterilmiş ve çalışmaların bulguları yorumlanarak sunulmuştur. Ayrıca araştırmaya dâhil edilen çalışmalara ait betimleyici istatistikler (örneklem, aritmetik ortalama, standart sapma vb.) ve meta analitik etki analizlerine (bir meta-analiz çalışmasında, farklı araştırmalardan elde edilen sonuçların istatistiksel olarak birleştirilerek genel bir etki büyüklüğü (effect size) hesaplandığı analizlerdir) yer verilmiştir.

4.1. Geogebra Destekli Matematik Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisine İlişkin Çalışma Grubu ve Analiz Sonuçları

GeoGebra destekli matematik öğretiminin akademik başarıya etkisine ilişkin çalışma grubuna yönelik araştırmaya dâhil edilen çalışmaların genel bilgileri Tablo 4.1’de sunulmuştur.

Tablo 4.1’de verilen çalışmalardan Filiz (2009), GeoGebra yazılımının akademik başarıya etkisini incelerken hem Pisagor bağıntısı hem de üçgende açı ve kenar bağıntıları konularına yönelik ayrı ayrı başarı testleri uyguladığı için, bu çalışma meta-analize Filiz, 2009 ve Filiz-2, 2009 olarak iki kez dahil edilmiştir. Benzer şekilde, Bayrambey (2022), çember ve daire ile çokgenler konularına yönelik iki ayrı başarı testi sonucu sunduğundan, çalışması meta-analize Bayrambey, 2022 ve Bayrambey-2,2022 olarak iki kez dahil edilmiştir.

Tablo 4.1.Meta-Analize Dâhil Edilen Başarı Testlerinin Kullanıldığı Çalışmalar

No	Araştırma Kimliği	Araştırma Türü	Kurum	Örneklem Grubunun Bulunduğu İl	Örneklem Grubunun Sınıf Düzeyi	Çalışma Konusu
1.	Filiz, 2009	Yüksek Lisans	Karadeniz Teknik Üniversitesi	Trabzon	8.Sınıf	Pisagor Bağıntısı ve Problemleri
2.	Kepceoğlu, 2010	Yüksek Lisans	Marmara Üniversitesi	Kastamonu	Lisans 2.Sınıf	Limit ve Süreklilik
3.	Genç, 2010	Yüksek Lisans	Adnan Menderes Üniversitesi	Aydın	5.Sınıf	Çokgenler ve Dörtgenler
4.	Tayan, 2011	Yüksek Lisans	Atatürk Üniversitesi	Erzurum	7.Sınıf	Doğrusal Denklemler ve Grafikleri
5.	İçel, 2011	Yüksek Lisans	Selçuk Üniversitesi	Konya	8.Sınıf	Üçgen ve Pisagor Bağıntısı
6.	Zengin, 2011	Yüksek Lisans	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	Diyarbakır	10.Sınıf	Trigonometrik Fonksiyonlar ve Grafikleri
7.	Öztürk, 2012	Yüksek Lisans	Sakarya Üniversitesi	Sakarya	8.Sınıf	Trigonometri ve Eğitim
8.	Mercan, 2012	Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi	Ankara	7.Sınıf	Dönüşüm Geometrisi
9.	Altın, 2012	Yüksek Lisans	Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi	Muş	8.Sınıf	Dönüşüm Geometrisi
10.	Yahşi Sarı, 2012	Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi	Yozgat	7.Sınıf	Dönüşüm Geometrisi
11.	Özçakır Sümen, 2013	Yüksek Lisans	Ondokuz Mayıs Üniversitesi	Samsun	4.Sınıf	Simetri
12.	Karaaslan, 2013	Yüksek Lisans	Marmara Üniversitesi	Burdur	9.Sınıf	Vektörler, Doğru Denklemleri, Çokgende Açılar, Uzunluk ve Alan, Üçgende Eşlik ve Benzerlik, Düzlemde Dönüşümler ve Çokgende Kaplamalar
13.	Şimşek, 2013	Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi	Bolu	9.Sınıf	Fonksiyonlar Kavramı
14.	Uysal, 2013	Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi	Ankara	6.Sınıf	Geometrik Cisimler
15.	Doktoroğlu, 2013	Yüksek Lisans	ODTÜ	Ankara	7.Sınıf	Doğrusal Denklemler
16.	Kan, 2014	Yüksek Lisans	Necmettin Erbakan Üniversitesi	Konya	Lisans 2.Sınıf	Vektör, Lineer Denklem Sistemleri
17.	Balcı Şeker, 2014	Yüksek Lisans	Necmettin Erbakan Üniversitesi	Konya	9.Sınıf	Çember ve Daire

Tablo 4.1. (Devamı)

No	Araştırma Kimliği	Araştırma Türü	Kurum	Örneklem Grubunun Bulunduğu İl	Örneklem Grubunun Sınıf Düzeyi	Çalışma Konusu
18.	Uzun, 2014	Yüksek Lisans	Kastamonu Üniversitesi	Kastamonu	7.Sınıf	Dörtgenel Bölgelerin, Dairenin Alanı ve Çemberin Uzunluğu
19.	Akgül, 2014	Yüksek Lisans	ODTÜ	Ankara	8.Sınıf	Dönüşüm Geometrisi
20.	Acar, 2015	Yüksek Lisans	Uşak Üniversitesi	İstanbul	11.Sınıf	Üstel ve Logaritmik Fonksiyonlar
21.	Orçanlı, 2015	Yüksek Lisans	Başkent Üniversitesi	Ankara	7.Sınıf	Dörtgenlerin Özellikleri ve Alan
22.	Öz, 2015	Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi	Kütahya	7.Sınıf	Geometrik Cisimler
23.	Akçakın, 2016	Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi	Uşak	4.Sınıf	Kesirler
24.	Bedeloğlu, 2016	Yüksek Lisans	Hacettepe Üniversitesi	Afyonkarahisar	10.Sınıf	Çemberde Açılar
25.	Taş, 2016	Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi	Ankara	8.Sınıf	Geometrik Cisimler
26.	Topuz, 2017	Yüksek Lisans	Uşak Üniversitesi	Isparta	7.Sınıf	Çember ve Daire
27.	Acar, 2017	Yüksek Lisans	Bülent Ecevit Üniversitesi	Zonguldak	7.Sınıf	Doğrular ve Açılar ile Çember ve Daire
28.	Cengiz, 2017	Yüksek Lisans	Gaziantep Üniversitesi	Gaziantep	7.Sınıf	Çokgenler
29.	Dışbudak, 2017	Yüksek Lisans	ODTÜ	Düzce	5.sınıf	Dörtgenler
30.	Tuzer Ünsal, 2018	Yüksek Lisans	Mersin Üniversitesi	Hatay	10.Sınıf	İkinci Dereceden Fonksiyonlar
31.	Çam, 2019	Yüksek Lisans	Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi	Ankara	12.Sınıf	Geometrik Yer
32.	Zengin, 2019	Yüksek Lisans	Uşak Üniversitesi	Afyonkarahisar	6.Sınıf	Alan ve Hacim Ölçümü
33.	Özmen, 2019	Yüksek Lisans	Uşak Üniversitesi	Uşak	5.Sınıf	Prizmalar ve Alan
34.	Barçın, 2019	Yüksek Lisans	Necmettin Erbakan Üniversitesi	Karaman	8.Sınıf	Dönüşüm Geometrisi
35.	Küçük, 2019	Yüksek Lisans	Bartın Üniversitesi	Bartın	7.Sınıf	Dönüşüm Geometrisi
36.	Canevi, 2019	Yüksek Lisans	Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi	Karaman	10.Sınıf	Fonksiyonlar ve Fonksiyon Grafikleri ile Analitik Geometri ve Doğru Denklemleri
37.	Hot, 2019	Yüksek Lisans	Akdeniz Üniversitesi	Antalya	5.Sınıf	Üçgenler ve Dörtgenler
38.	Kul, 2020	Yüksek Lisans	Atatürk Üniversitesi	Erzurum	11.Sınıf	Fonksiyon Dönüşümleri

Tablo 4.1. (Devamı)

No	Araştırma Kimliği	Araştırma Türü	Kurum	Örneklem Grubunun Bulunduğu İl	Örneklem Grubunun Sınıf Düzeyi	Çalışma Konusu
39.	Sevgi, 2020	Yüksek Lisans	Atatürk Üniversitesi	Erzurum	11.Sınıf	Trigonometrik Fonksiyonların Grafiklerini Yorumlama
40.	Akkuş, 2021	Yüksek Lisans	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi	Van	8.Sınıf	Geometrik Cisimler
41.	Altınbaş, 2021	Doktora	Necmettin Erbakan Üniversitesi	Konya	Lisans 2.Sınıf	Lineer Cebir Kavramları
42.	Aslan, 2021	Yüksek Lisans	Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi	Van	6.Sınıf	Açılar
43.	Gürler, 2021	Yüksek Lisans	Yozgat Bozok Üniversitesi	Bursa	6.Sınıf	Kesirler
44.	Bayrambey, 2022	Yüksek Lisans	Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi	Osmaniye	7.Sınıf	Çember ve Daire
45.	Koşum, 2022	Yüksek Lisans	Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi	Niğde	12.Sınıf	Üstel ve Logaritmik Fonksiyonlar
46.	Bulan, 2024	Yüksek Lisans	Kafkas Üniversitesi	Kars	6.Sınıf	Açılar
47.	Koç Kök, 2024	Yüksek Lisans	Kastamonu Üniversitesi	Ankara	5.Sınıf	Kesirler
48.	Uludağ, 2024	Yüksek Lisans	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi	İstanbul	6.Sınıf	Açılar
49.	Dündar, 2024	Yüksek Lisans	Bursa Uludağ Üniversitesi	Balıkesir	8.Sınıf	Olasılık
50.	Molla, 2024	Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi	Ankara	8.Sınıf	Geometrik Cisimler
51.	Kıymaz, 2024	Yüksek Lisans	Artvin Çoruh Üniversitesi	Artvin	7.Sınıf	Doğrular, Açılar ve Çokgenler
52.	Fidan, 2025	Yüksek Lisans	Kafkas Üniversitesi	Diyarbakır	5.Sınıf	Kesirler
53.	İnce, 2025	Yüksek Lisans	Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi	Niğde	7.Sınıf	Çember ve Daire
54.	Filiz-2, 2009	Yüksek Lisans	Karadeniz Teknik Üniversitesi	Trabzon	8.Sınıf	Üçgende Açı ve Kenar İlişkisi
55.	Bayrambey-2, 2022	Yüksek Lisans	Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi	Osmaniye	7.Sınıf	Çokgende Alan

GeoGebra yazılımı kullanılarak gerçekleştirilen matematik öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına etkisini saptamak için yapılan meta-analiz bulguları, aşağıdaki Şekil 4.1’de orman grafiği ile sunulmuştur. Grafikte, CMA programına veri girişi yapılan 55 çalışmadan; deney-kontrol gruplarının son-test puanlarına ilişkin örneklem büyüklüğü, aritmetik ortalaması ve standart sapma değerleri eksiksiz olarak sağlanan 44 çalışmaya ait bulgular yer almaktadır.

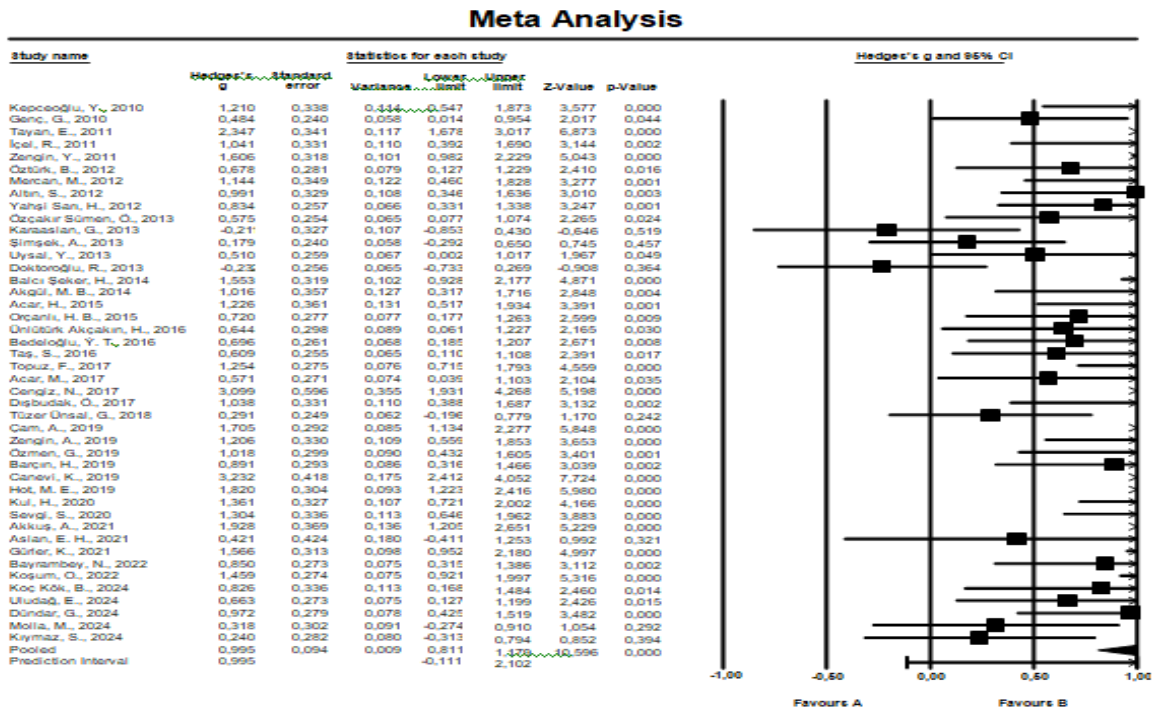
Orman grafiği ile ilgili yorumlama şu şekildedir (Borenstein vd., 2009; Lipsey ve Wilson, 2001);

a. Her bir araştırmayı temsil eden siyah kare kutucukların büyüklüğü, o araştırmanın meta-analize dâhil edilen diğer araştırmalara kıyasla etki büyüklüğünü göstermektedir.

b. Çalışmaları temsil eden kutucukları kesen kısa çizgiler, araştırmanın güven aralığını ifade etmektedir. Çizginin uzunluğu, güven aralığının geniş olduğunu gösterir.

c. Sıfır çizgisinin sağında yer alan çalışmalar, deney grubunun lehine bir artırıcı etkiye sahipken, sol tarafında yer alanlar ise azaltıcı etki göstermektedir.

d. Araştırmalarda yer alan meta analize dâhil edilen çalışmaların ortak etkisi, elmas “◆” simgesiyle gösterilmektedir. Bu simge, etki büyüklüğü değeri 1’e çok yakın bir sonuç çıktığı için yayılmış olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu etki, orman grafiğinin altında yer almaktadır. Çalışmalar, bu elmasa göre ortalama etkiye göre konumlanarak değerlendirilebilir.



Şekil 4.1. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisine Yönelik Etki Büyüklükleri ve Orman Grafiği-1

Geogebra destekli matematik öğretiminin akademik başarıya etkisine yönelik karşılaştırılan çalışmalara ilişkin Şekil 4.1’de bulunan orman grafiği incelendiğinde, deney ve kontrol grupları ile karşılaştırma yapılan 55 çalışmadan 44 çalışmaya ait veri grubunun sonuçlarının bulunduğu ve bu araştırmalarda istatistiksel açıdan anlamlı farklılık meydana geldiği belirlenmiştir ($p<0,05$). Bu farklılık çoğu çalışmanın sahip olduğu etkinin konumunu gösteren noktaların ana eksen çizgisinin (0 dikey çizgisi) sağında olması ile açıklanmaktadır. 42 çalışma pozitif etki büyüklüğüne, 2 çalışmanın ise negatif etki büyüklüğüne sahip olduğu görülmektedir. Negatif tarafta yer alan Karaaslan (2013) ve Doktoroğlu (2013) çalışmalarının etki büyüklükleri kontrol grubunun daha başarılı olduğunu göstermektedir.

Şekil 4.1’deki çizgiler üzerinde belirtilen kareler araştırmaya dâhil edilen çalışmaların etki büyüklüklerini, yanındaki çizgiler ise %95 güven aralığına göre etki büyüklüklerinin alt ve üst sınırlarını göstermektedir. Bu etki büyüklükleri incelendiğinde en yüksek etki büyüklüğünün 3,232, en küçük etki büyüklüğünün ise 0,232 olduğu tespit edilmiştir. Sunulmuş orman grafiğinin ortalama etki büyüklüğü 0,995’tir. Deney grubu lehine 0,995’lik etki büyüklüğü ortaya koyduğunu göstermektedir. Grafikte yer alan elmasın konumuna bakıldığında, 44 araştırma sonucu, GeoGebra destekli matematik öğretiminin akademik başarıyı artırdığını ortaya koyduğu görülmektedir.

GeoGebra destekli matematik öğretiminin akademik başarıya etkisine yönelik etki büyüklükleri ve heterojenlik testi sonuçları Tablo 4.2’ de verilmiştir.

Tablo 4.2. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisine Yönelik Etki Büyüklükleri ve Heterojenlik Testi Sonuçları-1

Model	n	Ortalama Etki Büyüklüğü	Z	Standart Hata	%95’lik Güven Aralığı		sd	Q	p	I ²
					Alt Sınır	Üst Sınır				
Sabit Etkiler Modeli	44	0,909	20,186	0,045	0,821	0,998	43	183,293	,000	76,540
Rastgele Etkiler Modeli	44	0,995	10,596	0,094	0,811	1,179	43	183,293	,000	76,540

Tablo 4.2.'de gösterildiği gibi sabit etkiler modelinde ortalama etki büyüklüğü sonucu 0,909 , rastgele etkiler modelinde 0.995 olarak bulunmuştur. Bu değerlerden hangisini kullanacağımıza karar verirken güncel literatürde, eğitim alanında yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunun, özellikle heterojenliğin söz konusu olduğu durumlarda, rastgele etkiler modeliyle değerlendirilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Borenstein et al., 2009; Hedges ve Vevea, 1998). Sabit ya da rastgele etkiler modeli arasında bir seçim yaparken, çalışmayı yürüten uzmanların, sonuçlar arasında heterojenlik bulunduğunu düşünmeleri, rastgele etkiler modelini kullanmak için yeterli bir gerekçe olarak kabul edilmektedir (Lipsey ve Wilson, 2001). Heterojenliğin varlığı, rastgele etkiler modelinin tercih edilmesine neden olmuştur. Çünkü bu model, çalışmalar arasındaki farklılıkları daha esnek bir şekilde modelleyerek, genel geçer sonuçlar elde edilmesine olanak tanımaktadır (Borenstein et al., 2010).

Bunun yanında heterojenliğe bakabileceğimiz değerler vardır. CMA programı bize bu testlerin tablolarını sunar. Bu testler, çalışmaların benzer olup olmadığını, yani sonuçların homojen mi yoksa heterojen mi olduğunu belirlemek için kullanılır. Çalışmaların içinde farklılıklar bulunduğunda, bu farklılıkların anlamlı olup olmadığını belirlemek adına heterojenlik testleri yapılır. Bu testler, meta analizlerde heterojenliğin varlığını belirlemek ve hangi modelin kullanılacağına karar vermek için önemlidir.

Heterojenlik testlerinden bir tanesi Q istatistiğidir. Veriler heterojenlik testine tabi tutulduğunda 43 serbestlik derecesinde (sd) hesaplanan çalışmanın Q istatistik değeri 183,293 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen (hesaplanan), Q değerinin ki kare (χ^2) tablosundan okunan 43 serbestlik derecesi ve 0.05 anlamlılık düzeyindeki kritik ki kare değerinden ($sd=43$, $\chi^2_{(0.05)}=59,304$) yüksek çıkması verilerin istatistiksel olarak heterojen olduğunu göstermektedir. Buna göre etki büyüklüklerinin dağılımına ait homojenliğin yokluk hipotezi, sabit etkiler modeline göre reddedilmiştir.

Heterojenliği belirlemek için kullanılan diğer bir yöntem de I^2 yüzdelik değerinin hesaplanmasıdır. Çalışmada hesaplanan heterojenlik indeksi I^2 (I-squared) değeri 76,540, 75'in üzerinde olması yüksek düzeyde heterojenlik olduğunu göstermektedir. Test sonuçları beklenenden yüksek çıktığı için model olarak rastgele etkiler modelinin kullanımının uygun olduğu belirlenmiştir (Higgins et al., 2003; Borenstein et al., 2009).

Rastgele etkiler modeline göre tahmin edilen ortalama etki büyüklüğü değeri 0,995'tir ve bu değer Cohen'in (1988) sınıflandırmasına göre büyük etkiye işaret eder.

Yayın Yanlılığı

Meta-analiz sonuçlarının geçerliliğini değerlendirmek için, dahil edilen çalışmaların yayınlanma eğilimlerinin dengeli olup olmadığı da önemlidir. Bu bağlamda, sadece anlamlı sonuçlar içeren çalışmaların yayınlanmış olma olasılığı yayın yanlılığı riskini doğurur.

Meta-analiz çalışmalarında güvenilirliği tehdit eden en önemli problemlerden biri yayın yanlılığıdır. Bu yanlılık, anlamlı olmayan sonuçlara sahip çalışmaların yayınlanmaması veya literatürde daha az temsil edilmesi ile ilişkilidir. Rosenthal (1979) bu durumu "dosya çekmecesı problemi" (file drawer problem) olarak tanımlamış ve yayınlanmamış çalışmaların meta-analiz sonuçlarını çarpıtabileceğini ifade etmiştir. Kaya ve Aktaş'da benzer şekilde yayın yanlılığını; bir çalışmanın beklenen sonucu vermemesi veya istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar içermemesi durumunda yayımlanmaktan vazgeçilmesi olarak tanımlamıştır.

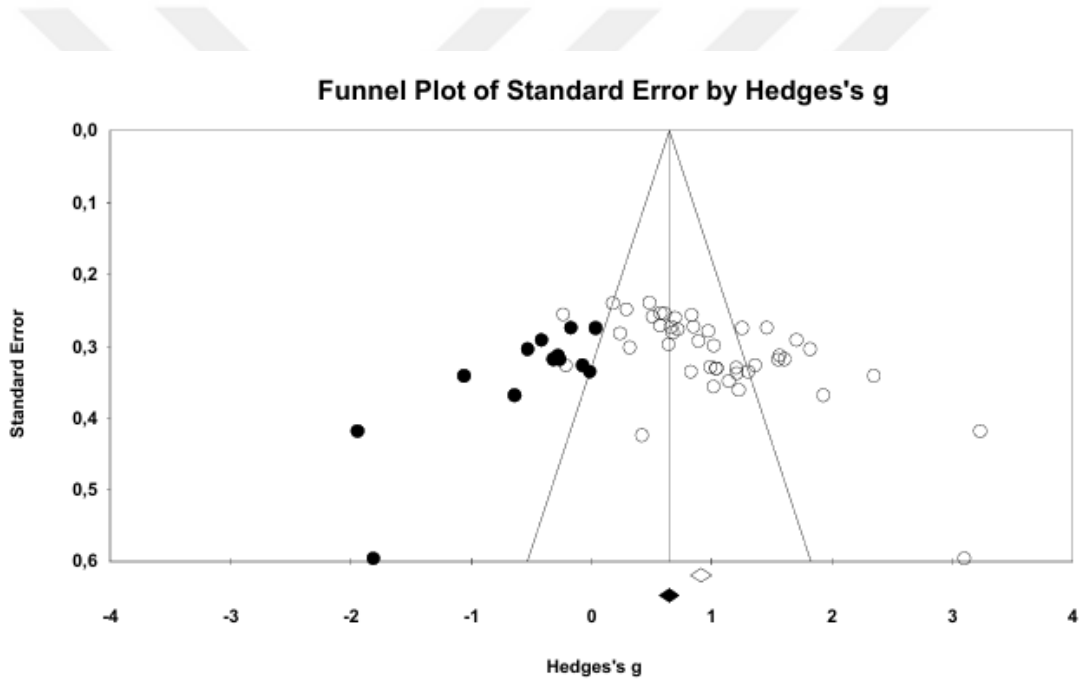
Yayın yanlılığı, sadece teorik bir problem değil, ampirik çalışmalarda da sıklıkla ölçülmekte ve analiz edilmektedir. Örneğin; Kaya ve Aktaş (2024) Millî Eğitim dergisinde yayımlanan meta-analiz çalışmasında, eğitim alanındaki dürtme uygulamalarına ilişkin yayın yanlılığı çeşitli istatistiksel yöntemlerle test etmiştir.

Yayın yanlılığı, yalnızca meta-analizin güvenilirliğini etkileyen bir sapma değil; aynı zamanda dikkatle analiz edilmesi gereken sistematik bir literatür sorunudur. Meta-analizlerde bu durumun hem istatistiksel hem de görsel tekniklerle değerlendirilmesi gerekmektedir (Üstün & Eryılmaz, 2014; Borenstein et al., 2009).

Meta-analizlerde yayın yanlılığına dair en bilinen yöntemlerden biri, Rosenthal'in Güvenli N (Fail-Safe N) değeridir. Bu yöntem, analiz edilen ortalama etki büyüklüğünü istatistiksel olarak anlamlı olmaktan çıkaracak kadar çok sayıda yayımlanmamış çalışmanın olup olmadığını test eder (Şen ve Yıldırım, 2023). Bahsedilen N değeri meta-analize dahil edilmeyen kaç tane etkisiz (yani sonuçsuz, istatistiksel olarak anlamsız) çalışmanın, genel sonucu önemsiz hâle getireceğini gösterir. Kaya ve Aktaş (2024),

güvenli N değerinin anlamlı bir şekilde yorumlanabilmesi için bir kıyas ölçütüne ihtiyaç duyulduğunu belirtmektedir. İşte bu noktada " $5k + 10$ " formülü kullanılır. Burada k meta-analize dahil edilen çalışma sayısını temsil etmektedir. Meta-analize dâhil edilen k çalışma için belirlenen $5k+10$ değeri ile elde edilen fail-safe N değeri karşılaştırıldığında, eğer fail-safe $N > 5k+10$ ise, çalışmanın yayın yanlılığından önemli ölçüde etkilenmediği düşünülür (Şen ve Yıldırım, 2023).

Yayın yanlılığını değerlendirmek için, orman grafiğinin ardından yayın yanlılığını analiz eden huni grafiği, Duval ve Tweedie'nin "trim and fill" yöntemi, Rosenthal'in Fail-Safe N değeri ve Egger testi gibi yöntemler kullanılarak yayın yanlılığı olup olmadığını analiz edilmiştir.



Şekil 4.2. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisini İnceleyen Çalışmaların Yayın Yanlılığına İlişkin Huni Grafiği

Şekil 4.2. incelendiğinde huni grafiğinde yer alan çember sayısı analize dâhil edilen çalışma sayısını temsil etmektedir. Meta-analize dâhil edilen çalışmalarda yayın yanlılığının test edilmesine ilişkin huni grafiği sonucunda GeoGebra destekli matematik öğretiminin akademik başarıya etkisine ilişkin elde edilen bulguların yanlı olduğu belirlenmiştir. Huni grafiğinde çalışmaların dağılımının simetrik olmadığı, grafiğin ana çizgisinin her iki tarafında ve huninin dışında çalışmaların bulunduğu görülmektedir. Huni

grafiği incelendiğinde, etki büyüklüğü yüksek olan çalışmaların yer aldığı, ancak düşük etki büyüklüğüne sahip çalışmaların eksik olduğu görülmektedir. Bu durum, düşük etki büyüklüğüne sahip çalışmaların yayımlanmamış olabileceğini göstermektedir. Dolayısıyla, huni grafiği yayın yanlılığına işaret etmektedir. Huni grafiğinde hem gözlenen hem de eklenen çalışmalar yer almaktadır. Siyah renkle belirtilen daireler dağılımın simetrik olmasını sağlamak için Tablo 4.6’da verilen 13 hayali çalışmayı temsil etmektedir (Şen ve Yıldırım, 2023). Eklenen bu çalışmalar yayın yanlılığının tamamen ortadan kalkmadığını; ancak kontrol altına alınabildiğini göstermektedir. Etki büyüklüğüne göre ayırım yapılmaksızın, kapsam ve sınırlılıklara uygun her çalışmanın analize dâhil edilmesi ortalama etki büyüklüğünün de yansız olmasını sağlamaktadır. CMA programından elde edilen tablolara göre yayın yanlılığına bakmanın bazı yöntemleri vardır. Bunlardan biri Egger testidir.

Tablo 4.3. Egger Regresyon Analizi Sonuçları

Kesme Noktası	Standart Hata	95% alt sınır	95% üst sınır	t	df	p
8,206	1,630	4,916	11,495	5,034	42	0,000

Tablo 4.3.’teki veriler incelendiğinde Egger sabit etki değerinin 8,206 standart hatanın 1,630 olduğu belirlenmiştir. Çalışmaların başarıya etkisi genel olarak anlamlı olup, en düşük etki büyüklüğü 4,916, en yüksek etki büyüklüğü ise 11,495 olarak belirlenmiştir (t: 5,034;sd: 42; $p \leq .05$). Bu sonuca göre p değeri, sıfır hipotezinin reddedilme olasılığını gösterir. Sıfır hipotezi, “yayın yanlılığı yoktur” anlamına gelir. Elde edilen p değeri 0,000 olup, bu değer 0,05 anlamlılık düzeyinden küçük olduğu için ($p < 0,05$) istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu sonuçlar, çalışmalar arasında yayın yanlılığının (publicationbias) varlığına işaret etmektedir.

Bu bulgulara ek olarak Rosental hata koruma sayısı ve Orwin hata koruma testi değerleri incelenmiştir.

Tablo 4.4. Rosenthal ve Orwin Hata Koruma Testi Sonuçları

Dâhil edilen çalışmalar için z değeri	21,21687
Dâhil edilen çalışmalar için p değeri	0,000
Alfa	0,050
Yön	2
Alfa için z değeri	1,959
Dâhil edilen çalışma sayısı	44
Hata koruma sayısı	5113,000
Dâhil edilen çalışmaların hedges's g değeri	0,90933
Önemsiz bir hedges's için kritik değer	0,000
Eksik çalışmalarda ortalama hedges's	0,000

Tablo 4.4'de Rosenthal hata koruma analizine ilişkin değerler verilmiştir. Bu değerlerin yer aldığı analiz huni grafiğine ek olarak, yayın yanlılığının önlenmesi amacıyla yapılmaktadır. Tablo 4.4. incelendiğinde dâhil edilen çalışmalar için z değerinin 21,21687, dâhil edilen çalışmalar için p değerinin 0,000, alfa değerinin 0,050 ve analizin çift yönlü olduğu belirlenmiştir. Meta-analize dâhil edilen araştırmaların toplam sayısının 44 olduğu, hata koruma katsayısının 5113,000 olduğu belirlenmiştir. Burada: $5 \times 44 + 10 = 230 < 5113$ olduğundan güvenli aralık çok yüksek, yani yayın yanlılığı olasılığı düşük görünmektedir. Bu demek oluyor ki, elde edilen anlamlı etkiyi ortadan kaldırmak için 5113 etkisiz çalışma eklenmesi gerekir. Bu da, bulguların güçlü ve güvenilir olduğunu gösterir.

Buna ek olarak Orwin hata koruma sayısı değerleri incelendiğinde dâhil edilen çalışmalar için Hedges's değerinin 0,90933, önemsiz bir Hedges's için kritik değerin 0,000 ve eksik çalışmalarda ortalama Hedges's değerinin 0,000 olduğu belirlenmiştir (Hedges, 1992). Bu değerlerde hata koruma değerinin yüksek olduğu ve önemsiz ya da eksik çalışmaların bulunmadığı belirlenmiştir. Dolayısıyla araştırmaya dâhil edilen çalışmaların tamamı meta analiz için önemli sonuçlar ortaya çıkarmış ve heterojenlik sağlanmıştır.

Tablo 4.5. Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu Sonuçları

Kendall's istatistik değeri	412,000
Tau	0,43552
z değeri	4,16708
p değeri (1-tailed)	0,00002
P değeri (2-tailed)	0,00003

Begg ve Mazumdar (1994) tarafından geliştirilen sıra korelasyon testi, yayın yanlılığını belirlemede kullanılan istatistiksel yöntemlerden biridir. Bu test, standartlaştırılmış etki büyüklüğü ile varyansı arasındaki ilişkiyi değerlendirmek amacıyla Kendall's tau korelasyon katsayısını kullanır. Bu sayede, küçük örneklem büyüklüğüne sahip çalışmaların sistematik olarak daha büyük ya da daha küçük etki büyüklükleri rapor edip etmediği analiz edilebilir.

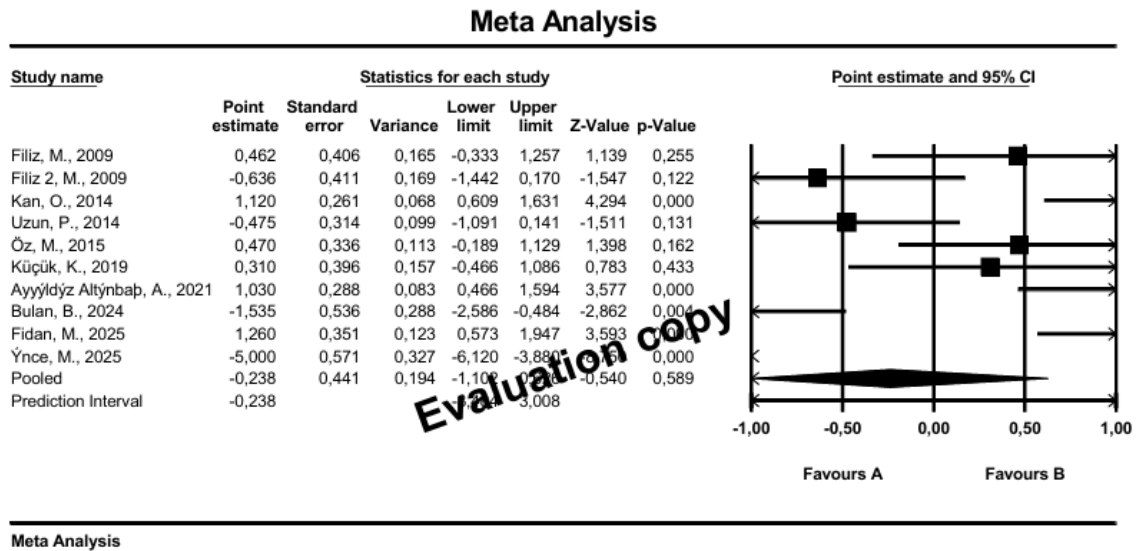
Begg ve Mazumdar tarafından geliştirilen sıra korelasyon testi, epidemiyolojik çalışmalarda yayın yanlılığını test etmek amacıyla kullanılmaktadır. Begg and Mazumdar sıra korelasyonu sonuçları verilmiştir. Değerler incelendiğinde Kendall's istatistik değerinin 412,000, Tau değerinin 0,43522, z değerinin 4,16708 ve p değerinin 0,0003 ($p \leq 0,05$) olduğu belirlenmiştir. Bu bulgular meta-analize dâhil edilen çalışmalarda yayın yanlılığının olmadığını göstermektedir.

Tablo 4.6. Duval ve Tweedie's Trim ve Fill Düzeltilmiş Değerler (adjusted values)

	Sabit Etki	Rastgele Etki
Etki Büyüklüğü	0,90933	0,99535
Alt Sınır	0,82103	0,81123
Üst Sınır	0,99762	1,17947
Q değeri	183,29323	183,29323
Eklenen Çalışmalar	13	0

Kes ve Doldur Yöntemi, Duval ve Tweedie (2000) ile Duval (2005) tarafından önerilen parametrik olmayan (sıra tabanlı) bir veri artırma tekniğidir. Bu yöntem, huni grafiğinin bir tarafında uç sonuçların bastırılması nedeniyle meta-analizde eksik olan çalışmaların sayısını tahmin etmek için kullanılabilir. Ardından, huni grafiğinin daha simetrik olması amacıyla gözlemlenen veriler artırılır. Ancak, bu yöntem genel etki veya sonucun daha "geçerli" bir tahminini sağlamak için değil, sonuçların belirli bir seçim mekanizmasına (yani, belirli bir yayın yanlılığı biçimine) duyarlılığını incelemek için bir araç olarak kabul edilmektedir. Tablo 4.9'daki değerlere bakıldığında, araştırmanın dışında bırakılan çalışmanın olmadığı, tahmin noktası (ortalama etki büyüklüğü) olan 0,99535 ile alt sınır değeri 0,81123 ve üst sınır değeri 1,17947 olan rasgele etkiler Q değerinin ise 183,29323 olduğu belirlenmiştir. Bu verilere göre, meta-analiz için eksik çalışmanın bulunmadığı ve farklı etki büyüklüklerinde çalışmaların meta-analize dâhil edildiği görülmektedir.

Şekil 4.3'te GeoGebra yazılımının akademik başarıya etkisini inceleyen toplam 55 çalışmadan, etki büyüklüğü (Cohen's d) ve varyans bilgileri eksiksiz olan 11 çalışma ayrı olarak analiz edilmiştir. Ancak bu çalışmalardan biri için etki büyüklüğü değeri rapor edilmediğinden, yalnızca 10 çalışmanın verileri kullanılarak ortalama etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Bu alt grup analizine ait bulgular aşağıdaki orman grafiğinde sunulmuştur.



Şekil 4.3. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisine Yönelik Etki Büyüklükleri ve Orman Grafiği-2

Şekil 4.3'te GeoGebra destekli matematik öğretiminin akademik başarı üzerindeki etkisini inceleyen 10 çalışmanın etki büyüklükleri analiz edilmiştir. Her bir çalışmanın standart hataları, %95 güven aralıkları, z-değerleri ve p-değerleri hesaplanarak orman grafiği üzerinde görselleştirilmiştir.

Çalışmaların etki büyüklükleri incelendiğinde, bazı çalışmaların pozitif yönde anlamlı etkiler gösterdiği görülmektedir. Örneğin, Kan (2014) çalışmasında etki büyüklüğü 1,120 olup bu değer istatistiksel olarak anlamlıdır ($p = .000$). Benzer şekilde, Fidan (2025) ve Ayyıldız Altınbaş (2021) çalışmalarında da pozitif yönde anlamlı etkiler gözlemlenmiştir (sırasıyla $p = .000$ ve $p = .000$). Öte yandan, İnce (2025) çalışması oldukça düşük ve negatif yönlü bir etki büyüklüğü (-5,000) ile dikkat çekmektedir; bu çalışmanın güven aralığı oldukça geniştir ve uç değer olarak değerlendirilebilir.

Toplam etki büyüklüğü değeri -0,238 olarak hesaplanmıştır. Bu değer küçük düzeyde ve negatif yönlü bir etkiyi işaret etmektedir. Ancak, bu sonuç istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($Z = 0,540$; $p = .589$).

Genel olarak, analiz edilen çalışmalar arasında anlamlı farklılıklar gözlemlenmiştir. Bazı çalışmalar olumlu yönde yüksek etki büyüklükleri rapor ederken, bazı çalışmalarda düşük veya negatif etkiler söz konusudur. Bu durum, literatürde GeoGebra destekli öğretimin etkilerine dair tutarlılık olmadığını ve etki düzeylerinin bağlam, uygulama süresi, öğrenci düzeyi gibi çeşitli değişkenlerden etkilenebileceğini düşündürmektedir.

Tablo 4.7. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisine Yönelik Etki Büyüklükleri ve Heterojenlik Testi Sonuçları – 1

Model	n	Ortalama Etki Büyüklüğü	Z	Standart Hata	%95'lik Güven Aralığı		sd	Q	p	I ²
					Alt Sınır	Üst Sınır				
Sabit Etkiler Modeli	10	0,239	2,124	0,113	0,018	0,460	9	132,921	0,000	93,229
Rastgele Etkiler Modeli	10	-0,238	-0,540	0,441	- 1,102	0,626	9	132,921	0,000	93,229

Bu meta-analiz çalışmasında, GeoGebra destekli matematik öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına etkisi, 10 bağımsız çalışma üzerinden incelenmiştir. Rastgele etkiler modeline göre elde edilen toplam etki büyüklüğü $d = -0,238$ bu değer istatistiksel olarak anlamlı değildir ($Z=-0,540$, $p= 0,589$) . Güven aralığı (-1,102 ile 0,626) sıfırı içerdiğinden, GeoGebra destekli öğretimin genel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca tahmin aralığı oldukça geniştir (-3,484 ile 3,008), bu da gelecekte yapılacak benzer çalışmalarda çok farklı etki büyüklüklerinin gözlemlenebileceğini göstermektedir.

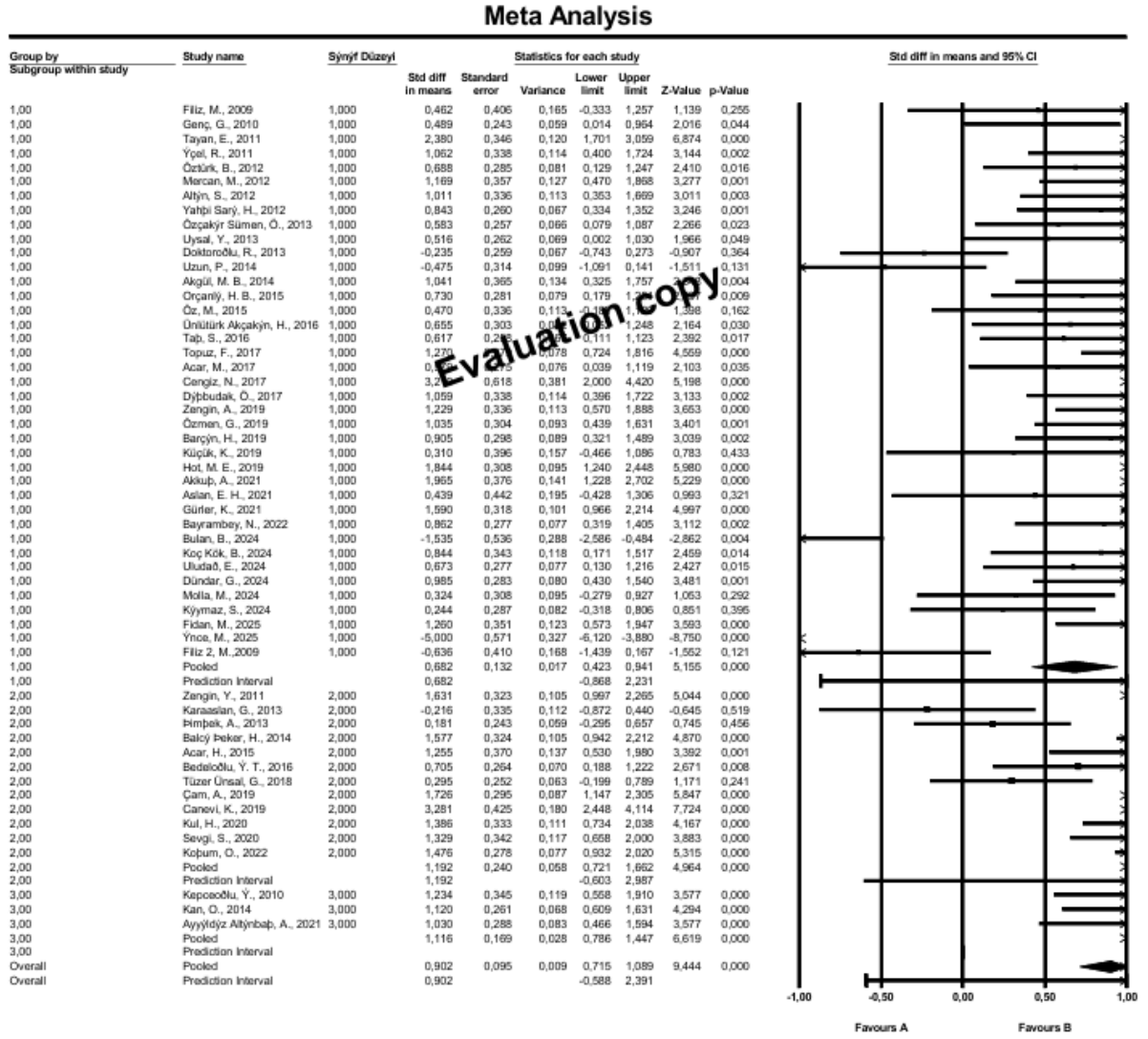
4.1.1. Geogebra Destekli Matematik Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisinin Öğretim Düzeyi Moderatör Değişkenine Göre Meta-Regresyon Analizine İlişkin Bulgular

Tablo 4.8. Meta-Analize Dâhil Edilen Çalışmaların Örneklem Grubunun Öğretim Kademesine Göre Kodlanması

Öğretim Kademesi	Numara
Ortaokul	1
Lise	2
Üniversite	3

Meta-regresyon, bir meta-analiz çalışmasında, farklı çalışmalarda bulunan etkilerin heterojenliğini anlamak için kullanılan bir istatistiksel tekniktir. Bu yöntem, çalışmalarda elde edilen etkilerin neden farklı olduğunu araştırmak amacıyla bağımsız değişkenlerin (örneğin, öğretim düzeyi veya katılımcıların demografik özellikleri gibi) etkilerini incelemeyi amaçlar (Higgins & Thompson, 2002). Meta-regresyon, etki büyüklükleri ile çeşitli faktörler arasındaki ilişkiyi inceleyerek, heterojenliğin nedenlerini belirlemeye yardımcı olur.

Bu analizde, bağımlı değişken olarak meta-analizden elde edilen etki büyüklükleri Cohen's d kullanılırken, bağımsız değişken örneklem grubunun öğretim düzeyidir. Meta-regresyon, heterojenliği daha iyi anlamak ve ilgili faktörlerin genel etki büyüklüğü üzerindeki etkilerini keşfetmek için önemli bir araçtır (Borenstein et al., 2009).



Şekil 4.4. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisinin Öğretim Kademesine Göre Meta-Regresyon Analizine İlişkin Etki Büyüklükleri ve Orman Grafiği

GeoGebra destekli matematik öğretiminin akademik başarıya etkisinin öğretim düzeyine göre meta-regresyon analizinde, etki büyüklükleri ve orman grafiği ortaokul, lise, üniversite eğitim düzeyi şeklinde 3 kategoride değerlendirilmiştir. Çalışmalara ilişkin orman grafiği incelendiğinde, deney ve kontrol grupları ile karşılaştırma yapılan 44 araştırmanın bulunduğu, bu çalışmalardan 39 tanesi ortaokul düzeyi, 12 tanesi lise, 3 çalışmanın da lisans düzeyinde olduğu belirlenmiştir.

Tablo 4.9. Rastgele Etkiler Modelinde Öğretim Kademesine Göre Alt Grup Analizleri

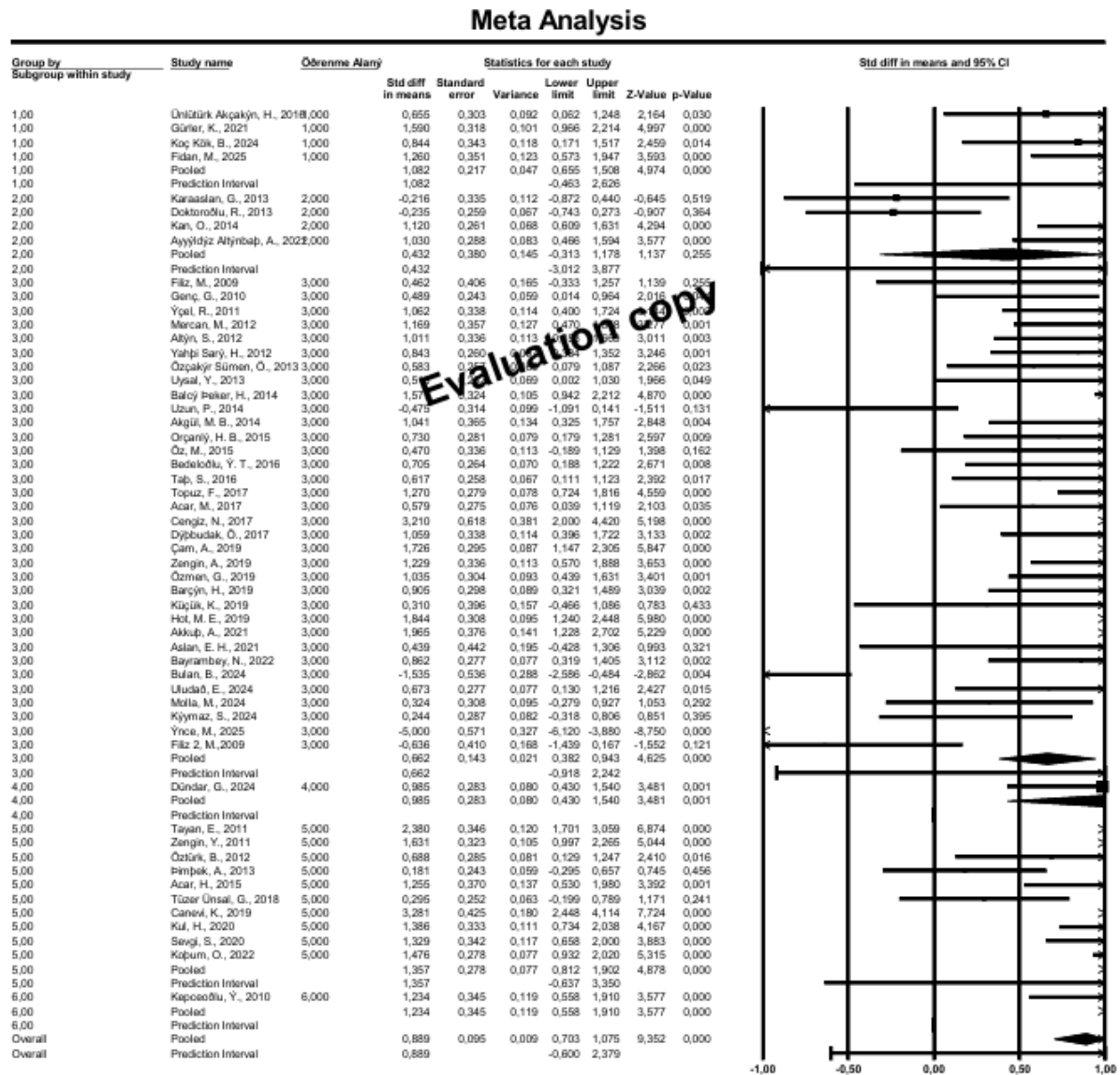
Değişken	N	Etki Büyükliği	Standart Hata	%95'lik Güven Aralığı		Sd	.05 güven düzeyi χ^2	Q_B	p
				Alt	Üst				
				Sınır	Sınır				
Öğretim Kademesi	39								
Ortaokul 1	12	0,902	0,095	0,715	1,089	2	5,991	5,844	0,054
Lise 2	3								
Lisans 3	54								
Toplam:									

Analiz sonucunda $Q=5,844$ değerinin ki kare(χ^2) tablosundan okunan 2 serbestlik derecesi ve 0.05 anlamlılık düzeyindeki değerden ($sd=2$, $\chi^2_{(.05)}=5,991$) küçük çıkması anlamlı farklılık olmadığını göstermektedir. Etki büyüklüğü çalışmaların yapıldığı öğretim kademelerine göre farklılaşmamaktadır.

4.1.2. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisinin Öğrenme Alanı Moderatör Değişkeni Analizine İlişkin Bulgular

Tablo 4.10. Meta-Analize Dâhil Edilen Çalışmaların Öğrenme Alanına Göre Kodlanması

Çalışma konularının öğrenme alanları	Numara
Sayılar ve İşlemler	1
Cebir	2
Geometri	3
Veri Analizi ve Olasılık	4
Fonksiyonlar	5
Kalkülüs	6
Matematiksel Modelleme	7
Diğer	8



Şekil 4.5. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisinin Öğrenme Alanı Moderatör Değişkeni Analizine İlişkin Etki Büyüklükleri ve Orman Grafiği

Tablo 4.11. Rastgele Etkiler Modelinde Öğrenme Alanına Göre Alt Grup Analizleri

Değişken	N	Etki Büyükliği	Standart Hata	%95'lik Güven Aralığı		Sd	.05 güven düzeyi χ^2	Q _B	p
				Alt	Üst				
				Sınır	Sınır				
Öğrenme Alanı									
1 Sayılar ve İşlemler	4								
2 Cebir	4								
3 Geometri	34								
4 Veri Analizi ve Olasılık	1	0,889	0,095	0,703	1,075	5	11,070	8,670	0,123
	10								
5 Fonksiyonlar	1								
6 Kalkülüs	54								
Toplam:									

Elde edilen Q=8,670 değerinin ki kare (χ^2) tablosundan okunan 5 serbestlik derecesi ve 0.05 anlamlılık düzeyindeki kritik değerinden ($sd=43$, $\chi^2_{(.05)}=11,070$) küçük olduğundan; öğrenme alanlarının ortalama etki büyüklüğü üzerinde manidar bir etkisi yoktur. Başka bir ifadeyle ortalama etki büyüklüğü öğrenme alanlarına göre farklılaşmamaktadır.

4.2. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Tutuma Yönelik Etkisine İlişkin Çalışma Grubu ve Analiz Sonuçları

Geogebra destekli matematik öğretiminin tutuma yönelik etkisine ilişkin çalışma grubuna yönelik araştırmaya dâhil edilen çalışmaların genel bilgileri aşağıdaki tabloda sunulmuştur.

Tablo 4.12. Meta Analize Dâhil Edilen Tutum Testlerinin Kullanıldığı Çalışmalar

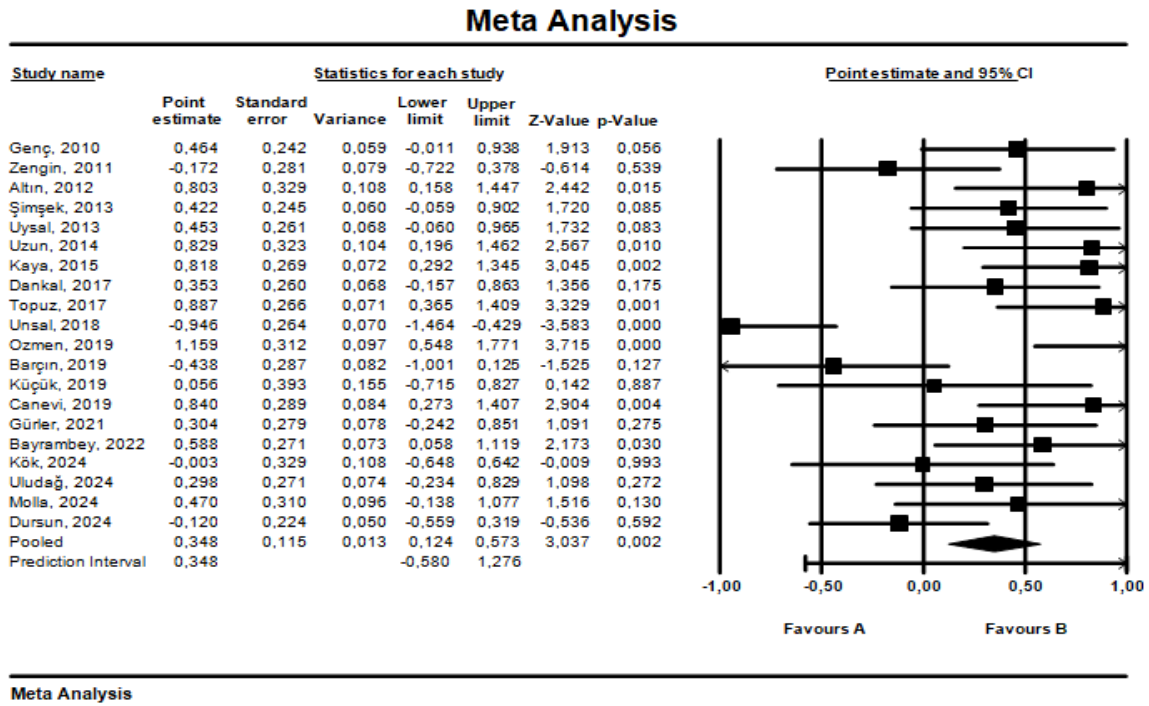
No	Araştırma Kimliği	Araştırma Türü	Kurum	Örneklem Grubunun Bulunduğu İl	Örneklem Grubunun Sınıf Düzeyi	Çalışma Konusu
1.	Genç, 2010	Yüksek Lisans	Adnan Menderes Üniversitesi	Aydın	5.Sınıf	Çokgenler ve Dörtgenler
2.	Zengin,2011	Yüksek Lisans	Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi	Diyarbakır	10.Sınıf	Trigonometrik Fonksiyonlar ve Grafikleri
3.	Altın,2012	Yüksek Lisans	Eskişehir Osman Gazi Üniversitesi	Muş	8.Sınıf	Dönüşüm Geometrisi
4.	Şimşek,2013	Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi	Bolu	9.Sınıf	Fonksiyonlar Kavramı
5.	Uysal,2013	Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi	Ankara	6.Sınıf	Geometrik Cisimler
6.	Uzun,2013	Yüksek Lisans	Kastamonu Üniversitesi	Kastamonu	7.Sınıf	Dörtgensel Bölgelerin, Dairenin Alanı ve Çemberin Uzunluğu
7.	Kaya,2014	Doktora	Dokuz Eylül Üniversitesi	İzmir	7.Sınıf	Cebir
8.	Dankal,2015	Yüksek Lisans	Başkent Üniversitesi	Ankara	8.Sınıf	Cebir-Eşitsizlikler
9.	Topuz,2017	Yüksek Lisans	Uşak Üniversitesi	Isparta	7.Sınıf	Çember ve Daire
10.	Ünsal,2017	Yüksek Lisans	Mersin Üniversitesi	Hatay	10.Sınıf	İkinci Dereceden Fonksiyonlar
11.	Özmen,2018	Yüksek Lisans	Uşak Üniversitesi	Uşak	5.Sınıf	Prizmalar ve Alan
12.	Barçın,2019	Yüksek Lisans	Necmettin Erbakan Üniversitesi	Karaman	8.Sınıf	Dönüşüm Geometrisi
13.	Küçük,2019	Yüksek Lisans	Bartın Üniversitesi	Bartın	7.Sınıf	Dönüşüm Geometrisi
14.	Canevi,2019	Yüksek Lisans	Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi	Karaman	10.Sınıf	Fonksiyonlar ve Fonksiyon Grafikleri ile Analitik Geometri ve Doğru Denklemleri
15.	Gürler,2021	Yüksek Lisans	Yozgat Bozok Üniversitesi	Bursa	6.Sınıf	Kesirler
16.	Bayrambey,2022	Yüksek Lisans	Niğde Ömer Halis Demir Üniversitesi	Osmaniye	7.Sınıf	Çember ve Daire ile Çokgende Alan
17.	Koç Kök,2024	Yüksek Lisans	Kastamonu Üniversitesi	Ankara	5.Sınıf	Kesirler
18.	Uludağ,2024	Yüksek Lisans	Sivas Cumhuriyet Üniversitesi	İstanbul	6.Sınıf	Açılar
19.	Molla,2024	Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi	Ankara	8.Sınıf	Geometrik Cisimler
20.	Dursun,2024	Yüksek Lisans	Necmettin Erbakan Üniversitesi	İstanbul	2.Sınıf	Geometrik Cisimler

Karaaslan (2013), Hot (2019) ve Çalışkan (2023), GeoGebra yazılımı kullanımının matematiğe yönelik tutumu üzerinde çalışmalar yapmış fakat etki büyüklüğünün hesaplanması için yeterli veri sunmadıkları için meta analiz çalışmasına dâhil edilmemiştir.

“GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Öğrencilerin İlgisi ve Tutumlarına Etkisi: GeoGebra yazılımı kullanımıyla gerçekleştirilen matematik öğretimlerinin öğrencilerin

matematik dersine olan ilgilerini ve tutumlarını nasıl etkilediğini araştırmak.” alt amacına ilişkin yapılan meta analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

CMA programına tutum testlerinin kullanıldığı 20 adet çalışma verileri girilmiş olup bu verilerin analiz sonuçlarına ait orman grafiği, etki büyüklükleri, huni grafiği ve yayın yanlılığının kontrol testleri sırasıyla sunulmuştur.



Şekil 4.6. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Tutuma Etkisine Yönelik Etki Büyüklükleri ve Orman Grafiği

GeoGebra destekli matematik öğretiminin tutuma yönelik etkisi Şekil 4.6’da grafikte verilmiştir. Toplamda 20 araştırmanın verileri ile etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Çalışmalara ilişkin orman grafiği incelendiğinde, etki büyüklükleri ve varyansları ile karşılaştırma yapılan araştırmaların bulunduğu ve bu araştırmalarda istatistiksel açıdan anlamlı farklılık meydana geldiği belirlenmiştir ($p < 0,05$). Bu farklılık her bir çalışmanın sahip olduğu etkinin konumunu gösteren noktaların ana eksen çizgisinin (0 çizgisi) dışında olması ile açıklanmaktadır. Çalışmaları temsil eden kutucuk ve çizgiler sıfır “0” çizgisini kestiğinde bu çalışmanın anlamlı etkisinin bulunmadığı anlaşılmaktadır. Sıfır çizgisinin sağında ise deney grubu lehine artırıcı etkiye sahip olduğu, sıfır çizgisinin solunda ise

azaltıcı etkiye sahip olduğu şeklinde yorumlanmaktadır. Etki büyüklüklerinin genel ortalamasının ana eksenin sağında yer aldığı görülmektedir. Bu durumda çalışmalarda uygulanan yöntem ve tekniklerin başarılı olduğunu ve deney grubu lehine farklılığın meydana geldiği anlaşılmaktadır ($p < 0,05$). Orman grafiğinde her bir çizgi güven aralığının genişliğini, her bir kutucuk ise etkinin büyüklüğünü göstermektedir. Grafikte her bir araştırmayı temsil eden kutucukların büyüklüğü (boyutu) ilgili çalışmanın örneklem büyüklüğünü temsil etmektedir. Grafikteki kutucukların büyüklük bakımından benzer olması, araştırmaların (20 araştırmamanın) örneklem büyüklüklerinin de birbirine yakın olduğunu göstermektedir. Çalışmaları temsil eden kutucukların sıfır “0” çizgisinden uzaklığı anlamlı farkın ve etkinin fazla olduğunu göstermektedir.

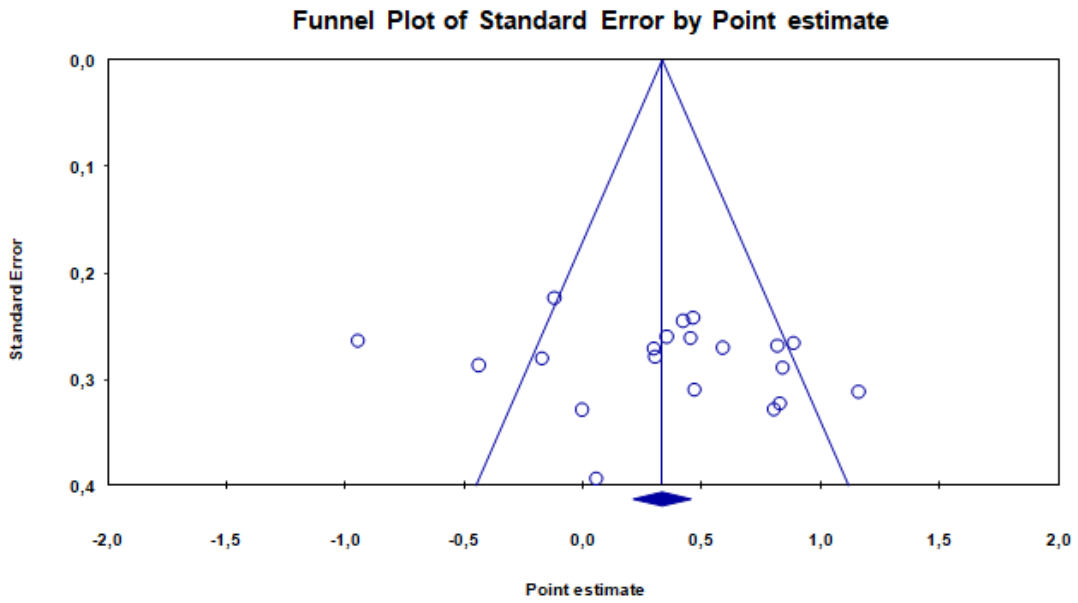
Bu etki büyüklükleri incelendiğinde en yüksek etki büyüklüğünün 0,887, en küçük etki büyüklüğünün ise -0,976 olduğu tespit edilmiştir. 15 çalışma pozitif etki büyüklüğüne, 5 çalışma ise negatif etki büyüklüğüne sahiptir.

Bu çalışmada etki büyüklüklerinin normal dağılıma uygun olup olmadığını anlamak için hem heterojenlik testlerinden hem de grafiklerden yararlanılmıştır.

Tablo 4.13. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Tutuma Etkisine Yönelik Etki Büyüklükleri ve Heterojenlik Testi

Model	n	Ortalama	Z	Standart	%95'lik Güven		sd	Q	p	I ²
		Etki		Hata	Aralığı					
		Büyüklüğü			Alt	Üst				
					Sınır	Sınır				
Sabit Etkiler Modeli	20	0.333	5,339	0,062	0,221	0,455	19	63,365	0,00	70,015
Rastgele Etkiler Modeli	20	0,348	3,037	0,115	0,211	0,573	19	63,365	0,00	70,015

Heterojenlik testine (Q testi) göre, $Q=63,365$ olarak hesaplanmıştır. khi kare (χ^2) tablosuna baktığımızda 0.05 güven düzeyinde 19 serbestlik derecesindeki üst sınır 30,144 olduğundan ve Q istatistik değeri bu değerin üzerinde çıktığı için sonuçlar heterojenlik gösteriyor. Dolayısıyla meta analize dâhil edilen çalışmaların heterojen olduğu belirlenmiştir. Test sonuçları beklenenden yüksek çıktığı için model olarak rastgele etkiler modelinin kullanımının uygun olduğu belirlenmiştir. Heterojenlik indeksi I^2 değeri ($I^2=70,015$) orta düzey (%50) ve yüksek düzey (%75) arasında bulunduğundan, rastgele etkiler modelinin kullanımının uygun olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.7. GeoGebra Destekli Matematik Öğretiminin Tutuma Yönelik Etkisine İlişkin Huni Grafiği

Şekil 4.7. incelendiğinde meta-analize dâhil edilen çalışmalarda yayın yanlılığının test edilmesine ilişkin huni grafiği sonucunda GeoGebra destekli matematik öğretiminin tutuma yönelik etkisine ilişkin elde edilen bulguların yanlı olmadığı belirlenmiştir. Huni grafiğinde çalışmaların dağılımının simetrik olmadığı, grafiğin ana çizgisinin her iki tarafında ve huninin dışında çalışmaların bulunduğu görülmektedir. Dolayısıyla etki büyüklüğü yüksek ve düşük olan araştırmaların meta-analize dâhil edildiği görülmektedir. Etki büyüklüğüne göre ayırım yapılmaksızın, kapsam ve sınırlılıklara uygun her çalışmanın analize dâhil edilmesi ortalama etki büyüklüğünün de yansız olmasını sağlamaktadır.

Yapılan meta analiz sonucunda GeoGebra destekli matematik öğretiminin tutuma yönelik etkisine ilişkin yapılan bu çalışmaların dağılımının simetrik olmadığı diğer bir ifadeyle yanlı olmadığı belirlenmiştir.

Tablo 4.14. Egger Regresyon Analizi Sonuçları

Kesme	Standart	95% alt sınır	95% üst sınır	t	df	p
Noktası	Hata					
2,659	3,414	-4,513	9,832	0,779	18	0,223 -0,446
(1-tailed 2-tailed)						

Tablo 4.14'deki veriler incelendiğinde Egger sabit etki değerinin (kesme noktası) 2,659, standart hatanın 3,414 olduğu belirlenmiştir. Çalışmaların tutuma yönelik etkisi genel olarak anlamlı olup, en düşük etki büyüklüğü -4,513, en yüksek etki büyüklüğü ise 9,83 olarak belirlenmiştir (t: 0,779; sd: 18; $p>0.05$). İstatistiksel olarak anlamlı bir yayın yanlılığı tespit edilmemiştir. Buna göre farklı etki büyüklüklerindeki çalışmaların meta-analize dâhil edildiğini ve araştırmada yayın yanlılığı bulunmadığı anlaşılmaktadır. Bu bulgulara ek olarak Rosenthal hata koruma sayısı ve Orwin hata koruma testi değerleri incelenmiştir.

Tablo 4.15. Rosenthal ve Orwin Hata Koruma Testi Sonuçları

Dâhil edilen çalışmalar için z değeri	5,47332
Dâhil edilen çalışmalar için p değeri	0,00000
Alfa	0,05000
Yön	2,00000
Alfa için z değeri	1,95996
Dâhil edilen çalışma sayısı	20
Hata koruma sayısı	136
Dâhil edilen çalışmaların hedges's g değeri	0,33275
Önemsiz bir hedges's için kritik değer	0,00000
Eksik çalışmalarda ortalama hedges's	0,00000

Tablo 4.15’de Rosenthal hata koruma analizine ilişkin değerler verilmiştir. Bu değerlerin yer aldığı analiz huni grafiğine ek olarak, yayın yanlılığının önlenmesi amacıyla yapılmaktadır. Tablo incelendiğinde dâhil edilen çalışmalar için z değerinin 5,47332, dâhil edilen çalışmalar için p değerinin 0,000, alfa değerinin 0,050 ve analizin çift yönlü olduğu belirlenmiştir. Meta-analize dâhil edilen araştırmaların toplam sayısının 20 olduğu, hata koruma katsayısının 136 olduğu belirlenmiştir. Hata koruma sayısı, meta-analiz sonucunun istatistiksel anlamlılığını ortadan kaldırmak için 136 etkisiz (etki büyüklüğü sıfır) çalışmanın daha eklenmesi gerektiğini belirtir. Karşılaştırma için kullanılan “5k + 10” kuralına göre $5 \times 20 + 10 = 110 < 136$ olduğundan, yani yayın yanlılığı olasılığı düşük görünmektedir. Sonuç olarak, yapılan analizler meta-analiz sonuçlarının güvenilir olduğunu ve yayın yanlılığının önemli bir sorun oluşturmadığını ortaya koymaktadır. GeoGebra destekli matematik öğretiminin tutuma etkisi küçük-orta düzeyde olmakla birlikte anlamlıdır ve güvenilirliği yüksektir.

Hata koruma sayısı yöntemlerinden biri olan Orwin hata koruma sayısı hesaplanmıştır. Buna göre gözlenen çalışmaların Hedge's g değeri 0,33275 ve kritik Hedge's g değeri, 00 olarak bulunmuştur. Araştırmaların tamamı bu analize dâhil edilmiş, analiz dışında araştırma bırakılmamıştır.

Tablo 4.16. Begg ve Mazumlar Sıra Korelasyonu Sonuçları (Kendall’s tau with out continuity correction)

Kendall’s istatistik değeri	8,00000
Tau	0,04211
z değeri	0,25955
p değeri (1-tailed)	0,39760
P değeri (2-tailed)	0,79521

Begg ve Mazumdar tarafından geliştirilen sıra korelasyon testi, ilişki ölçüsü olarak Kendall's tau kullanılarak standartlaştırılmış bir uygulamanın etkisinin varyansı ile ilişkilendirilmesine dayanır (Begg&Mazumdar, 1994). Test değerleri incelendiğinde Kendall’s istatistik değerinin 8,000, Tau değerinin 0,04211, z değerinin 0,25955 ve p

değerinin 0,79521 ($p > 0,05$) olduğu belirlenmiştir. İstatistiksel olarak anlamlı bir yayın yanlılığı bulunmamaktadır.

Tablo 4.17. Duval ve Tweedie's Trim ve Fill Düzeltilmiş Değerler (adjusted values)

	Sabit Etki	Rastgele Etki
Etki Büyüklüğü	0,23402	0,24221
Alt Sınır	0,11966	0,01694
Üst Sınır	0,34838	0,46747
Q değeri	84,30759	84,30759
Eklenen Çalışmalar	3	

Tablo 4.17.'deki değerler incelendiğinde araştırmanın dışında bırakılan çalışmanın olmadığı, tahmin noktasının 0,24221, alt sınır değerinin 0,01694 ve üst sınır değerinin 0,46747 olduğu, rasgele etkiler Q değerlerinin ise 84,30759 olduğu belirlenmiştir. Bu değerlere göre meta analiz için eksik çalışmanın bulunmadığı, farklı etki büyüklüklerinde çalışmaların meta analize dâhil edildiği görülmektedir.

BÖLÜM V: SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde, bulgulara dayalı elde edilen sonuçlar verilmiş ve bu sonuçlar konuyla ilgili yapılan diğer çalışma sonuçlarıyla karşılaştırmalı olarak tartışılmış ve buna dayalı olarak önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Sonuç ve Tartışma

1-GeoGebra destekli matematik öğretimi öğrencilerin akademik başarısını anlamlı düzeyde artırmaktadır. Bu sonuç, alanda yapılmış ulusal ve uluslararası çalışmaların sonuçları ile örtüşmektedir. Özellikle, Demir (2013), Günhan & Açı (2016), Kaya ve Öçal (2018), Maharani vd. (2025) ve tarafından yapılan meta-analiz çalışmalarının sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Anılan çalışmaların sonuçlarına göre de GeoGebra destekli matematik öğretiminin akademik başarı üzerindeki etkisi yüksek ve karardır. Tüm çalışmalar bu etkiyi güçlü ve anlamlı bulmuştur. Anajihah ve diğerleri (2025) tarafından yapılan bir başka meta-analizde GeoGebra destekli matematik öğretiminin öğrencilerin matematiksel yetenekleri üzerindeki etkinliğini incelemiştir. Anajihah ve diğerlerinin (2025) çalışmasının sonucu GeoGebra destekli matematik öğretiminin öğrencilerin matematiksel yeteneği üzerinde güçlü bir pozitif etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde Trejo (2024) tarafından yapılan çalışmada GeoGebra'nın lise öğrencilerinin trigonometri öğrenmelerindeki başarıları üzerindeki olumlu etkilerini göstermiştir. He, Yaun ve Kilicman'da (2024) yaptıkları çalışmada dinamik matematik yazılımlarının K-12 öğrencilerinin matematik dersindeki akademik başarılarını artırdığı sonucuna varmışlardır. Bu sonuçlar, GeoGebra'nın matematiksel kavramların görselleştirilmesi, etkileşimli öğrenme ortamları sunması ve keşfederek öğrenmeyi desteklemesi sayesinde akademik başarıyı artırdığına dair güçlü kanıtlar sunmaktadır.

2-GeoGebra destekli matematik öğretiminin akademik başarıya etkisine ilişkin etki büyüklükleri öğretim kademesine göre değişmemektedir. GeoGebra'nın matematik öğretiminde akademik başarıya etkisi ilkokul, ortaokul ve lise gibi tüm öğretim kademelerinde benzer düzeydedir. Çalışmaların etki büyüklüğü değerinin farklı öğretim kademelerinde benzer olması GeoGebra yazılımının farklı öğretim düzeylerinde kullanılabilir olduğunu göstermektedir. Bu sonuç, Kaya ve Öçal (2018), Maharani vd. (2025), Günhan ve Açı (2016), He, Yaun ve Kilicman'ın (2024) sonuçlarıyla paralellik göstermektedir. Bahsi geçen çalışmalarda da matematik yazılımlarının akademik başarıya etkisinin öğretim

kademesine göre değişmediği saptanmıştır. Dolayısıyla, bu çalışmanın sonucu evrensel olarak desteklenmektedir.

3-GeoGebra destekli matematik öğretiminde etki büyüklükleri öğretim alanına (matematik konularına) göre farklılaşmamaktadır. GeoGebra'nın sunduğu dinamik ortam tüm matematik konularında benzer şekilde etkili görünmektedir. Benzer sonuçları Kaya ve Öçal (2018), Trejo (2024), Maharani et al. (2025) çalışmalarında da görmekteyiz. Yukarıdaki çalışmalarda da GeoGebra destekli matematik öğretimindeki başarıların matematiğin uğraş alanları olan sayılar ve işlemler, trigonometri, cebir, geometri fark etmeksizin benzer düzeyde olduğu saptanmıştır. Bu durum, GeoGebra'nın geometri, cebir, trigonometri gibi farklı matematik konularında etkili bir şekilde kullanılabileceğini ve bu konular arasında etkililik açısından büyük bir fark oluşturmadığı şeklinde değerlendirilmiştir.

4-GeoGebra destekli matematik öğretimi öğrencilerin matematiğe karşı tutumlarını olumlu yönde etkilemektedir. GeoGebra destekli matematik öğretimi matematiği daha görsel ve etkileşimli hale getirerek öğrencilerin derse olan tutumunu olumlu etkilemektedir. Bu sonuç, teknolojinin öğrenme süreçlerine entegrasyonunun sadece bilişsel özellikleri üzerinde değil, öğrenci motivasyonu ve tutumu gibi duyuşsal özellikleri üzerinde de olumlu etkisi olduğunu göstermektedir. Uwurukundo ve diğerleri (2021), Özdemir ve diğerleri (2020), Trejo'nun (2024) çalışmalarının sonuçları bu çalışmanın sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir. Adı geçen çalışmalar da GeoGebra destekli matematik öğretiminin öğrencilerin matematik öğretimine yönelik tutumları üzerinde pozitif etkileri olduğunu göstermiştir.

5-GeoGebra destekli matematik öğretimine ilişkin çalışmalar 2009 yılında başlamış olup 2019 ve 2024' te en fazla çalışma yapılmıştır. Bu sonuç, bu alandaki araştırmalara ilginin giderek daha arttığını ve eğitim teknolojilerinin öğretim süreçlerindeki rolünün daha çok benimsendiğini göstermektedir. Zaman analizi açısından bu sonuç diğer çalışmalarla uyumludur. Son yıllarda GeoGebra üzerine yapılan çalışmalar ciddi artış göstermiştir. Kaya ve Öçal (2018) GeoGebra destekli matematik öğretimiyle ilgili çalışmaların 2009'dan itibaren artış gösterdiğini vurgularken, Maharani vd. (2025) konuyla ilgili yayınların son 5 yılda artış gösterdiği vurgulanmaktadır. Benzer şekilde Uwurukundo vd. (2021) konuyla ilgili çalışmalarda 2015 sonrası ciddi bir yükselme gözlemlendiğini belirtirken, Demir (2013)

ile Günhan ve Açan (2016) bu çalışmanın sonucundan önceki yıllarda daha az sayıda çalışma olduğunu saptamışlardır.

5.2. Öneriler

Matematik öğretiminde, özellikle kavramsal öğrenmeyi desteklemek amacıyla GeoGebra gibi dinamik matematik yazılımlarının kullanımı teşvik edilmelidir.

Öğretmenlere yönelik hizmet içi eğitimlerde, GeoGebra yazılımının etkin kullanımına yönelik uygulamalı çalışmalar düzenlenmelidir.

Matematik öğretim programları, teknolojik araç kullanımını destekleyecek şekilde güncellenmeli ve teknoloji destekli öğretim etkinliklerine daha fazla yer verilmelidir.

Gelecekte yapılacak araştırmalarda, farklı yaş grupları, farklı matematiksel kavramlar ve uzun süreli uygulamalar üzerine odaklanılarak GeoGebra'nın etkisi daha ayrıntılı şekilde incelenebilir.

Diğer dinamik yazılımlar (Cabri, Desmos vb.) ile GeoGebra'nın etkileri karşılaştırmalı çalışmalarla değerlendirilebilir.

Meta-analize yalnızca belirli yıllar arasında Türkiye'de yapılmış tez çalışmaları ve dâhil edilmiştir. Farklı ülkelerden elde edilen çalışmalar da bu kapsamda değerlendirilebilir.

Meta-analizde GeoGebra destekli matematik öğretiminin yalnızca öğrencilerin akademik başarı ve matematiğe yönelik tutum üzerindeki etkisi incelenmiştir. GeoGebra destekli matematik öğretiminin öz yeterliliğe, matematik kaygısına, kalıcılık üzerindeki etkisine yönelik meta-analizler yapılabilir.

KAYNAKÇA

- Akıncı, M., Seferoğlu, G., Aktay, N., & Keskin, N. (2015). FATİH Projesi kapsamında akıllı tahta ve EBA uygulamalarının matematik eğitimindeki katkıları. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 5(1), 1–23.
- Akkoç, H. (2012). Bilgisayar destekli ölçme-değerlendirme araçlarının matematik öğretimine entegrasyonuna yönelik hizmet öncesi eğitim uygulamaları ve matematik öğretmen adaylarının gelişimi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 3(2), 99–114.
- Aksoy, B. (2007). *Bilgisayar destekli matematik öğretimi*. Matematik Eğitimi Dergisi, 1(1), 45-59.
- Aksoy, Y., & Bulut, M. (2011). Dinamik geometri yazılımı destekli geometri öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına etkisi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 1–8.
- Aktaş, M. (2015). *Operasyonel araştırma ve uygulamaları*. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Aktümen, A. (2007). Bilgisayar yazılımlarının eğitimde kullanımı. *Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 15(4), 78–92.
- Aktümen, M., & Kaçar, A. (2008). Bilgisayar cebiri sistemlerinin matematiğe yönelik tutuma etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 13–26.
- Aktümen, M., Horzum, T., Ünal, M., & Yiğit, N. (2011). Bilgisayar destekli matematik öğretiminin öğrencilerin başarılarına etkisi: GeoGebra yazılımı örneği. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 9(4), 729–755.
- Aldemir, E., & Tatar, M. (2014). BİT kullanımının öğrenme üzerindeki etkisi. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 39(175), 55–67.
- Altınbaş, M. (2021). Lineer cebir dersinde çoklu temsil temelli ve probleme dayalı öğretmen adaylarının düşünme yapılarına, anlama boyutlarına, akademik başarılarına ve öz yeterlik algılarına etkisi (Yayınlanmamış doktora tezi). İstanbul Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Altun, M. (2022). *Matematik öğretimi*. Alfa Akademi Yayıncılık.

- Anajihah, N. M., Sulistyowati, F., Harini, E., Agustito, D., & Nugraheni, Z. (2025). Meta-analysis study: Effectiveness of using GeoGebra on students' mathematical ability. *Indomath: Indonesian Mathematics Education*, 8(1), 44–55. <https://indomath.org/index.php/indomath/article/view/8.1.5>
- Arzarello, A., Olivero, F., Paola, D., & Robutti, O. (2002). Insights on measuring and error in dynamic geometry environments. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 7(2), 165–197. <https://doi.org/10.1023/A:1013932800685>
- Aydın, S. (2003). Bilgisayar destekli öğretimin matematiksel kavramlar üzerindeki etkisi. *Eğitimde Teknoloji Kullanımı*, 7(2), 125–138.
- Baki, A. (2001). *Bilgisayar destekli matematik öğretimi* (2. baskı). Alfa Yayıncılık.
- Baki, A. (2002). *Öğrenen ve öğretmenler için bilgisayar destekli matematik*. İstanbul: Ceren Yayınları.
- Bakioğlu, A., & Özcan, Ş. (2016). *Meta analiz*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Baltacı, S. (2015). Dinamik matematik yazılımlarının öğrencilerin problem çözme becerilerine etkisi: GeoGebra örneği. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(3), 1155–1170.
- Barçın, H. (2019). *Matematik dersi dönüşüm geometrisi konusunun GeoGebra yazılımı ile anlatımının öğrencilerin matematik başarısına, kaygısına ve tutumuna etkisi* (Yayınlanmamış doktora tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Bates, A. W. T. (2015). *Dijital çağda öğretim* (M. Adnan, Çev.). In M. Adnan & G. Y. Güven (Ed.), <https://pressbooks.bccampus.ca/tonybates>
- Battal, A., & Çalışkan, A. (2021). Bilgisayar destekli matematik eğitimi alanında Türkiye’de 2015–2019 yılları arasında yapılan araştırmaların incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 22(1), 583–606.
- Baydaş, Ö. (2010). *Öğretim elemanlarının ve öğretmen adaylarının görüşleri ışığında matematik öğretiminde GeoGebra kullanımı* (Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü). Erzurum.

- Baykul, Y. (2001). *İlköğretimde matematik öğretimi*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Begg, C. B., & Mazumdar, M. (1994). Operating characteristics of a rank correlation test for publication bias. *Biometrics*, 50(4), 1088–1101.
- Bıldırın, V. (2012). *Gerçekçi matematik eğitimi (GME) yaklaşımının ilköğretim beşinci sınıflarda uzunluk, alan ve hacim kavramlarının öğretilmesine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ahi Evran Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İlköğretim Ana Bilim Dalı, Kırşehir.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis*. Wiley.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2010). A basic introduction to fixed-effect and random-effects models for meta-analysis. *Research Synthesis Methods*, 1(2), 97–111.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2013). *Meta-analize giriş* (S. Dinçer, Çev.). Ankara: Anı Yayıncılık. (Orijinal çalışma 2009)
- Bülbül, Y. (2010). *Effects of 7E learning cycle model accompanied with computer animations on understanding of diffusion and osmosis concepts* (Yayınlanmamış doktora tezi). Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Camnalbur, M. (2008). *Eğitimde bilgisayar destekli öğretimin meta-analizi* (Yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Canevi, K. (2019). *Geogebra destekli öğretimin 10. sınıf matematik dersine ait bazı konularda öğrencilerin başarı ve tutumlarına etkisi* (Yüksek lisans tezi). Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman.
- Chen, D., Williams, K., & Zhao, L. (2019). Personalized learning through online platforms: A study on Khan Academy. *Computers & Education*, 134, 1–10. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.01.004>
- Clements, D. H., & Sarama, J. (1997). The future of educational computing research: The case of computer programming. *Information Technology in Childhood Education Annual*, 1997(1), 147–179.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Lawrence Erlbaum Associates.

- Coşkunçay, D. (2018). Mobil öğrenmenin kabulü: Sistematik literatür incelemesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20(2), 571–589. <https://doi.org/10.17556/erziefd.440974>
- Çetin, B. (2018). *Matematiksel fizik ve uygulamaları*. Beta Yayınları.
- Çetin, R. (2018). *Ortaokul altıncı sınıf tam sayılar konusunda uygulanan gerçekçi matematik eğitiminin öğrencilerin motivasyonlarına etkisi* (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Delil, S., & Güleş, H. (2007). Yapılandırmacı öğretim yaklaşımları ve Türkiye'deki uygulamaları. *Eğitim Bilimleri Dergisi*, 22(3), 111–122.
- Demir, F., & Kaya, S. (2019). İstatistiksel yöntemler ve uygulamaları. *Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(3), 45–60.
- Demir, S. (2013). *Bilgisayar destekli matematik öğretiminin (BDMÖ) akademik başarıya etkisi: Bir meta-analiz çalışması* (Yayımlanmış yüksek lisans tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü
- Doğan, M., & Karakırık, E. (2013). *Matematik eğitiminde teknoloji kullanımı*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Durlak, J. A. (1995). *Reading and understanding multivariate statistics*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Duval, S. J. (2005). The trim and fill method. In H. R. Rothstein, A. J. Sutton, & M. Borenstein (Eds.), *Publication bias in meta-analysis: Prevention, assessment, and adjustments*(pp. 127–144). Chichester, England: Wiley.
- Duval, S. J., & Tweedie, R. L. (2000). A nonparametric "trim and fill" method of accounting for publication bias in meta-analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 95(449), 89–98.
- Erdoğan, A. (2016). Sayılar teorisi ve kriptografi. *Matematik Dünyası*, 48(1), 12–20.
- Ersoy, Y. (1997a). Bilişim çağı ve matematik eğitimi: Gelişmeler, eğilimler ve yeni belirtiler. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 99–106.
- Ersoy, Y. (1997b). Okullarda matematik eğitimi: Matematikte okur-yazarlık. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13, 107–112.

- Ersoy, Y. (2002, Mayıs). Matematik öğretiminde eğitsel araçlar-I: Genel bir bakış ve bazı düşünceler. *Matematik Derneği Etkinlikleri*, 24–26 Mayıs. Ankara: MEB Yayınları.
- Ertmer, P. A. (1999). Addressing first- and second-order barriers to change: Strategies for technology integration. *Educational Technology Research and Development*, 47(4), 47–61. <https://doi.org/10.1007/BF02299597>
- Ev-Çimen, A. (2008). Matematiksel tahmin yapma ve öğrenme süreçleri. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(2), 89–102.
- Fabian, K., Topping, K. J., & Barron, I. G. (2016). Mobile technology and mathematics: Effects on students' attitudes, engagement, and achievement. *Journal of Computers in Education*, 3(1), 77–104. <https://doi.org/10.1007/s40692-015-0048-8>
- Fidan, M. (2025). Kesirler konusunun GeoGebra destekli öğretiminin akademik başarı ile akılda kalıcılığa etkisi ve öğrenci görüşleri (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Kafkas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Forsythe, S. (2009). Centres and circles of a triangle. *Mathematics Teaching*, 215, 9–13.
- Freudenthal, H. (1991). *Revisiting mathematics education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Gathen, J. von zur, & Gerhard, J. (2013). *Modern computer algebra* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Garcia, M., & Martinez, F. (2022). Flexible and adaptive learning environments in mathematics education. *Educational Research Review*, 29, 100399.
- Genç, G. (2010). *Dinamik geometri yazılımı ile 5. sınıf çokgenler ve dörtgenler konularının kavratılması* (Yüksek lisans tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü). YÖK Tez Merkezi.
- Genç, Z. (2019). *Fırsat eşitliği bağlamında eğitimde teknoloji: FATİH projesi örneği* (Yüksek lisans tezi, Kocaeli Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çalışma Ekonomisi Anabilim Dalı). YÖK Tez Merkezi.
- GeoGebra. (n.d.). GeoGebra hakkında. <https://www.geogebra.org/about>
- Glass, G. V. (1976). Primary, secondary, and meta-analysis of research. *Educational Researcher*, 5(10), 3–8.

- Graf, K.-D., Malara, N. A., Zehavi, N., & Ziegenbalg, J. (Eds.). (1994). *Technology in the service of the mathematics curriculum*. Berlin: Frei Universität Berlin.
- Granberg, C., & Olsson, J. (2015). ICT-supported problem solving and collaborative creative reasoning: Exploring linear functions using dynamic mathematics software. *The Journal of Mathematical Behavior*, 37, 48–62. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2014.11.001>
- Gravemeijer, K. (1990). Context problems in realistic mathematics education: A calculus course as an example. *Educational Studies in Mathematics*, 21(2), 149–171. <https://doi.org/10.1007/BF00305075>
- Gülburnu, M., & Yıldırım, K. (2015). *İlkokul ve ortaokul öğrencilerine yönelik matematik tutum ölçeği geliştirilmesi ve uygulanması*. VI. Uluslararası Türkiye Eğitim Araştırmaları Kongresi, 568–581. Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Günhan, B. C., & Açıkan, H. (2016). Dinamik geometri yazılımı kullanımının geometri başarısına etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 7(1), 1–23.
- Gürbüz, T., & Toptaş, V. (2020). İlkokul düzeyinde yapılan yaratıcı drama temelli çalışmaların incelenmesi. *Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 6(3), 879–891.
- Güven, B., & Karataş, İ. (2003). Dinamik geometri yazılımı Cabri ile geometri öğrenme: Öğrenci görüşleri. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(2), 67–78.
- Güven, İ., & Karataş, İ. (2005). Dinamik matematik yazılımlarının eğitsel kullanımının etkileri. *Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 30(5), 61–74.
- Hacıömeroğlu, G., Şahin, S., & Şahin, Ç. (2009). Bilgisayar destekli geometri öğretiminin öğrencilerin başarılarına etkisi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 3(2), 17–34.
- He, A., Yuan, W., & Kılıçman, A. (2024). A meta-analysis on the effectiveness of dynamic mathematics software on K-12 students' mathematics learning. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*. Advance online publication. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2024.2375257>

- Hedges, L. V. (1992). Meta-analysis. *Journal of Educational Statistics*, 17(4), 279–296.
- Heid, M. K. (1988). Computer algebra systems and mathematics instruction. *Educational Studies in Mathematics*, 19(2), 89–106.
- Hemadme. (2001). Hesap makinesi destekli matematik eğitimi projesi (ODTÜ-AFP-01.05.01.01). Ankara.
- Higgins, J. P. T., Thompson, S. G., Deeks, J. J., & Altman, D. G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ*, 327(7414), 557–560. <https://doi.org/10.1136/bmj.327.7414.557>
- Higgins, J. P. T., & Green, S. (Eds.). (2011). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions* (Version 5.1.0). The Cochrane Collaboration. <https://handbook-5-1.cochrane.org/>
- Higgins, J. P. T., & Thompson, S. G. (2002). Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in Medicine*, 21(11), 1539–1558.
- Hohenwarter, M. (2004). GeoGebra: A dynamic mathematics software. *Proceedings of the European Conference on Technology in Mathematics Education*, 2, 45–58.
- Hohenwarter, M., & Fuchs, K. (2004). Combination of dynamic geometry, algebra, and calculus in the software system GeoGebra. In *Computeralgebra systems and dynamic geometry systems in mathematics teaching conference* (pp. 1–6).
- Hohenwarter, M., & Jones, K. (2007). Ways of linking geometry and algebra: The case of GeoGebra. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics*, 27(3), 126–131.
- Hohenwarter, M., Jarvis, D., & Lavicza, Z. (2009). Geometri, cebir ve matematik öğretmenlerinin bağlanması: GeoGebra yazılımı ve Uluslararası GeoGebra Enstitüsünün kurulması. *Uluslararası Matematik Eğitiminde Teknoloji Dergisi*, 16(2), 83–86.
- Howson, A. G., & Kahane, J. P. (Eds.). (1986). *The influence of computers and informatics on mathematics and its teaching* (ICMI Study Series). Cambridge University Press.

- Işık, A., Çiltaş, A., & Bekdemir, M. (2008). Matematik eğitiminin gerekliliği ve önemi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, (17), 174–184.
- Işık, C. (2007). Bilgisayarla görselleştirmenin iki değişkenli fonksiyonlarda limit kavramının öğretiminde öğrenci başarısına etkisi. *Journal of Qafqaz University*, 19, 132–141.
- İçel, R. (2011). Bilgisayar destekli öğretimin matematik başarısına etkisi: GeoGebra örneği (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- İnce-Muslu, B., & Erduran, A. (2022). Türkiye’de 2011–2021 yılları arasında teknoloji destekli matematik eğitimi uygulamalarına ilişkin lisansüstü tezlerin incelenmesi. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(20), 92–112.
- İnce, M. (2025). GeoGebra destekli etkinliklerin geometrik akıl yürütme sürecine ve başarıya etkisinin incelenmesi (Yayımlanmamış yüksek lisans/doktora tezi). [Üniversite Adı], Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- İşman, A. (2005). Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Kabaca, O. (2006). Matematik öğretiminde bilgisayar destekli yazılımların kullanımı. *Eğitimde Teknoloji Uygulamaları*, 8(1), 15–27.
- Kabaca, T., Aktümen, M., Aksoy, Y., & Bulut, M. (2010). *GeoGebra ve GeoGebra ile matematik eğitimi*. İstanbul Kültür Üniversitesi Yayınları.
- Kalkanoğlu, B. (2024). Müzik eğitimi ve öğretiminde teknoloji kullanımının akademik başarı üzerindeki etkisi: Bir meta analiz çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 50(221).<https://doi.org/10.15390/EB.2024.13320>
- Kalkınma Bakanlığı. (2014). *10. Kalkınma Planı Eğitim Sisteminin Kalitesinin Artırılması Özel İhtisas Komisyonu Raporu*.
- Kaplanseren, A. (2013). Sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinin eğitimde kullanımı. *Eğitim Teknolojileri Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 15-28.
- Kapucu Kocatürk, N., & Uşun, S. (2020). Üniversitelerde ortak zorunlu derslerin öğretiminde uzaktan eğitim uygulamaları. *Açık Öğretim Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, 6(1), 8–27.

- Kara, E. (2024). 21. yüzyıl becerileri ile matematik eğitiminde yapay zekâ: Dijital çağın eğitim politikaları. *Çocuk ve Medeniyet*, 15, 8–43.
- Kara, H. (2017). Matematiksel analiz: Temel kavramlar ve uygulamalar. *Fen Bilimleri Dergisi*, 9(2), 34–47.
- Karaçay, T. (2013). Matematik öğretimi. *Bilim ve Ütopya Dergisi*, (226), 38–42.
- Karakaya, İ. (2004). Yapılandırmacı yaklaşım ve eğitimdeki yeri. *Eğitim Düşünceleri Dergisi*, 10(4), 233–247.
- Kaya, A.,& Öçal, M. F. (2018). GeoGebra'nın öğrencilerin matematikteki akademik başarılarına etkisi üzerine bir meta-analiz. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 12(2), 31–59. <https://doi.org/10.17522/balikesirnef.505918>
- Kaya, B. (2017). Sınıf öğretmenlerinin eğitimde teknoloji kullanımına ilişkin tutum düzeyi ile mesleğe yönelik tutumları arasındaki ilişkinin incelenmesi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kaya, D. (2015). Çoklu temsil temelli öğretimin öğrencilerin cebirsel muhakeme becerilerine, cebirsel düşünme düzeylerine ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisi üzerine bir inceleme (Yayımlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Kaya, İ. T.,& Aktaş, M. T. (2024). Eğitim alanında uygulanan dürtme yöntemlerinin etkinliği: Meta-analiz çalışması. *Millî Eğitim*, 53(241), 99–132. <https://doi.org/10.37669/milliegitim.1194444>
- Kesgin, Ö. (2017). *Ortaokul 6. sınıf matematik dersindeki sınıf içi etkinliklere ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü.
- Kepçeoğlu, H. (2010). GeoGebra destekli öğretimin matematiksel kavramları öğretmedeki rolü. *Matematiksel Araştırmalar Dergisi*, 21(3), 53–65.
- Khan, F. M.,& Gupta, Y. (2021). A bibliometric analysis of mobile learning in the education sector. *Interactive Technology and Smart Education*. <https://doi.org/10.1108/ITSE-03-2021-0048>

- Kıymaz, S. (2024). Doğrular, açılar ve çokgenlere yönelik GeoGebra destekli öğretimin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve kalıcılığına etkisi (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Artvin Çoruh Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Kohen, Z., Amram, M., Dagan, M., & Miranda, T. (2019). Matematikte öz yeterlilik ve problem çözme becerileri: Öğretime dayalı dinamik ve statik görselleştirmenin etkisi. *Etkileşimli Öğrenme Ortamları*, 1–20.
- Köse, R., & Özdaş, A. (2009). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının dinamik geometri yazılımlarıyla dönüşüm geometrisi konularındaki yeterlikleri. *Eğitim ve Bilim*, 34(153), 52–67
- Kösa, T., & Karakuş, F. (2010). Dinamik geometri yazılımı ile desteklenmiş bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *TÜBAV Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 3(4), 361–368.
- Köse, Y. S., & Özdaş, A. (2009). İlköğretim 5. sınıf öğrencileri geometrik şekillerdeki simetri doğrularını Cabri geometri yazılımı yardımıyla nasıl belirliyorlar? *İlköğretim Online*, 8(1), 159–175.
- Kulm, G. (1994). *Mathematics assessment: What works in the classroom*. Jossey-Bass.
- Kutluca, T., & Zengin, Y. (2011). Matematik öğretiminde GeoGebra kullanımı hakkında öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (17), 160–172.
- Kurt, A. (2018). Eğitimde teknolojinin kullanımı: Dijital değerlendirme araçlarının öğrenci başarısına etkisi. *Eğitim Teknolojileri Dergisi*, 12(3), 45-60.
- Küçük, K. (2019). *GeoGebra destekli dönüşüm geometrisi öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin başarılarına, inançlarına ve tutumlarına etkisinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Bartın Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bartın.
- Lipsey, M. W., & Wilson, D. B. (2001). *Practical meta-analysis*. Sage Publications, Inc.
- Lu, Y. (2008). GeoGebra kullanımının öğrenci başarısına etkisi. *Matematiksel Eğitim Araştırmaları*, 2(1), 18–34.
- Maharani, N. M., Sulistyowati, F., Harini, E., Agustito, D., & Nugraheni, Z. (2025). Meta-analysis study: Effectiveness of using GeoGebra on students' mathematical ability.

- Indomath: Indonesian Mathematics Education Journal*, 8(1), 44-55.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.10648328>
- MEB. (2006). *Milli Eğitim Bakanlığı Bilgisayar Destekli Eğitim Raporu*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- MEB. (2013). *Bilgisayar destekli matematik öğretim stratejileri: Eğitimde yeni yöntemler raporu*. Ankara: Milli Eğitim Bakanlığı.
- Millî Eğitim Bakanlığı. (2024). *Türkiye Yüzyılı Maarif Modeli Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı (5–8. sınıflar)*. Ankara: Temel Eğitim Genel Müdürlüğü.
- Mehta, R. (2016). Mobile learning for education: Benefits and challenges. *International Research Journal of Management, Sociology & Humanity (IRJMSH)*, 7(1), 75–83.
- Moss, G., Jewitt, C., Levaâiç, R., Armstrong, V., Cardini, A., & Castle, F. (2007). *The interactive whiteboards, pedagogy and pupil performance evaluation: An evaluation of the schools whiteboard expansion (SWE) project: London challenge*.
- Mutlu, Y.,& Söylemez, İ. (2019). Ortaokul 8. sınıf öğrencilerine GeoGebra matematik yazılımı ile dönüşüm geometrisi konusunun öğretimi. *Eğitim ve Teknoloji*, 1(2), 163–172.
- Nasibov, F.,& Kaçar, A. (2005). Matematik ve matematik eğitimi hakkında. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(2), 339–346.
- Olkun, S.,& Toluk-Uçar, Z. (2006). Matematik eğitiminde yapılandırmacı yaklaşım ve etkinlikler. *Matematiksel Eğitim Araştırmaları*, 9(2), 73–87.
- Orçanlı, H. B.,& Orçanlı, K. (2016). Bilgisayar destekli geometri öğretimi hakkında öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 25(3), 55–70.
- Öksüz, C.,& Ak, Ş. (2010). İlköğretim okullarında matematik derslerinde teknoloji kullanım düzeyini belirleme ölçeği geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(32), 372–383.
- Önal, M.,& Demir, A. (2013). Matematikte BİT kullanımı ve öğrenci başarıları. *Matematik Eğitimi Dergisi*, 15(2), 51–63.

- Özdemir, E. (2018). Cebirin modern uygulamaları. *Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 24(4), 75–82.
- Özdemir, F., Aslaner, R., & Açıkgül, K. (2020). Bilgisayar destekli matematik öğretiminin öğrencilerin matematik tutumuna etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7(13), 1–19. <https://doi.org/10.29129/inuigse.543534>
- Özkan, M. (2019). Matematiksel mantık ve bilgisayar bilimleri. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 15(1), 22–30.
- Özdemir, G. (2025). *Fen eğitiminde sanal laboratuvar kullanımının akademik başarıya etkisi: Meta-analiz çalışması* (Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü). Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi. <https://tez.yok.gov.tr/>
- Özden, A. (2022). *İlkokul matematik öğretimine yönelik geliştirilen eğitsel oyunların uygulanabilirliğinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Trabzon Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Trabzon.
- Öztop, F. (2022). İlkokul matematik öğretiminde bireysel ve sınıf tabanlı dijital teknoloji kullanımının etkililiği: Bir meta-analiz çalışması. *Uluslararası Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(19), 288–302. <https://doi.org/10.46778/goputeb.1083099>
- Patel, R. (2021). Using Mathway and Wolfram Alpha for enhancing mathematical problem-solving skills. *Journal of Digital Learning*, 9(2), 75–85.
- Pierce, R., & Stacey, K. (2011). Using dynamic geometry to bring the real world into the classroom. In *Model-Centered Learning: Pathways to Mathematical Understanding using GeoGebra* (Vol. 6, pp. 41–55). Brill.
- Rosenthal, R. (1979). The file drawer problem and tolerance for null results. *Psychological Bulletin*, 86(3), 638–641. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.86.3.638>
- Sangwin, C. J. (2007). New opportunities for assessment in using computer algebra systems. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 38(6), 731–741.
- Sheffield, L. J., & Cruikshank, D. E. (2005). *Teaching and learning mathematics: Pre-kindergarten through middle school* (5th ed.). New York, NY: J. Wiley.

- Siahaan, P. (2021). Improving students' mathematical understanding using GeoGebra-assisted learning media. *Journal of Physics: Conference Series*, 1833(1), 012018. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1833/1/012018>
- Sönmez, V. (1994). *Program geliştirmede öğretmen el kitabı* (Personel Geliştirme Merkezi Yayın no: 12). Ankara.
- Sümen, Ö. Ö. (2022). Üç boyutlu tasarım programlarıyla gerçekleştirilen etkinliklerin sınıf öğretmeni adaylarının uzamsal becerilerinin gelişimine etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42(2), 1681–1708.
- Squires, D. (2017). Augmented reality application classroom development: New technology and new media, education and intelligent classrooms. *i-manager's Journal of Educational Technology*, 14(1), 1–6. <https://doi.org/10.26634/jet.14.1.13581>
- Şahin, E., & Kabasakal, V. (2018). STEM eğitim yaklaşımında dinamik matematik programlarının (GeoGebra) kullanımına yönelik öğrenci görüşlerinin incelenmesi. *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6, 55–62.
- Şahin, Y. (2021). Topolojinin fizik ve veri bilimine katkıları. *Matematik ve Uygulamaları*, 17(2), 58–67.
- Şataf, H. (2010). GeoGebra yazılımının matematiksel düşünme üzerindeki etkisi. *Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 22(3), 145–158.
- Şen, S., & Yıldırım, İ. (2023). *CMA ile meta-analiz uygulamaları*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Takacı, D., Stankov, G., & Milanovic, I. (2015). Efficiency of learning environment using GeoGebra when calculus contents are learned in collaborative groups. *Computers & Education*, 82, 421–431.
- Tapan-Broutin, M. S. (2010). *Bilgisayar etkileşimli geometri* (1. baskı). İstanbul: Ezgi Kitabevi.
- Tapan-Broutin, M. S., & Arslan, Ç. (2012). Integration of dynamic geometry softwares in mathematics education: Researches' overview in Turkey. In A. Drujinin, Z. Kostova, I. Sharuho, & E. Atasoy (Eds.), *The science and education at the beginning of the 21st century in Turkey* (pp. 423–436). St. Kliment Ohridski University Press.

- Tarmizi, R. A. (2010). Visualization skills and geometry problem solving. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 8, 468–475. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.12.064>
- T.C. Resmî Gazete. (2011, 14 Eylül). Millî Eğitim Bakanlığının teşkilat ve görevleri hakkında Kanun Hükmünde Kararname (652 sayılı KHK). *Resmî Gazete* (Sayı: 28054, Mükerrer).
- Trejo, R. C. (2024). *The impacts of using GeoGebra on students' perceptions and achievement in learning trigonometric ratios* (Doctoral dissertation, University of Texas Rio Grande Valley).
- Tutkun, B., Öztürk, A., & Demirtaş, M. (2011). Matematiksel temsil çeşitliliği ve öğrenmeye etkisi. *Eğitimde Teknolojik Yenilikler*, 12(1), 34–46.
- Turgut, M., & Baykul, Y. (2012). *Matematik öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Tuzer, G. (2018). *Matematik dersinde GeoGebra programı kullanımının 10. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına, matematik kaygısına ve öğretim teknolojilerine yönelik tutumlarına etkilerinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Mersin.
- Türk Dil Kurumu. (2019). *Güncel Türkçe Sözlük* (Yay. No. 149). Türk Dil Kurumu Yayınları.
- Uğurlu, R. (2009). *Teknolojik pedagojik alan bilgisi çerçevesinde önerilen eğitim programı sürecinde öğretmen adaylarının şekillendirici ölçme ve değerlendirme bilgi ve becerilerinin gelişiminin incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi.
- Umay, A. (1996). Matematik öğretimi ve ölçülmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(12), 145–149.
- Uysal, H., & Sönmez, İ. (2021). Gerçekçi matematik eğitime göre işlenen “tam sayılar” temasının öğrencilerin erişimi ve derse yönelik görüşlerine etkisi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 19(1), 97–122.
- Uwurukundo, M. S., Maniraho, J. F., & Tusiime, M. (2021). Effects of GeoGebra on students' attitudes towards learning geometry: A review of literature. *African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences*, 17(2), 127–137. <https://doi.org/10.4314/ajesms.v17i2.10>

- Ülger, A. (2004). Matematik'in kısa bir tarihi-V. *Matematik Dünyası Dergisi*, 1, 42–45.
- Üstün, U., & Eryılmaz, A. (2014). Etkili araştırma sentezleri yapabilmek için bir araştırma yöntemi: Meta-analiz. *Eğitim ve Bilim*, 39 (174), 1–32. <https://doi.org/10.15390/EB.2014.3379>
- Yıldız Avcı, Z. (2018). *Mobil öğrenme araştırmaları ve uygulamalarına ilişkin bir meta analiz çalışması* (Tez No. 511348) [Yüksek lisans tezi, Fırat Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Yılmaz, R. (2020). Geometrinin mühendislikteki yeri. *Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 11(3), 101–110.
- Yohannes, A., & Chen, H. L. (2021). GeoGebra in mathematics education: a systematic review of journal articles published from 2010 to 2020. *Interactive Learning Environments*, 31(9), 5682–5697. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2016861>
- Yükselen, A., Biber, A. Ç., & Kepçeoğlu, İ. (2021). STEM alanında matematik eğitimi üzerine yapılan lisansüstü tezlerin incelenmesi. *Bayburt Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 200–223. <https://doi.org/10.35675/befdergi.866789>

EKLER

EK 1: HARIÇ TUTULAN ÇALIŞMALAR

EK 2: META-ANALİZ VE CMA KULLANIMI EĞİTİMİ KATILIM BELGESİ



EK-1. Hariç Tutulan Çalışmalar

- a. Nitel araştırma yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar;
 1. 2010 Murat Taş; Geogebra ile Eğrisel İntegrallerin Görselleştirilmesi
 2. 2010 Özlem Baydaş; Öğretim Elemanlarının ve Öğretmen Adaylarının Görüşleri Işığında Matematik Öğretiminde Geogebra Kullanımı
 3. 2011 İbrahim Yıldırım; Teknoloji Destekli Matematik Öğretimi Çerçevesinde Alternatif Ölçme Araçlarının Kullanımı
 4. 2012 Çağlar Naci Hıdıroğlu; Teknoloji Destekli Ortamda Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözüm Süreçlerinin Analiz Edilmesi Yaklaşımı ve Düşünme Süreçleri Üzerine Bir Açıklama
 5. 2012 Gülay Bozkurt; Ortaöğretim Öğretmenlerinin Matematik Öğretiminde Dijital Teknoloji Kullanımına Dair Bir Durum Çalışması
 6. 2012 Seçil Düzce; Özel Dershanelerdeki Öğretmenlerin Matematik ve Geometri Derslerinde Geogebra Yazılımının Kullanılabilirliğine Yönelik Görüşleri
 7. 2012 Tuba Ceylan; Geogebra Yazılımı Ortamında İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Geometrik İspat Biçimlerinin İncelenmesi
 8. 2013 Esra Balgalmış; İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Tekno-Pedagogik Alan Bilgilerinin Öğretim Deneyimleri Bağlamında İncelenmesi
 9. 2013 İlhan Koyuncu; Teknoloji Kullanımının İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Düzlem Geometrisi Problem Çözme Stratejileri Üzerinde İncelenmesi
 10. 2014 Hamide Akkoca; Türk Lise Matematik Öğretmenleri İçin Oluşturulan Bağlamsal İçerikli Geogebra Çalışma Kağıtlarının Geliştirilme Süreci
 11. 2014 Serap Yağmur; Dinamik Geometri Yazılımlarının Göz İzleme ve İletişim Kırılma Durumu Analiziyle Kullanılabilirlik Değerlendirilmesi
 12. 2014 Serdal Baltacı; Dinamik Matematik Yazılımının Geometrik Yer Kavramının Öğretiminde Kullanılmasının Bağlamsal Öğrenme Boyutundan İncelenmesi
 13. 2015 Azime Atay; Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Geogebra Dinamik Matematik Yazılımını Kullanarak Oluşturdukları Matematiksel Görevlerin Bilişsel Düzeylerinin İncelenmesi
 14. 2015 Çağlar Naci Hıdıroğlu; Teknoloji destekli ortamda matematiksel modelleme problemlerinin çözüm süreçlerinin analizi Bilişsel ve üstbilişsel yapılar üzerine bir açıklama

15. 2015 Hakan Durcuk; Teknoloji Destekli Matematiksel Etkinliklerin Öğrencilerin Bilişsel İstemlerini Ortaya Çıkarmadaki Rolü
16. 2015 İbrahim Kepçeoğlu; Dinamik Geometri Yazılımlarıyla Gerçekleştirilen Matematik Derslerinin Ölçme ve Değerlendirme Perspektifinden İncelenmesi
17. 2016 Ebru Saka; Öğretmen Adaylarının Matematiksel Modelleme Problemlerini Çözme Sürecinde Teknolojinin Rolü
18. 2016 Engin Yiğit; Du-TE Modeli Çerçevesinde Tasarlanan Hizmet İçi Eğitimin Etkililiğinin İncelenmesi
19. 2016 Gülay Bozkurt; Teknolojiyle Öğretim Ortaöğretim Matematik Öğretmenlerinin Geogebra Kullanımına İlişkin Çoklu Durum Çalışması
20. 2016 İpek Saralar; Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin GeoGebra Kullanım Amaçları ve Görüşleri
21. 2016 İpek Saralar; İlköğretim Matematik Öğretmen Adayının Geometride Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri Konusunda Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisi
22. 2016 Mehmet Emre; Konya Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Analitik ve Bütüncül Düşünme Stillerinin SOLO Taksonomisi ile İncelenmesi
23. 2017 BirnazKanbur; İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Dinamik Geometri Yazılımı ile Desteklenmiş Ortamda Problem Kurma Durumlarının ve Görüşlerinin İncelenmesi
24. 2017 Çiğdem Özdemir; Lise Matematik Öğretmenleri İçin Belirli İntegral Konusu Üzerinde Araştırmaya Dayalı Bir Ünite Planı Geliştirme
25. 2017 Havva Kaya; 7.Sınıf Öğrencilerinin Öteleme ve Yansıma Problemlerinde Kullandıkları Sürüklenme Türlerinin Göstergebilimsel Analizi
26. 2017 Hilal Yıldız; Matematik Öğretmenlerinin Geometri Alanına İlişkin Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerinin Gelişimsel İncelenmesi
27. 2017 Kazım Çağlar; Ortaokul Öğrencilerinin Kâğıt-Kalem ve Dinamik Geometri Ortamında Üçgen İnşa Etme Süreçlerinin İncelenmesi
28. 2017 Özlem Erkek; Ortaokul Matematik Öğretmen Adaylarının Argümantasyon Yapılarının Teknoloji ve Kâğıt-Kalem Ortamlarında İncelenmesi

29. 2017 Ruhşen Aldemir; Mikro Öğretim Ders İmecesi Yöntemiyle Matematik Öğretmeni Adaylarının Teknolojik Pedagojik Alan Bilgilerinin Gelişimlerinin İncelenmesi Geometrik Cisimler Örneği
30. 2018 Berna Ekeke; Matematik Eğitiminde Dinamik Geometri Yazılımı ile Öğrenme Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Etkinlikler Hakkında Öğretmen Görüşlerinin Belirlenmesi
31. 2018 Onur Çetin; Ortaokul 7.Sınıf Öğrencilerinin Dinamik Geometri Yazılımı Geogebra ile Dönüşüm Geometrisi Öğrenim Süreçlerinin İncelenmesi
32. 2019 Betül Çil; Geometri Öğretiminde Öğretim Teknolojilerinin Kullanımı 2000-2018 Yılları Arasında Yazılan Lisansüstü Tezlerin Bloom Taksonomisine Göre İncelenmesi
33. 2019 Emine Kocalar, Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Çember ile İlgili Problemlerde Kullandıkları Sürüklenme Türleri
34. 2019 Esra Demiray; Ortaokul Matematik Öğretmen Adaylarının Bilişsel Bütünlük Bağlamında Argümantasyon, İspat ve Geometrik İnşa Süreçlerinin İncelenmesi
35. 2019 Gökay Açıkıldız; Vektör Uzaylarının Öğretimine Yönelik Öğrenme Ortamının Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi
36. 2019 Gökhan Şahin; Dönüşüm Geometrisi Konularının Dinamik Geometri Yazılımlarıyla Öğretiminin Öğrencilerin Öğrenme Süreçlerine Etkisi
37. 2019 Gökhan Karaaslan; Özel Yetenekli Öğrencilerin Karmaşık Sayılar Konulu Etkinlikler ile Üstbilişsel Bilgi ve Becerilerinin İncelenmesi
38. 2019 Gül Mine Bayram; 2008-2018 Yılları Arasında Matematik Eğitimi Alanında Yapılan Lisansüstü Tezlerin Bilgisayar Destekli Matematik Öğretimi Bağlamında İncelenmesi
39. 2019 Mehmet Nuri Öğüt; Matematik Öğretmenlerinin Alan Bilgilerine İlişkin Öz Değerlendirme Aracı Olarak Teknoloji Kullanımı
40. 2019 Mehmet Salih Çörekçioğlu; Matematik Öğretmenlerinin ve Öğrencilerin Geogebra Yazılımının Kullanılması Hakkındaki Görüşlerinin İncelenmesi
41. 2019 Pembe Usta; Düzlemlerin Birbirlerine Göre Durumları Konusu Öğretiminde Geogebra Yazılımı Kullanımının Bağlam Oluşumundaki Rolü
42. 2019 ToylyBozjanov; Öğrencilerin Dinamik Geometri Ortamında Varsayımda Bulunma Süreci

43. 2020 Ebru Büşra Yılmaz; Matematik Öğretmen Adaylarının Çevrimiçi Eğitimde Harita Kullanımına Yönelik Ders Planı Hazırlama ve Uygulama Deneyimleri
44. 2020 Muhammet Ömer Küçükkahveci; Matematik Öğretmen Adaylarının Geogebra Ortamlarında Çoklu Çözüm Gerektiren Problemleri Çözme Süreçlerinin İncelenmesi
45. 2021 Fatih Önel; Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Geometrik Düşünme Becerilerinin Dinamik Geometri Ortamında İncelenmesi
46. 2021 Fatma Ağaçdiken; 5. Sınıf Öğrencilerinin Alan Kavramını Dinamik Matematik Yazılımı Destekli Öğretim Ortamında Oluşturma Süreçleri: Dikdörtgen Durumu
47. 2021 Kübra Alan; 6. Sınıf Öğrencilerinin Geogebra Yazılımı ile Hacim Konusunu Öğrenmelerinin Gme Yaklaşımı Çerçevesinde İncelenmesi
48. 2021 Serkan Gürsan; Teknoloji Desteği ile Dönüşüm Geometrisi Öğretiminin Matematik Öğretmen Adaylarının Eleştirel Düşünme Eğilimine Katkısı
49. 2022 Halil Yılmaz; Özel Yetenekli Öğrencilerin Dinamik Matematik Yazılımı ve Manipülatif Destekli Ortamda Matematiksel Genelleme Süreçleri
50. 2022 Mehmet Demir; Acodesa Metodu ile Tasarlanan Geogebra Destekli Öğrenme Ortamında Ortaokul Öğrencilerinin Üçgenler Konusundaki Matematiksel Akıl Yürütmelerinin İncelenmesi
51. 2022 Nazlı Aksu; Geogebra Destekli Acodesa Metodu ile 7. Sınıf Öğrencilerinin Çokgenler Konusundaki Matematiksel Akıl Yürütmelerinin İncelenmesi
52. 2022 Nimet Barçın; Fonksiyonlar Konusunun Öğretiminde Geogebra Kullanımının Onuncu Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Dil Gelişimlerine ve Öz-Yeterlik Algılarına Etkisinin İncelenmesi
53. 2022 Seda Balcı; Dinamik Geometri Yazılımlarıyla Dönüşüm Geometrisi Öğretimine Semiyotik Arabuluculuk Perspektifinden Bir Bakış
54. 2022 Seyfettin Alan; Matematik Öğretiminde Enstrümanlı Aktivitelerin Enstrümantal Orkestrasyon Teorisi Çerçevesinde İncelenmesi
55. 2022 Süleyman Emre Aktaş; Matematik Öğretmeni Adaylarının Teknoloji Destekli Matematiksel Modelleme Sürecindeki Bilgi İşlemsel Düşünmeye İlişkin Zihinsel Eylemlerinin İncelenmesi
56. 2022 Sündüz Demirci; Öğretmen Adaylarının Açılar Konusunda Kavram Yanılgılarını Gidermede Geogebra Kullanım Düzeylerinin Belirlenmesi

57. 2022 Ümit Durak; Geogebra Yazılımı ile Dönüşüm Geometrisi Konusunda Öğrenme Etkinliklerinin Geliştirilmesi ve Öğretmen Görüşlerinin İncelenmesi
58. 2023 Ahmet Anıl Küçükdoğan; Matematik Öğretmen Adaylarının Geogebraİle Desteklenmiş Sorgulama Temelli Öğretim Ortamlarında Simetri-Öteleme-Dönme Kavramlarına Dair Bilgilerinin İncelenmesi
59. 2023 Arife Tolga; 7. Sınıf Öğrencilerinin Çoklu Temsil Temelli Öğretim Sürecindeki Zihnin Geometrik Alışkanlıklarının İncelenmesi
60. 2023 Buse Eser Demirden; 11. Sınıf Öğrencilerinin Dörtgenlerle İlgili Kavrayışlarının Geliştirilmesine Yönelik Öğretim Deneyi
61. 2023 Emine Güngör; Ortaokul Öğrencilerinin Geometrik İnşa Görevlerindeki Argümantasyon Yapılarının İncelenmesi
62. 2023 ErcumentEliş; İlköğretim Matematik Öğretmenlerinin Geogebra Yazılımı ve Dijital Materyal Kullanım Süreçlerinin İncelenmesi
63. 2023 Faden Topuz; Sekizinci Sınıf Öğrencilerinin Ortaklaşa Argümantasyon Süreçlerinin İncelenmesi
64. 2023 Hasan Can Durdu; Matematik Öğretmen Adaylarının Çizimlerle Benzer Üçgen Oluşturma ve Pantograf Kullanma Durumlarının İncelenmesi
65. 2023 Hatice Kübra Karabağ; 2000-2022 Yılları Arasındaki Teknoloji Destekli Geometri Öğretiminde Başarıyı İnceleyen Tezlerin SistematiK Derleme Yoluyla İncelenmesi
66. 2023 Havvanur Ekinci; Ortaokul Öğrencilerinin Dinamik Matematik Yazılımı Destekli Ortamda Dörtgenleri Genelleme Süreçleri
67. 2023 Mehmet İhsan Yurtyapan; Fonksiyon Grafiklerine Yönelik Tgad'ye Dayalı Teknoloji Destekli Öğrenme Ortamının Tasarlanması, Uygulanması ve Grafik Okuryazarlık Becerilerine Etkisinin İncelenmesi
68. 2023 Muhammet Osman Tekin; Ortaöğretim Matematik Öğretmenlerinin Katı Cisimler Konusunda Teknoloji Destekli Etkinlik Tasarlama Süreçlerinin İncelenmesi
69. 2023 Mustafa Değerli; Matematik Öğretmenlerinin Dinamik Geometri Yazılımı ile Desteklenmiş Uzaktan Öğretim Süreçlerindeki Enstrümantal Orkestrasyon Biçimlerinin İncelenmesi

70. 2023 Nilgün Alıcı; Prizmaların Hiyerarşik İlişkileri ve Hacim Bağıntılarını Oluşturma Sürecinde Dinamik Geometri Yazılımı Kullanımı ve Öğrencilerin Süreç Hakkındaki Görüşleri
71. 2023 Serdar Korkmaz; Padovan Vektörleri ve Padovan Kuaterniyonları
72. 2023 Reyhan Çelik; Matematik Öğretmeni Adaylarının Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları İçeren Ders Planı Hazırlama Deneyimleri
73. 2024 Ahmet Ala Sarımurat; İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Ters Yüz Öğrenme Bağlamında Matematiksel Modelleme Sürecinde Yaşadığı Zorluklar: Fonksiyonlar Örneği
74. 2024 Ahmet Fatih Güngör; Ortaokul 8.Sınıf Öğrencilerinin Teknoloji Destekli Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözme Süreçlerinin İncelenmesi
75. 2024 Azra Ergün; Özel Yetenekli Ortaokul Öğrencilerinin Problem Çözme Süreçlerinde Dinamik Matematik Yazılımının Rolü
76. 2024 Beyza Kılıç; 7. Sınıf Matematik Dersi İçin Geogebra Destekli Etkinliklerin Geliştirilmesi: Öğretmen Görüşlerine Yansımalar
77. 2024 Beyzanur Gürdal; Matematik Ders Kitaplarındaki Geogebra Etkinliklerinin Değerlendirilmesi: Özel Durum Çalışması
78. 2024 Derya Zengin; Özel Yetenekli Öğrencilere Yönelik Tasarlanan Teknoloji Destekli Geometri Öğretim Modülünün İspat ve Muhakeme Süreçleri Açısından İncelenmesi
79. 2024 Hülya Göktürk; Geometrik Kavramların Oluşumunda Bilişsel Araç Olarak Geogebra Kullanımı
80. 2024 Kübra Uzun Yazıcı; Dinamik Geometri Destekli Ortamda Ortaokul Öğrencilerinin Geometrik Muhakemelerinin İncelenmesi
81. 2024 Merve Erdem; 2009-2023 Yılları Arasında Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisine Yönelik Yürütülen Lisansüstü Tezlerin Genel Perspektif ve Matematik Eğitimi Özelinde İncelenmesi
82. 2024 Sümeyra Özhan; Atmaca İlköğretim Geometri Öğretiminde Materyal Kullanımı ile İlgili Türkiye’de Yapılan Lisansüstü Tezlerin İncelenmesi
83. 2025 Akın Beşiktaş; Ortaöğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Geogebra Kullanarak Matematiksel Modelleme Problemlerinin Çözüm Süreçlerinin İncelenmesi

84. 2025 Uğur Özdemir; 8. Sınıf Öğrencilerinin Dinamik Öğrenme Ortamında Kovaryasyonel Akıl Yürütmelerinin İncelenmesi: Bir Öğretim Deneyi
85. 2025 Semra Ertekin; Matematik Eğitimi Alanında Matematiksel Modelleme ile İlgili Tamamlanmış Lisansüstü Tezlerin Tematik ve Yöntemsel Eğilimlerinin İncelenmesi
86. 2025 Habip Mehmet Sevgi;Ortaokul Öğrencilerinin Dinamik Geometri Ortamlarında Süslemeler Aracılığıyla Geometrik Kavramları Öğrenme Süreçlerinin İncelenmesi

b. Erişim izni olmayan çalışmalar;

1. 2024 Sümeyye İlhan; Açılar Konusu Öğretiminde Geogebra Kullanımının 6. Sınıf Öğrencilerinin Geometriye Yönelik Kaygı, İnanç ve Başarısına Etkisi

(Bu çalışma 14.05.2025 tarihine kadar kullanımı yazar tarafından kısıtlanmıştır.)

2. 2025 Şeyma Duman; Geogebra etkinlikleri ile cebir öğrenme: 7. sınıf öğrencilerinin matematiksel uygulamalarını inceleme

(Bu çalışma 28.08.2025 tarihine kadar kullanımı yazar tarafından kısıtlanmıştır.)

c. Akademik başarıya ve tutuma etkisi dışında farklı etkilerin incelenmiş olduğu çalışmalar;

1. 2012 Meryem Sarıhan; Dinamik Matematik Yazılımı Destekli Ortamda 8. Sınıf Öğrencilerinin Denklem ve Eşitsizlikleri Anlama Seviyelerinin Solo Taksonomisine Göre İncelenmesi
2. 2013 Abdulkadir Öner; Bilgisayar Destekli Öğretimin İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Trigonometrik Fonksiyonların Periyotlarıyla İlgili Kavram İmajlarına Etkisi
3. 2013 Erdem Çekmez; Dinamik Matematik Yazılımı Kullanımının Öğrencilerin Türev Kavramının Geometrik Boyutuna İlişkin Anlamalarına Etkisi
4. 2014 Hacer Türkoğlu; Dgy Kullanarak Göz İzleme Yöntemi ile Alan Bağımsız Bilişsel Stile Sahip Matematik Öğretmen Adaylarının Problem Çözme Becerilerinin Öğrenme Stilleri Açısından İncelenmesi

5. 2015 Mustafa Aydos; Matematiği Geogebra ile Öğretmenin Limit ve Süreklilik Konularının Kavramsal Anlaşılmasına Olan Etkisi Üstün Zekâlı ve Yetenekli Türk Öğrencileri
6. 2015 Türkan Berrin Kağızmanlı; Analitik Geometriye Yönelik Bilgisayar Destekli İşbirlikli Dinamik Öğrenme Ortamının Geliştirilmesi, Uygulanması ve Değerlendirilmesi
7. 2017 Esra Çiftçi; Bilgisayar Destekli Ders Materyali Geliştirme ve 5. Sınıf Geometri Dersi İçin Bir Uygulama
8. 2017 İlknur İshak Çirişoğlu; R^n Uzayındaki Temel Topolojik Kavramların Öğretiminde Geogebra Programının Kullanılmasının Etkisinin İncelenmesi
9. 2017 Kübra Açıkgül; Geogebra Destekli Mikro Öğretim Uygulaması ve Oyunlaştırılmış (Tpab) Etkinliklerinin İlköğretim Mat. Öğretmen Adaylarının Tpab Düzeylerine Etkisi
10. 2017 Seçil Yemen; Karpuzcu Ortaokul Matematik Öğretmenlerinin Teknoloji Destekli Sınıf Ortamında Eğitim, Doğru Denklemleri ve Grafikleri Öğretimi Sırasındaki Matematiksel Uygulamaları
11. 2018 Fatih Kaleci; Bilgi ve İletişim Teknolojilerinin Matematik Eğitimi Sürecine Entegrasyonuna Yönelik Hizmet İçi Eğitim Programı Uygulaması ve Etkiliği
12. 2018 Kübra Uzun; Doğrusal Denklemler ve Eğitim Konusunun Dgy ile Öğretiminin 8. Sınıf Öğrencilerinin Kavramsal Anlamalarına ve Kalıcılığa Etkisi
13. 2018 Merve Ceylan; Ortaokul 8. Sınıf Öğrencilerinin Çoklu Zekâ Algıları ve Matematik Öğretim Programında Yer Alan Alana Özgü Problem Çözme Becerilerileri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi
14. 2018 Mikail Yüksel; Çokgenler Konusunda Tasarlanan Farklı Öğrenme Ortamlarının 7.Sınıf Öğrencilerinin Geometrik Düşünme Düzeylerine Etkisi
15. 2018 Sedef Çolakoğlu; Çember Konusunun Geogebra Yazılımıyla Öğretiminin 7.Sınıf Öğren. Yaratıcı Düşünme Becerilerine Etkisi
16. 2019 Burcu Aparı; Geogebra Destekli Problem Kurma Temelli Öğrenme Sürecinin Öğrencilerin Problem Kurma Becerisine ve Öz Yeterlik İnancına Etkisi
17. 2019 Ezgi Senger; Sosyomatematiksel Normlar ve Teknoloji İle Zenginleştirilmiş Öğretimin 6. Sınıf Öğrencilerinin Yükseklik Kavramını Anlamasına Etkisi

18. 2019 Havva Zülal Yılmaz; Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Çokgenler ve Dörtgenler Konusundaki Kavram Yanılgılarının Geogebra ile Bilişsel Çelişki Oluşturarak Giderilme Sürecinin İncelenmesi
19. 2019 Kadir Ömeroğlu; Lineer Olmayan Denklemler ve Geogebra Uygulamaları
20. 2019 Pınarcan İşçi; Etkinlik Temelli Öğretim Yaklaşımlarının 8.Sınıf Öğrencilerinin Doğrusal Denklemler Konusundaki Kavram Yanılgılarının Giderilmesi Üzerine Etkisinin İncelenmesi
21. 2020 Cihan Albay; Otizm Spektrum Bozukluğu Olan Öğrencilere Çarpma İşleminin Öğretiminde Bilgisayar Destekli Geogebra Yazılımıyla Sunulan Somut-Yarı Somut Soyut (Cra) Öğretim Stratejisinin Etkililiği
22. 2021 Fatma Çakır; Dinamik Geometri Yazılımının Öğretmen Adayları ve Öğretmenlerin Sözsüz İspat Yapma Becerileri Üzerine Etkililiğinin Değerlendirilmesi
23. 2021 Ferhat Aslan; Geogebra Uygulamalarının Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Atışlar Konusundaki Akademik Başarılarına, Kavram Yanılgılarına ve Öğrendikleri Kavramların Kalıcılığa Etkisi
24. 2021 Zülal Melek; Dinamik Geometri Yazılımının Geometri Görevlerinde Aday Matematik Öğretmenlerinin Matematiksel Yaratıcılığı Üzerindeki Rolü
25. 2022 Birkan Erol; 8. Sınıf Matematik Ders Kitabındaki Geogebra Etkinliklerinin Çalışma Yapraklarıyla Uygulanması
26. 2022 Elif Beyhan; Türkiye’de Geogebra ile İlgili Öğretmen ve Öğretmen Adayları ile Yürütülen Makalelerin Tematik ve Yöntemsel Eğilimi: Bir Sistemik Derleme Çalışması
27. 2022 Furkan Erdoğan; 7. Sınıf Öğrencilerinin Geogebra ile Uzamsal Görselleştirme Becerisi ve Matematik Öğretmenlerinin Görüşleri
28. 2022 Muhammet Ali Kaçmaz; Değişken Sönümlenme Kuvvetlerine Sahip Hibrit Amortisör Tasarımı ve Modellemesi
29. 2023 Duygu Bedir; Teknoloji Destekli Kuadratik Yüzeyler Öğretiminin Matematik Öğretmenliği Lisans Öğrencilerinin Uzamsal ve Eleştirel Düşünme Becerilerine Etkisinin İncelenmesi
30. 2023 İsmail Batuhan Turuş; Öğretmen Adaylarının Geogebra Kullanarak Oluşturdukları Etkinliklerdeki Matematiksel Derinlik Seviyeleri ve Teknolojik Eylemlerin İncelenmesi

31. 2023 Şule Özcan; Sorgulayıcı 5e Modeli ile Bütünleştirilmiş Ters-Yüz Öğrenme Ortamında Ortaokul Öğrencilerinin Çember ve Daire Konusundaki Kavramsal Anlama Süreçlerinin İncelenmesi
 32. 2024 Cüneyt Baran; Genelleştirilmiş Kompleks Sayılarla Düzlemsel Mekanizmalar ve Uygulamaları
 33. 2024 Fatma Yıldırım; GeoGebra Kullanarak Tasarladıkları Öğretim Materyallerinin Fizik Öğretmen Adaylarının Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine ve Tıbbi Yeterliklerine Etkisi
 34. 2024 İbrahim Ethem Kılıç; Çift Çene Hareketli Ambalaj Kapama Makinesi Tasarımı ve Analizi
 35. 2024 Merve Nur Bozkurt; Geogebra Destekli Problem Kurma Temelli Öğrenme Sürecinin Öğretmen Adaylarının Yaratıcı Problem Kurma Becerilerine Etkisinin İncelenmesi
 36. 2024 Mustafa Buğra Akgül; Matematik Koçluğu Yoluyla Bir Ortaokul Matematik Öğretmeninin Geometrideki Teknolojik Pedagojik Alan Bilgisinin (Tıbbi) Gelişimi
- d. Meta-analiz için gerekli olan çalışmanın etki büyüklüğü değerinin eksik olduğu çalışmalar;
1. 2013 Gökhan Karaaslan; Geometri dersine yönelik dinamik geometri yazılımları ile hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin akademik başarıları ve uzamsal yetenekleri bağlamında incelenmesi
 2. 2019 Mehmet Erdem Hot; Matematik öğretiminde dinamik geometri yazılımları kullanımının öğrencilerin matematik başarısına etkisi
 3. 2023 Fidan Çalışkan; Somut nesneler ve dinamik geometri yazılımı kullanımının üstün zekâlı ve yetenekli öğrencilerin geometri performanslarına, tutumlarına ve öz yeterliliğe etkisi

EK-2. Meta-Analiz ve CMA Kullanımı Eğitimi Katılım Belgesi