



**ARTIRILMIŞ GERÇEKLİĞİN EĞİTİMDE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ: META-ANALİZ VE SİSTEMATİK KAYNAK
TARAMASI ARAŞTIRMASI**

Gökçe AKÇAYIR

DOKTORA TEZİ

**BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ ANA
BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

NİSAN, 2018

TELİF HAKKI ve TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren on iki (12) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN

Adı : Gökçe

Soyadı : Akçayır

Bölümü : Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi

İmza :

Teslim tarihi :

TEZİN

Türkçe Adı : Artırılmış Gerçekliğin Eğitimde Etkisinin İncelenmesi: Meta-Analiz ve Sistematik Kaynak Taraması Araştırması

İngilizce Adı : The Effect of Augmented Reality in Education: A Meta-Analysis and Systematic Literature Review

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

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

Yazar Adı Soyadı: Gökçe AKÇAYIR

İmza:

JÜRİ ONAY SAYFASI

Gökçe AKÇAYIR tarafından hazırlanan “Artırılmış Gerçekliğin Eğitimde Etkisinin İncelenmesi: Meta-Analiz ve Sistemik Kaynak Taraması Araştırması” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Sami ŞAHİN

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi A.B.D., Gazi Üniversitesi

Başkan: Doç. Dr. Aslıhan TÜFEKÇİ

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi A.B.D., Gazi Üniversitesi

Üye: Doç. Dr. Ayfer ALPER

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi A.B.D., Ankara Üniversitesi

Üye: Doç. Dr. Hakan DÜNDAR

Sınıf Eğitimi A.B.D., Kırıkkale Üniversitesi

Üye: Dr. Öğr. Üyesi. Didem ALSANCAK SIRAKAYA

Bilgisayar Teknolojisi A.B.D., Ahi Evran Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 26/04/2018

Bu tezin Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Selma Yel

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü



Eşime

**ARTIRILMIŞ GERÇEKLİĞİN EĞİTİMDE ETKİSİNİN
İNCELENMESİ: META-ANALİZ VE SİSTEMATİK KAYNAK
TARAMASI ARAŞTIRMASI**

Doktora Tezi

Gökçe AKÇAYIR

GAZİ ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Nisan 2018

ÖZ

Bu araştırmanın temel amacı, eğitimde artırılmış gerçeklik (AG) kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına etkisini inceleyen deneysel araştırmaların meta-analiz yoluyla analiz edilerek artırılmış gerçekliğin öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisinin incelenmesidir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen aramalar sonucunda toplam 163 tez ve makaleye ulaşılmıştır. Dâhil edilme ölçütlerine uygun olduğu belirlenen 36 araştırmadan elde edilen veriler Comprehensive Meta-Analysis (CMA) yazılımı ile analiz edilmiştir. Araştırmada hesaplanan bütün etki büyüklükleri için Hedges'in g etki büyüklüğü kullanılmıştır. Bu araştırmada ayrıca, genel etki büyüklüğünde etkisinin olabileceği düşünülen sınıf/eğitim düzeyi, uygulama alanı, yıl, ülke ve yayın türü olmak üzere beş düzenleyici değişken belirlenmiştir. Meta-analizin güvenilirliğini sağlamak için yayın yanlılığı test edilmiştir. Elde edilen bulgular AG'nin akademik başarı üzerindeki genel etki büyüklüğünün orta düzeyin alt sınırında olduğunu göstermiştir.

Anahtar Kelimeler : Artırılmış Gerçeklik, Eğitim, Akademik Başarı, Meta-Analiz

Sayfa Adedi : 119

Danışman : Doç. Dr. Sami ŞAHİN

**THE EFFECT OF AUGMENTED REALITY IN EDUCATION: A
META-ANALYSIS AND SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW
(Ph.D)**

**Gökçe AKÇAYIR
GAZI UNIVERSITY
GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES
March, 2018**

ABSTRACT

The main objective of this study is to analyze the effect of augmented reality on students' academic achievements by conducting a meta-analysis that examines the experimental studies about augmented reality in education. At the end of the data gathering process, 163 studies including articles, thesis and dissertations are determined as eligible for the systematic literature review. After the inclusion criteria employed for the meta-analysis, it is seen that 36 studies are eligible for meta-analysis. Following the determination of the included studies, meta-analysis are conducted on Comprehensive Meta-Analysis (CMA) software, and Hedge's g effect size is used for all effect size calculations in this study. Beside of the general effect size calculations, other meta-analysis are carried out with educational level, field, years, countries and publication type moderator variables. In order to strengthen the reliability of the meta-analysis, tests regard to publication bias are performed and reported. The findings are demonstrated that the general effect size of augmented reality on academic achievement is on the threshold of the medium range category.

Keywords :Augmented Reality, Education, Academic Achievement, Meta-Analysis
Page Number : 119
Supervisor : Assoc. Prof. Dr. Sami ŞAHİN

İÇİNDEKİLER

ÖZ	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xii
BÖLÜM I	1
GİRİŞ	1
1.1 Amaç.....	5
1.2 Önem	5
1.3 Varsayımlar	6
1.4 Sınırlılıklar.....	7
1.5 Tanımlar	7
BÖLÜM II	9
KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ÇALIŞMALAR	9
2.1 Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi	9
2.2 Artırılmış Gerçekliğin Tarihçesi	10
2.3 Artırılmış Gerçeklik Türleri ve Çalışma Prensipleri	11
2.4 Artırılmış Gerçeklik Platformları	13
2.5 Artırılmış Gerçeklik Yazılımları	15
2.6 Artırılmış Gerçeklik ve Eğitim	18

2.6.1 Eğitimde Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Sağladığı Fırsatlar.....	18
2.6.2 Eğitimde Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Kullanımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar	21
2.7 Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Kuramsal Temelleri	23
2.7.1 Çoklu Ortam Öğrenme Kuramı	23
2.7.2 İkili Kodlama Kuramı	25
2.8 Meta-Analiz Kavramı.....	26
2.8.1 Meta-Analizin Tarihsel Gelişimi.....	27
2.8.2 Meta-Analizin Güçlü Yönleri.....	28
2.8.3 Meta-Analize Yönelik Eleştiriler	29
2.8.4 Etki Büyüklüğü	31
2.8.5 Meta-Analizde Heterojenlik ve Model Seçimi.....	32
2.9 Meta-Analiz Süreci	34
2.10 Eğitim Alanında Yapılmış Meta-Analiz Çalışmaları	36
BÖLÜM III	41
YÖNTEM.....	41
3.1 Araştırma Yöntemi	41
3.2 Verilerin Toplanması.....	42
3.2.1 Taranan Veri Tabanları ve Arama Kriterleri.....	42
3.2.2 Seçme Ölçütleri.....	42
3.3 Verilerin Analizi.....	45
3.3.1 Kodlama Süreci	45
3.3.2 Meta-analiz süreci	46
BÖLÜM IV	49
BULGULAR	49
4.1 Betimsel Analizler	49
4.1.1 Yıllara Göre Dağılım.....	49

4.1.2 Ülkelere Göre Dağılım	50
4.1.3 Tercih Edilen AG Platformu Dağılımı	51
4.1.4 Tercih Edilen AG Yazılımı Dağılımı	52
4.1.5 Sınıf/Eğitim Düzeyi Dağılımı.....	53
4.1.6 Örneklem Sayıları Dağılımı	54
4.1.7 Uygulama Alanları Dağılımı	55
4.1.8 Öğretim Yaklaşımlarının Dağılımı.....	56
4.1.9 Araştırma Yöntemi Dağılımı.....	57
4.1.10 İncelenen Değişkenlere Göre Dağılım	58
4.2 Meta-Analiz	60
4.2.1 Meta-Analize Dâhil Edilen Çalışmalar	60
4.2.2 Yayın Yanlılığı Analizleri.....	62
4.2.3 Çalışmaların Bireysel Etki Büyüklükleri.....	63
4.2.4 Genel Etki Büyüklüğü İçin Heterojenlik Testi.....	65
4.2.5 Genel Etki Büyüklüğü	66
4.2.6 Düzenleyici Analizleri	66
BÖLÜM V	82
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	82
KAYNAKÇA	95
EKLER	115
EK 1. Meta- Analize Dâhil Edilen Çalışmaların Künyeleri.....	116

TABLolar LİSTESİ

Tablo 1 <i>AG Yazılımlarının Özellikleri</i>	17
Tablo 2 <i>Meta-Analiz Süreci</i>	35
Tablo 3 <i>Eğitimde Meta-Analiz Tezleri</i>	40
Tablo 4 <i>Araştırılan Değişkenler</i>	59
Tablo 5 <i>Meta-Analizde İncelenen Çalışmalar</i>	60
Tablo 6 <i>Duval ve Tweedie Kırp ve Doldur Testi Sonuçları</i>	62
Tablo 7 <i>Meta-Analize Dâhil Edilen Çalışmaların Anlamlılık Düzeylerine Göre Gruplandırılması</i>	65
Tablo 8 <i>Genel Etki Büyüklüğü İçin Heterojenlik Testi Sonuçları</i>	65
Tablo 9 <i>Genel Etki Büyüklüğü Analizi</i>	66
Tablo 10 <i>Sınıf/Eğitim Düzeyi İçin Heterojenlik Testi</i>	67
Tablo 11 <i>Rastgele Etkiler Modeli İle Sınıf/Eğitim Düzeyine Göre Etki Büyüklüğü Hesaplamaları</i>	69
Tablo 12 <i>Uygulama Alanı İçin Heterojenlik Testi</i>	70
Tablo 13 <i>Uygulama Alanına Göre Etki Büyüklüğü Hesaplamaları</i>	72
Tablo 14 <i>Yıllar İçin Heterojenlik Testi</i>	73
Tablo 15 <i>Rastgele Etkiler Modeli İle Yıllara Göre Etki Büyüklüğü Hesaplamaları</i>	75
Tablo 16 <i>Ülkeler İçin Heterojenlik Testi</i>	76
Tablo 17 <i>Rastgele Etkiler Modeli İle Ülkelere Göre Etki Büyüklüğü Hesaplamaları</i>	78
Tablo 18 <i>Yayın Türü İçin Heterojenlik Testi</i>	78
Tablo 19 <i>Rastgele Etkiler Modeli İle Yayın Türüne Göre Etki Büyüklüğü Hesaplamaları</i>	81

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Konum tabanlı AG.	3
Şekil 2. İşaretçi tabanlı AG.	12
Şekil 3. Konum tabanlı AG.	12
Şekil 4. Başa monte edilen kasklı ekran AG platformu.	13
Şekil 5. Masaüstü bilgisayar AG platformu.	14
Şekil 6. Heterojenliğin gösterimi.....	33
Şekil 7. Veri toplama süreci akış diyagramı.....	44
Şekil 8. Araştırmaların yıllara göre dağılımı.....	50
Şekil 9. Araştırmaların yazarlarının görev yaptığı ülkelere göre dağılımı.....	51
Şekil 10. Tercih edilen AG platformları dağılımı.	52
Şekil 11. Tercih edilen AG yazılımları dağılımı.	53
Şekil 12. Sınıf/eğitim düzeyi dağılımları.	54
Şekil 13. Araştırmaların örneklem sayıları dağılımı.	55
Şekil 14. Uygulama alanları dağılımı.....	56
Şekil 15. Araştırmaların dayandırıldığı öğretim yaklaşımlarının dağılımı.	57
Şekil 16. Araştırmaların yöntem dağılımı.	58
Şekil 17. Huni grafiği dağılımı.....	63
Şekil 18. Meta-analize dâhil edilen çalışmaların bireysel etki büyüklüklerinin analizi.....	64
Şekil 19. Sınıf/eğitim düzeyine göre gruplandırılmış etki büyüklükleri.	68
Şekil 20. Fen Bilimleri ve Tıp düzenleyicisi için etki büyüklükleri dağılımı.	70
Şekil 21. Matematik ve Tıp düzenleyicisi için etki büyüklükleri dağılımı.	71
Şekil 22. Sosyal ve Beşeri Bilimler düzenleyicisi için etki büyüklükleri dağılımı.....	71
Şekil 23. Yıllar düzenleyicisi için etki büyüklükleri dağılımı.....	74
Şekil 24. Ülkeler düzenleyicisi için etki büyüklükleri dağılımı.	77
Şekil 25. Yayın türü düzenleyicisi için etki büyüklükleri dağılımı.....	80

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AG Artırılmış gerçeklik

SG Sanal gerçeklik

3B Üç boyutlu

2B İki boyutlu

BÖLÜM I

GİRİŞ

Artırılmış gerçeklik (AG),gerçek dünyadaki fiziksel ortam üzerine sanal elementleri (ses, resim, yazı, vb.) eş zamanlı konumlandırarak kullanıcıya canlı etkileşim sunan, böylece gerçek ortamı dinamik hâle getiren bir teknolojidir. AG'nin birçok farklı özelliği olmakla beraber kaynaklar incelendiğinde üç temel karakteristiğinin; (1) gerçek dünya ile sanal elementlerin bir arada sunulması, (2) eş zamanlı etkileşim ve (3) sanal elementlerin gerçek görüntülerle hizalanması olduğu görülmektedir (Azuma, 1997).

AG tarihine bakıldığında, sinematograf Morton Heilig tarafından 1960'lı yıllarda tasarlanan Sensorama adlı simülâtörün 50 yılı aşkın bir tarihi olduğu ve bu cihazın birçok araştırmacı tarafından ilk AG teknolojisi olarak kabul edildiği görülmektedir (Rodgers, 2014). Fakat AG ilk geliştirildiği yıllarda, boyut olarak oldukça büyük donanımlara gereksinim duyması, pahalı ve zahmetli olması gibi nedenlerle yaygınlaşamamıştır (Azuma vd., 2001). Yıllar geçtikçe gelişen teknoloji ile taşınabilir bilgisayarlar ve cep telefonları gibi mobil cihazların yaygınlaşması ayrıca teknik özelliklerinin artması neticesinde AG kullanımı eskisi kadar zor ve zahmetli olmaktan kurtulmuştur (Gervautz & Schmalstieg, 2012; Squire & Klopfer, 2007). AG'nin son yıllarda gösterdiği yaygınlaşmada bu teknolojik gelişmelerin önemli katkısı bulunmaktadır. AG günümüzde otomotiv sektöründe navigasyon cihazlarındaki yol tariflerinde, moda sektöründe farklı kıyafetlerin sunumlarında, reklam sektöründe ürün kataloglarının sunumlarında ve daha birçok sektörde farklı amaçlarla kullanılmaktadır (Rodgers, 2014). Tüm bu alanların yanı sıra, AG'nin eğitim alanında kullanımı da gün geçtikçe yaygınlaşmaktadır (Yen, Tsai, & Wu, 2013).

Eğitimde AG kullanımları incelendiğinde, ilk örneklerden birinin 1990'lı yıllarda Boeing firması bilgisayar servisi mühendisleri Tom Caudill ve David Mizell tarafından

gerçekleştirilen pilot eğitimi uygulaması olduğu görülmektedir. Uzun yıllar boyunca oldukça yavaş ilerleyen eğitimde AG çalışmalarının ardından bu teknoloji ilk kez 2006 yılında, eğitim alanını etkileyen yeni teknolojilerin raporlandırıldığı Horizon raporunda yer almış ve ileriki 4-5 yıl içerisinde eğitimde kullanımının yaygınlaşacağı tahmin edilerek gelecek vadeden bir teknoloji olarak tanımlanmıştır (Johnson, Laurence & Smith, 2006). İlerleyen yıllarda Horizon Raporu'nda tahmin edildiği üzere AG teknolojisinin eğitim amaçlı kullanımı daha çok dikkat çekmiş ve bu teknolojinin eğitimde kullanımına yönelik uygulama ve araştırmalar 2010'lu yıllarda büyük artış göstermiştir (Martin vd., 2011).

AG'nin eğitimde son yıllarda artan kullanımının farklı nedenleri bulunmaktadır. Bunlardan ilki, mobil cihazların gelişmesi ve teknolojinin eskiye oranla daha ucuz ve ulaşılabilir hâle gelmesidir (Furió, González-Gancedo, Juan, Seguí & Costa, 2013). Daha sonra Augmentaty, Aurasma ve BuildAR gibi kullanıcı dostu AG geliştirme yazılımlarının artması ve bu yazılımlar ile eğitimcilerin yoğun teknik ve programlama becerisine ihtiyaç duymadan AG uygulamalarını geliştirebilmesi, hatta bilgisayarlara gerek olmadan sadece mobil cihazlarla AG uygulamalarının tasarlanabilir olması bu teknolojinin eğitim amaçlı kullanımının yaygınlaşmasında büyük rol oynamıştır. Günümüzde AppStore (Apple) veya Google Play mağazalarında eğitimcilerin sınıflarında kullanımına hazır yüzlerce AG oyunu ve materyali bulunmaktadır. Bütün bunlara ek olarak AG'nin öğrencilerin yaparak yaşayarak öğrenmelerini sağlaması, aktif, iş birliğine dayalı ve her zaman her yerde öğrenmeye uygun olması ve öğrencilerin gerçek ortamda gözleyemeyecekleri olay ve nesnelere görebilme imkânı vermesi gibi özellikleri eğitim alanında büyük bir potansiyele sahip olmasını sağlamıştır (Wu, Lee, Chang, & Liang, 2013).

Son yıllarda AG; mühendislik, tıp, matematik ve tarih gibi birçok farklı alan eğitiminde kullanılmaya başlanmıştır. Kaynaklar incelendiğinde, bu teknolojinin ilköğretim seviyesinden yükseköğretim seviyesine kadar eğitimin farklı kademelerinde kullanıldığı, ayrıca mobil cihazların yanında AG gözlükleri veya kişisel bilgisayarlar gibi farklı cihazların da tercih edildiği görülmektedir (Cheng & Tsai, 2013; Kerawalla, Luckin, Seljeflot & Woolard, 2006). Ayrıca AG'nin gerek konum tabanlı gerekse resim tabanlı türlerinin kullanılarak eğitim ortamlarına entegre edildiği görülmektedir. Örneğin, bir tarihî bina hakkında yerinde bilgi sunulması ve orijinal resminin gerçek bina görüntüsü üzerinde gösterilmesinde (Şekil 1) konum tabanlı AG uygulaması ve küresel konum sistemi (GPS) kullanılmakta iken resim tabanlı AG uygulamalarının kare kod veya gerçek resim

kullanılarak yazılı materyallerin (ders kitabı, laboratuvar deney föyü, vb.) içerisine konumlandırılan  boyutlu (3B) nesnelere gibi sanal elementler ile etkileşimli hâle getirilmesi sağlanmaktadır.



Şekil 1. Konum tabanlı AG. “Altair4 Multimedia”, Altair4, 2017, <http://www.altair4.com/en/> sayfasından erişilmiştir.

AG'nin eğitim ortamlarında kullanımının yaygınlaşmasına paralel olarak AG araştırmalarında da bir artışın gerçekleştiği, birçok araştırmacının bu konuya odaklandığı ve AG'nin son yılların popüler araştırma konularından birisi hâline geldiği gözlenmektedir (Green, Green & Brown, 2017). Yapılan çalışmalar incelendiğinde AG'nin eğitim için büyük potansiyel taşıdığı ve öğrenciler ile öğretmenler için farklı imkânlar sunduğu görülmektedir. Örneğin, Y.L. Chang, Hou, Pan, Sung ve Chang'ın (2015) 87 üniversite öğrencisi üzerinde yapmış oldukları çalışmada, AG uygulaması kullanılan deney grubundaki öğrencilerin diğer gruptaki öğrencilere kıyasla akademik başarılarında anlamlı bir farklılık olduğu, bu farklılığın AG kullanılan grubun lehine olduğu belirtilmiştir. Lu ve Liu (2015) tarafından 51 ilköğretim öğrencisi üzerinde yapılan benzer bir çalışmada AG kullanımı ile öğrencilerin akademik başarılarında ve öğrenme aktivitelerindeki güven ve tatmin seviyelerinde bir artışın olduğu rapor edilmiştir. Bütün bu olumlu sonuçlara rağmen AG'nin öğrenmeyi olumsuz yönde etkileyebileceğini belirten araştırmalarda bulunmaktadır. Dunleavy, Dede ve Mitchell (2009) AG uygulamalarının fazla bilgi içermesi nedeni ile öğrencilerde aşırı bilişsel yüke neden olacağını ve dolayısıyla bu uygulamaların öğrenmeyi olumsuz yönde etkileyeceğini belirtmişlerdir.

Bilindiği gibi özellikle eğitim alanında yapılan bilimsel araştırmalarda her ne kadar geçerlik ve güvenilirlik önlemleri alınsa da (seçkisiz örnekleme yöntemlerinin kullanılması, deneysel desenler kullanılması, çeşitleme yapılması, vb.) araştırmanın zaman, örneklem ve bağlam bakımından sınırlılıkları olabilmekte, kısaca genellenebilirlik sorunları yaşanabilmektedir (Davies, 2000). Bu durumda aynı konuda yeni bir çalışma yaparak çalışma sayısını artırmak yerine mevcut, birikmiş çalışma bulgularının anlamlandırılması gerekmektedir. Bu noktada meta-analiz yönteminin belirli konuda yapılmış araştırmaların istatistiksel olarak sentezlenmesi hususunda en yaygın, en güvenilir ve kabul görmüş yöntemlerden birisi olduğu görülmektedir (Davies, 2000; Glass, 1976; Lipsey & Wilson, 2001; Üstün & Eryılmaz, 2014).

Kaynaklarda meta-analiz terimini ilk kez kullanan araştırmacı olan Glass (1976, s.3), meta-analizi en yalın hâli ile “Analizlerin analizidir.” şeklinde tanımlamıştır. Glass (1976) daha sonra bu tanımlamayı biraz daha detaylandırıp meta-analizi, bilimsel çalışmalardaki iki farklı veri analizi düzeyiyle izah etmiştir. İlk düzeyi birincil analiz olarak isimlendirip bir araştırmadaki verilerin orijinal analizlerinin yapıldığı aşama olarak belirlerken, ikinci düzeyi (ikincil analiz) eski araştırma verileri ile yeni araştırma sorularının cevaplanması veya orijinal (eski) araştırma sorularının daha nitelikli istatistiksel teknikler kullanılarak cevaplandırılması olarak tanımlamıştır. Meta-analizin ise ikincil veri analizi uygulamalarını geliştirmeyi hedefleyen bir teknik olduğunu belirtmiştir.

Meta-analiz çalışmaları ile bağımsız araştırmaların bazı sınırlılıklarının aşılabileceği, bir araştırmada ulaşılabileceği güç örneklem sayısına ulaşılabileceği, çok büyük miktarda verinin sentezlenebileceği ve genellenebilirliği oldukça güçlü çalışmalar elde edilebileceği belirtilmektedir (Glass, 1982; Lipsey & Wilson, 2001). Meta-analiz ayrıca belirli bir konuda yapılan çalışmalardaki bağımsız değişkenin/değişkenlerin bağımlı değişkene olan etkisinin tam olarak belirlenmesinde güvenilir sonuçlar sağlamaktadır (Rosenthal & DiMatteo, 2001).

Bilimsel kaynaklarda AG çalışmalarındaki artışa rağmen bu teknolojinin öğrenci başarısına olan etkilerine yönelik farklı bulguların elde edildiği bireysel çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda, bu teknolojinin akademik başarıya olan etkisinin tam olarak belirlenmesi için kaynaklarda bu konuda yapılmış benzer çalışmaların incelenip sentezlenmesi ve istatistiksel bir şekilde analiz edilmesi gerektiği görülmektedir. Bu nedenle yapılan bu çalışmada, AG araştırmalarının meta-analiz yöntemiyle analiz edilerek AG'nin öğrenci başarısı üzerindeki etkililiğinin incelenmesi amaçlanmaktadır.

1.1 Amaç

Bu araştırmanın amacı, AG'nin eğitimde kullanımı konusunda gerçekleştirilmiş çalışmalarını bütüncül bir yaklaşımla incelemektir. Bu amaç doğrultusunda, eğitim öğretimde AG araştırmalarının özelliklerinin (uygulama alanı, sınıf/eğitim düzeyi, vb.) belirlenmesi ve AG'nin akademik başarıya etkisini inceleyen araştırmaların meta-analizinin yapılması hedeflenmiştir. Bu çalışmada aşağıda yer alan araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

- AG araştırmalarının yıllara, ülkelere, tercih edilen AG platformları ve yazılımlarına, sınıf/eğitim düzeyine, örneklem sayılarına, uygulama alanlarına, öğretim yaklaşımlarına, araştırma yöntemlerine ve incelenen değişkenlere göre dağılımı nedir?
- AG uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisi nasıldır ve bu etki demografik özelliklere (yıllara, ülkelere, yayın türlerine, örneklem düzeylerine, uygulama alanlarına) göre değişiklik göstermekte midir?

1.2 Önem

AG'nin eğitim ortamlarında kullanımının yaygınlaşmasına paralel olarak eğitim ortamlarında bu teknolojinin etkililiğini konu alan araştırmalarda da bir artış görülmektedir. Günümüzde AG'nin eğitim amaçlı kullanımını konu alan küçük ölçekli çalışma sayısı oldukça fazla olmasına karşın, çalışmaların sınırlı bir konuda veya kısıtlı zamanlarda yapılmış olmasından ve birçok çalışmada farklı sonuçlar elde edilmesinden dolayı bu teknolojinin eğitimde etkililiği ile ilgili kapsamlı bir bilgi mevcut değildir. Bu nedenle gerçekleştirilen bu çalışma, kaynaklarda yer alan eğitimde AG konulu araştırmaların ayrıntılı incelenmesi ile bu konudaki mevcut bilgi birikimini ortaya koyması açısından oldukça önemlidir. Benzer şekilde bu çalışmada AG'nin başarıya olan etkisinin kapsamlı ve bütüncül bir bakış açısıyla irdelenecek olması, yayınlanan çoğu AG konulu araştırmada öğrenci başarısının temel hedef olması nedeniyle alana değerli bir katkı sağlayacaktır.

Deneysel araştırmaların raporlandırılmasında, istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunduğu durumlarda dahi sonuçların etki büyüklüğü hesaplanmadan sadece anlamlı farklılık üzerinden yorumlanmasının yanıltıcı olabileceği bilinmektedir (Cohen, 1990). Diğer bir ifade ile istatistiksel analizlerdeki anlamlılığın her zaman pratikteki anlamlılığını temsil etmediği kabul edilmektedir (Cohen, 1990; Ellis, 2010; Kirk, 1996). Çalışmaların

bireysel etki büyüklüklerinin yanı sıra, güçlü istatistiksel anlamlılığa dayalı bir yöntem olan meta-analiz yöntemi ile elde edilen genel etki büyüklüğünün hesaplanması, bağımsız çalışmalardan veya tek bir deneysel süreçten elde edilen bulgulardan çok daha geçerli ve güvenilir sonuçlar sağlayacak olması açısından çalışmanın önemini artırmaktadır.

Lipse ve Wilson (2001) meta-analiz sürecinde, istatistiksel hesaplamaların dışında ilgili çalışmaların farklı değişkenler açısından incelenmesiyle ilgili bilimsel kaynakların değerlendirmesinin de yapılabileceğini belirtmektedirler. Bu nedenle yapılan bu çalışmada, meta-analize ek olarak alanda yer alan çalışmaların tercih edilen AG platformu ve araştırılan değişkenler gibi farklı açılardan irdelenmesiyle bu teknolojiyi kullanmak isteyen eğitimciler ve ileride gerçekleştirilecek çalışmaların araştırmacılarına yol gösterilmesi mümkün olacaktır.

1.3 Varsayımlar

Dergi editörlerinin, hakemlerin veya araştırmacıların negatif yönde veya istatistiksel olarak anlamlı olmayan sonuçların elde edildiği çalışmalar yerine genellikle olumlu ve istatistiksel olarak anlamlı sonuçların elde edildiği çalışmaların yayımlanmasına dair bir eğilimin olduğu, kısaca yayımların anlamlı sonuçlar lehine yanlı olabileceği ileri sürülmektedir (Begg, 1994; Hedges, 1992). Rosenthal (1979), bu durumu dosya çekmecesini problemi olarak nitelendirerek anlamlı olmayan sonuçların dosya çekmecelerine atıldığını söylemektedir. Bu nedenle meta-analiz çalışmalarında geçerli ve güvenilir sonuçlar elde edilebilmesi için yayın yanlılığının önüne geçilmesi gerekir. Bir başka deyişle, incelenen çalışmalarda yayın yanlılığı bulunmaması meta-analiz araştırmalarında sağlanması gereken bir varsayımdır. Bu araştırmada da bu varsayımı sağlayabilmek için meta-analiz sürecinin en başında çeşitli yayın yanlılığı testleri gerçekleştirilerek incelenen çalışmalarda yayın yanlılığı bulunmadığından emin olunmuştur. İlgili testler ve sonuçları ilerleyen bölümlerde yer almaktadır.

1.4 Sınırlılıklar

Verilerin toplanması aşamasında SSCI ve ERIC veri tabanlarının yanı sıra YÖK tez ve ProQuest tez veri tabanlarına yer verilmiştir. Bu nedenle AG araştırmalarının gerçekleştirildiği ülkeler arasında Amerika ve Türkiye diğer ülkelere kıyasla daha fazla yer almıştır.

1.5 Tanımlar

Bu bölümde yer alan tanımların bir kısmı genel olarak bilinmesine rağmen, bu çalışmada hangi anlamda kullanıldığının açık olarak ifade edilebilmesi için tekrar tanımlanmıştır.

Artırılmış Gerçeklik: Bazı araştırmacılar sanal gerçeklik ifadesini aralarında çok büyük farklılıklar olmasına rağmen AG ile aynı manada kullanabilmektedir. Bu çalışmada AG, gerçek dünya ortamını bir arka plan olarak kullanarak gerçek görüntü üzerine eş zamanlı olarak metin, video ve 3B resimler gibi sanal nesnelerin eklenmesi ve bunların yeni etkileşim olanakları ile dinamik hâle getirilmesi (Billinghurst, Kato & Poupyrev, 2001) anlamında kullanılmıştır. Bu AG tanımına uymayan araştırmalar incelemeye dâhil edilmemiştir.

Artırılmış Gerçeklik Platformu: AG'nin sorunsuz çalışabilmesi ve gerçeklik oluşturabilmesi için kullanılan donanım.

Meta-Analiz: Aynı konu üzerinde yapılmış bireysel çalışmalardan ortaya çıkan çok sayıda analiz sonuçlarının birleştirilerek ortak sonuçlara ulaşmak için istatistiksel olarak analiz edilmesini kapsayan bir araştırma yöntemi (Glass, 1976).

Etki Büyüklüğü: “Örneklem büyüklüğü ve istatistiksel testlerin sonuçlarından bağımsız olarak araştırılan olgunun çalışma sonuçlarında ne ölçüde var olduğudur” (Sánchez-Meca & Marín-Martínez, 2010, s. 274).Cohen'e (1990) göre ise kısaca sıfır (null) hipotezinin yanlışlık derecesini ifade etmek için kullanılan bir kavramdır.

Akademik Başarı: Öğrencinin önceden belirlenmiş ölçütlere veya hedeflere ulaşma düzeyidir. Bu çalışmada, analiz edilen araştırmalardaki bilgi ya da beceriyi ölçen testlerden toplanmış veriler anlamında kullanılmıştır.

Eğitim Ortamı: Önceden belirlenen hedefler doğrultusunda planlı ve programlı davranış değişikliği meydana getirmek için kullanılan sınıf, laboratuvar veya iş yeri gibi çevreler eğitim ortamı olarak tanımlanmıştır.

Öğrenci: Analiz edilen çalışmalarda örneklem olarak tanımlanan, araştırma verilerinin toplandığı bireylerdir. Ayrıca bir çalışmanın örnekleminde yer alan yetişkinler veya iş yerlerinde eğitim alan çalışanlarda bu çalışmada öğrenci olarak tanımlanmıştır.

Yubik Öğrenme: “İstedğin zaman her yerde öğrenme” (Hwang, Tsai, & Yang, 2008, s. 83) anlamına gelen “ubiquitous learning” kavramı Türkçe karşılığı bulunmadığı için yubik öğrenme olarak ele alınmıştır.



BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ÇALIŞMALAR

Bu araştırmanın kavramsal çerçevesi ve ilgili araştırmalar bu bölümde incelenmiştir. AG'nin gelişim süreci, farklı platform ve yazılımları, eğitimde kullanım uygulamaları ve akademik başarıya etkisinin arkasında yatan kuramsal altyapı ayrıntılı olarak ele alınmıştır. Meta-analiz yöntemi de bu bölümde irdelenmiş olup yöntemin tarihi, özellikleri, dayandığı etki büyüklüğü hesaplamaları ve heterojenlik testleri de açıklanmıştır.

2.1 Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi

Son yıllarda eğitim, tıp, eğlence ve mühendislik gibi farklı alanlarda kullanımı yaygınlaşan AG için birçok farklı tanımlama yapan araştırmacılar bulunmaktadır. En eski AG tanımlarından birisini yapan Milgram, Takemura, Utsumi ve Kishino (1995) AG'yi geniş ve sınırlı yaklaşım olmak üzere iki farklı yaklaşım üzerinden tanımlamışlardır. Geniş yaklaşım da AG'yi simülasyon aracılığı ile ipuçlarının verilerek gerçek (doğal) ortamda geri dönüt sağlayan bir sistem olarak tanımlarlarken sınırlı yaklaşım da AG'yi kasklı ekran kullanılarak gerçek dünya ortamını net bir şekilde görebilmesini sağlayan sanal gerçekliğin farklı bir türü olarak tanımlamışlardır. Fakat Klopfer (2008) herhangi bir sınırlama yapmadan AG'yi en geniş hâli ile sanal ve gerçek bilgileri anlamlı bir şekilde harmanlayan herhangi bir teknoloji olarak tanımlamıştır. Zaten AG'nin günümüzde masaüstü bilgisayar ve mobil cihazlar gibi farklı teknolojiler ile kullanılabilir olması nedeniyle tanımlamalarda herhangi bir sınırlama yapılmamasının daha uygun olacağı açıktır.

Kaynaklarda dikkat çeken tanımlar incelendiğinde Azuma'nın (1997) bu teknoloji için belirtmiş olduğu ((a) sanal ve gerçek objeleri gerçek ortamda kombine etmesi (b) gerçek

zamanda interaktif bir şekilde çalışması (c) gerçek ve sanal objeleri hizalaması) üç temel karakteristik özelliğine vurgu yapıldığı görülmektedir. Bunlara ek olarak AG'nin SG'den daha yeni bir teknoloji olması sebebiyle AG tanımlarının SG tanımlarından adapte edildiği gerçeği de bulunmaktadır. İki teknolojinin birbirine benzeyen bir sistem olmasına rağmen aralarında önemli bir farklılık mevcuttur. AG teknolojisinde gerçek dünya ortamı kullanılırken SG'de sanal ortam söz konusudur.

Yukarıda belirtilen eski AG tanımlarından da anlaşılacağı üzere AG ilk yıllarda kasklı ekran gibi hacimli, ağır ve pahalı platformlar ile kullanılmaktaydı. Teknolojinin gelişmesi ile özellikle taşınabilir cihazların teknik özelliklerinin artması ile AG günümüzde dizüstü bilgisayarlarla ve akıllı telefonlar gibi kullanımı ve ulaşımı daha kolay mobil platformlarla da kullanılabilir. Diğer bir ifade ile mobil platformların kullanılması ile AG kullanımı günümüzde eskisi kadar zahmetli değildir. Henrysson, Billinghurst ve Ollila (2005) AG'ye en uygun ve kullanışlı platformun mobil cihazlar olduğunu söylemişlerdir. Mobil cihazlarda, özellikle dokunmatik akıllı telefonlarda, klavye ve fare gibi donanımlara ihtiyaç duyulmadan ekrana dokunularak uygulamalar ile kolayca etkileşime geçilebilmesi nedeniyle kullanımı daha kolaydır. Mobil cihazlar ile AG, bir tür taşınabilirlik de kazanmıştır. Kullanıcılar mobil cihazlarını kullanarak yerinde gözlem yapabilme imkânı elde edebilmektedirler. Örneğin, tarihî bir binayı inceleyen turist veya müzede gezen bir ziyaretçi kendi akıllı telefonunu kullanarak AG'yi deneyimleyebilmektedir.

2.2 Artırılmış Gerçekliğin Tarihçesi

AG tarihçesine geçmeden önce belirtmek gerekir ki geçmiş yıllarda bazı araştırmacıların geliştirmiş oldukları sistemler AG tanımlarına uygun özellikler taşısa da o dönemde AG kavramının olmaması nedeni ile AG sistemleri olarak isimlendirilmemişlerdir. Fakat günümüzde yapılan AG tanımlarına uygun olmaları nedeni ile AG'ye örnek olarak gösterilmektedirler. Bu çalışmada da kaynaklarda başlıca AG tanımlarından birisi olarak kabul edilen Azuma'nın (1997) yapmış olduğu tanıma uyan sistemler AG kapsamında ele alınmıştır. Diğer bir deyişle, eski dönemlerde geliştirilen sistemlerin değerlendirilmesinde Azuma'nın (1997) AG tanımı temel alınmıştır.

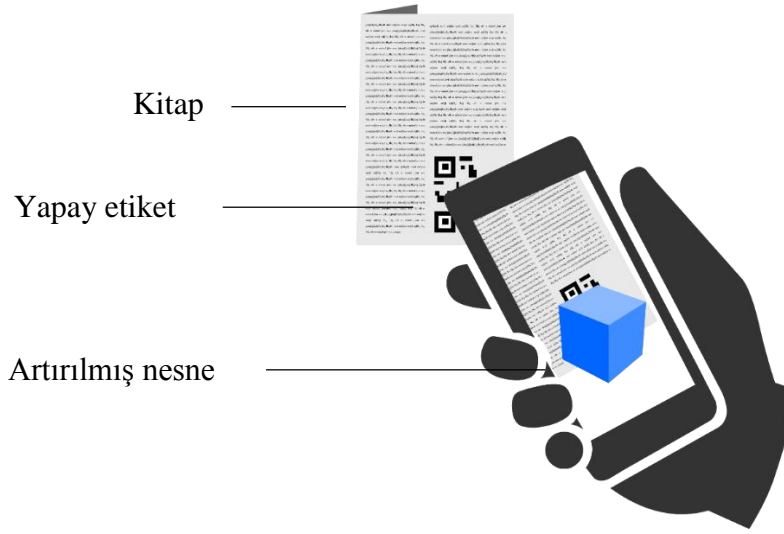
AG'nin ilk örneklerine bakıldığında bu teknolojinin tarihinin 1950'li yıllara kadar uzandığı görülmektedir. Sinematograf Morton Heilig 1955 yılında başlattığı ve sinemanın geleceği olarak isimlendirdiği projesini 1962 yılında tamamlamış ve "Sensorama" adında ışık, ses,

koku ve dokunma sensörlü bir tür simülör geliştirmiştir (Rodgers, 2014). İlerleyen yıllarda, Massachusetts Teknoloji Enstitüsü (MIT) elektrik mühendisliği bölümünde bir doktora tezi kapsamında bilgisayar grafikeri Ivan Edward Sutherland tarafından geliştirilen “Sketchpad” isimli kalem, Sutherland tarafından bir konferansta insan-makine grafiksel iletişim sistemi olarak tanıtılmıştır. Daha sonra Sutherland, 1968 yılında “The Sword of Damocles” isimli günümüzdeki AG gözlüklerine benzeyen bir sistem tasarlamıştır. 1970 ve 1980’lerde araştırmacıların bireysel olarak sistemler geliştirdikleri fakat bunların kullanımının yaygınlaşmadığı görölmektedir (Augreality, 2017).

1990’lı yılların başında Boeing firması mühendisleri Tom Caudill ve David Mizell tarafından ilk olarak “artırılmış gerçeklik” kavramı kullanılarak “Magic Glasses” isimli uçak tamir eden mühendisler için hâlihazırda kullanılan devasa kılavuzların yerine uçağa bakıldığında uçak parçalarının olduğu yerleri gösteren bir sistem geliştirilmiştir. 90’lı yılların sonlarında AG bilimsel alanda ilgi topladığı için 2000’li yıllarda yapılan bilimsel çalışmalarda artış meydana gelmiştir. Özellikle 2000’li yılların sonunda tablet bilgisayar ve akıllı telefonlar gibi mobil cihazların yaygınlaşması ile AG uygulamalarının geliştirilmesi hız kazanmıştır.

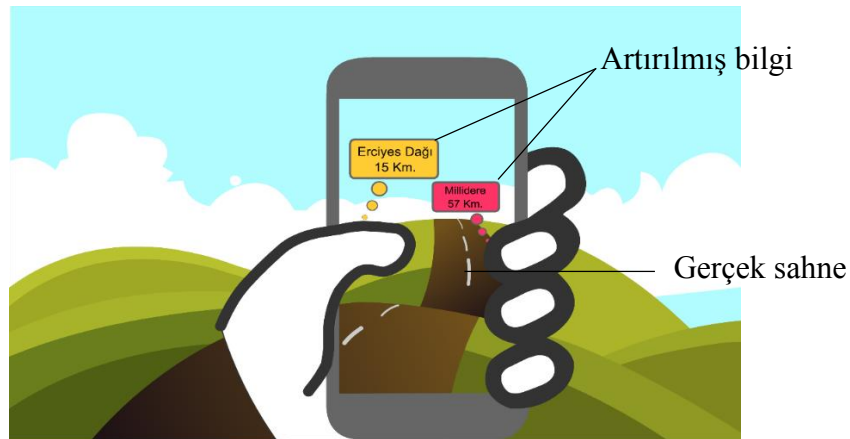
2.3 Artırılmış Gerçeklik Türleri ve Çalışma Prensipleri

AG sistemlerine bakıldığında sistemlerin genel olarak işaretçi tabanlı ve konum tabanlı olmak üzere iki sınıfa ayrıldığı görölmektedir (Cheng & Tsai, 2013). İşaretçi tabanlı AG sistemlerinde kare kod, yapay etiket veya gerçek resim kullanılarak platformun (akıllı telefon, SG gözlükleri vb.) kamera veya görüntüleme cihazı tarafından algılanarak artırılmış bileşenlerin yazılım aracılığı ile önceden belirlenen konumlarda gerçek görüntü üzerinde gösterilmesi ve sürekli konumlarının güncellenmesi şeklinde çalıştığı bilinmektedir (şekil 2). Ayrıca kullanıcılar AG bileşenleri ile etkileşime geçerek gerçek zamanlı değişiklikler de yapabilmektedir.



Şekil 2. İşaretçi tabanlı AG.

Konum tabanlı AG sistemleri ise yapay etiket veya gerçek resim yerine mobil cihazların Küresel Konum Servisi (GPS) üzerinden kullanıcının konum bilgilerini kullanarak artırılmış bileşenlerin yazılım aracılığı ile ekranda gerçek dünya görüntüsü üzerinde görüntülenmesi şeklinde çalışmaktadır (Şekil 3). Konum tabanlı uygulamalar, GPS verisi üzerinden kişinin yönünü de algılayıp kameranın çevrildiği yer hakkındaki bilgileri anında verebilmektedir. Esasen iki tür içinde kullanılacak AG bileşenleri aynıdır. Metin, 2B/ 3B nesnelere, sesler, videolar, animasyonlar, simülasyonlar veya harici linkler en fazla kullanılan AG bileşenleridir. İki türün sadece algılama teknikleri farklıdır. İşaretçi tabanlı AG sistemlerinde algılama tekniği olarak yapay etiket veya gerçek resim kullanılırken konum tabanlı sistemlerde GPS kullanılmaktadır.



Şekil 3. Konum tabanlı AG.

2.4 Artırılmış Gerçeklik Platformları

AG'nin sorunsuz çalışabilmesi ve bir tür gerçeklik oluşturabilmesi için uygun bir platformda kullanılması gerekmektedir. Platformlar, eski AG tanımlarının da bir parçası olmuş AG sistemleri için önem arz eden bir unsurdur. Örneğin, Milgram vd. (1995) yapmış olduğu tanımda AG'nin bir kasklı ekran sistemi olduğunu belirterek kullanılan platforma vurgu yapmıştır. Ayrıca aynı AG uygulamasının farklı platformlarda farklı deneyimler sunması da kullanılan platformun bu teknoloji için ne kadar önemli olduğunu göstermektedir.

İlk AG platformu örneklerine bakıldığında özel tasarım platformlar ve kasklı ekranların kullanıldığı görülmektedir. Kasklı ekranlar ile gerçek dünya görüntüsü alınıp bilgisayar tarafından üretilen veriler ile kombine edilerek gerçek ortam görüntüsü artırılmaktadır (Şekil 4). Bu platformların özel olarak üretilmesi ve sadece duruma özgü kullanımı olması nedeni ile yeterince yaygınlaşmadığı görülmektedir. Örneğin, önceki bölümlerde belirtilen "Sensorama" isimli simülator yalnızca geliştiricisi Morton Heilig tarafından çalıştırılabilmekteydi. Ayrıca ilk kullanılan platformların pahalı, ağır, hacimli ve geliştirilmesi zor olması kullanılabilirlik problemleri de oluşturmaktaydı.



Şekil 4. Başa monte edilen kasklı ekran AG platformu. Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.

İlerleyen yıllarda giyilebilir platformların yanında Japon araştırmacı Rekimoto (1996) tarafından AG platformu olarak avuç içi bilgisayar kullandığı da görülmektedir. Rekimoto (1996) bu platformun o dönemde kullanımı yaygın olan diğer platformlara (dijital kalem vb.) kıyasla kullanımının daha kolay olduğunu, kullanıcının dijital kalem veya fare gibi diğer donanımları kullanmasına gerek duyulmaksızın sistemi kullanabileceğini belirtmiştir.

Kişisel bilgisayarlar için web kamerası kullanımının yaygınlaşması ile masaüstü bilgisayarlar ve ilerleyen zamanlarda entegre web kamerası ile dizüstü bilgisayarlar da AG

platformu olarak kullanılmıştır. Bu platformda web kamerasından bilgisayar ekranına gelen gerçek görüntü üzerine bilgisayar tarafından üretilen artırılmış bileşenlerin eklenmesi ile dünya görüntüsü üzerinden gerçeklik oluşturulmaktadır (Şekil 5). Bilgisayarların kullanılabilir olması ile kuşkusuz AG sistemleri kullanımı eskisi kadar zahmetli olmamaktadır. Fakat bu tür platformlarda kullanıcıların bilgisayarın bulunduğu ortamda olma zorunluluğu bulunmaktadır. Örneğin, öğrenciler fen derslerinde AG uygulamasını kullanmak istediklerinde fen laboratuvarı yerine okuldaki bilgisayar laboratuvarına gitmek zorunda kalmaktadırlar.



Şekil 5. Masaüstü bilgisayar AG platformu. İbili, E. (2013). *Geometri Dersi İçin Artırılmış Gerçeklik Materyallerinin Geliştirilmesi, Uygulanması ve Etkisinin Değerlendirilmesi*. (Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi, Ankara, Türkiye.

Akıllı telefon ve tablet bilgisayarın AG platformu olarak kullanılmaya başlanması bu teknoloji için bir dönüm noktası olmuştur. Akıllı telefonların, tablet bilgisayarlardan daha hafif ve taşınmasının daha kolay olması akıllı telefonları tablet bilgisayarlardan da bir adım öne çıkarmaktadır. K.-E.Chang vd. (2014) belirttiği üzere 10 inçlik tablet bilgisayarlar bile öğrencilerin kullanımı için ağır gelebilmektedir. Bu nedenle akıllı telefonların AG için çoğu zaman en ideal platform olduğu söylenebilir.

Akıllı telefonların AG platform olarak kullanılmaya başlanması ile bu teknoloji daha yaygın/ulaşılabilir hâle gelmiştir (Broll vd., 2008). Kullanıcılar önceden deneyimlenmesi mümkün olmayan durumları tecrübe edebilme imkânı bulmuşlardır. Eğitim alanında mobil AG uygulamaları ile öğrenciler istediği ortamda AG uygulamalarını kullanabilmektedir. Özellikle konum tabanlı AG uygulamaları ile yerinde öğrenme ve inceleme imkânı bulmaktadırlar. Mobil AG platformlarının ayrıca öğrenci-öğrenci arasındaki etkileşimi arttırabileceği (Wang, Duh, Li, Lin & Tsai, 2014) ve iş birliğine dayalı öğrenmeyi

destekleyebileceği (Zurita & Nussbaum, 2004) belirtilmiştir. Bunlara ek olarak mobil öğrenmenin sunmuş olduğu bireysel öğrenme ve her yerde öğrenme gibi imkânlardan da yararlanmak mümkündür.

2.5 Artırılmış Gerçeklik Yazılımları

Günümüzde AG uygulamalarını geliştirmek için kullanabilecek birçok yazılım bulunmaktadır. Güncel olarak kullanılan AG yazılımları ve özellikleri aşağıda özetlenmiştir.

ARToolkit, C dilinde geliştirilmiş Windows, Linux ve Mac işletim sistemlerinde kullanılabilen bir yazılımdır. AG uygulaması yapabilmek için orta/yüksek düzeyde programlama veya kodlama becerisi gerektirmektedir. Tasarım seçenekleri sınırsız olan bu yazılım ile özgün AG uygulamaları geliştirilebilir. Bu yazılım ile geliştirilen uygulamalarda işaretçi algılama sorunu yok denilecek düzeyde azdır. Fakat kullanımının zor olması, kullanmaya hazır nesnelerin (şekiller, 3B objeler vb.) olmaması gibi birtakım dezavantajları da bulunmaktadır. Bu nedenle ARToolkit kullanılarak AG uygulamaları geliştirmek zaman almaktadır.

Aurasma, Hewlett-Packard (HP) firmasının geliştirmiş olduğu bir yazılımdır. AG uygulaması geliştirmek için yüksek düzeyde programlama becerisi gerekmemektedir. Aurasma kendi kütüphanesinde kullanıma hazır 3B nesnelere gibi birçok AG bileşeni bulundurmaktadır. Bu nedenle uygulama geliştirmek ARToolkit'te olduğu kadar zor değildir. Aurasma ile bilgisayarlara dahi gerek duyulmadan akıllı telefonlar üzerinden de uygulama geliştirmek mümkündür. Fakat kullanıcılar kendilerine özgü resim veya nesne kullanmak istediklerinde farklı bir yazılım kullanmak zorunda kalmaktadırlar.

ARIS, genellikle AG oyunları ve konum tabanlı uygulamaların tasarlanmasında tercih edilmektedir. Yazılımın kendi kütüphanesinde kullanıma hazır birçok nesne vardır. Temel düzeyde kodlama becerisi gereklidir. Bu yazılımla karmaşık uygulamaların geliştirileceği durumlarda ek yazılım kullanılması gerekmektedir.

LayAR, herhangi bir ek yazılıma ihtiyaç duyulmadan AG uygulamalarının geliştirilebileceği bir yazılımdır. LayAR'ı kullanabilmek için programlama veya kodlama becerisine ihtiyaç yoktur. Fakat LayAR'ın kendi arayüzünün nasıl kullanılacağını bilmek gerekmektedir. LayAR genellikle işaretçi tabanlı uygulamaların geliştirildiği bir yazılımdır. Web üzerinden de tasarım yapılabilen bu yazılım, basılı materyallerin içeriğinin zenginleştirilmesinde tercih

edilmektedir. Kullanıcılar ilk olarak basılı belgenin resmini işaretçi olarak siteye yükledikten sonra üzerine mobil aygıtlar içinde uyumlu olan web sayfası açma, sosyal ağ sitelerine link verme veya herhangi bir numarayı arama gibi çeşitli AG bileşenlerini ekleyebilmektedir.

LayAR gibi web üzerinden AG uygulamalarının geliştirilebileceği bir diğer yazılım ise Hoppala Augmentation yazılımıdır. Kendi içerisindeki Google Harita üzerinden konum belirlenerek konum tabanlı AG uygulamalarının tasarlanmasını oldukça kolaylaştırır. Hoppala Augmentation yazılımı için programlama bilgisi gerekmemektedir. Bu yazılımla geliştirilen AG sistemleri Wikitude, LayAR ve Junaio gibi diğer uygulamalar ile kullanılabilir. Billingham, Clark ve Lee'nin (2015) AG yazılımlarını çeşitli özellikleri ile yapmış oldukları kıyaslama Tablo 1'de verilmiştir.



Tablo 1

AG Yazılımlarının Özellikleri (Billinghurst vd., 2015)

Yazılım türü	Gerekli beceriler	Nitelikleri	Örnek
Düşük-seviyeli kütüphanesi olan yazılımlar	-Yüksek düzeyde programlama ve kodlama becerisi	-Kütüphanesinde kullanıma hazır şekiller veya nesnelerin olmaması sebebiyle ek yazılıma ihtiyaç -Tasarımın zaman alması	ARToolkit, osgART, MXR-Toolkit
Hızlı prototipleme yazılımları	-Temel düzeyde programlama becerisi -Yüksek düzeyde tasarım becerisi	-Uygulama geliştirmeden önce hızlı bir şekilde AG uygulamaları prototipleme -Adobe Flash gibi yaygın kullanılan çoklu ortam yazılımlarından hızlıca AG uygulamaları prototipleme	FLARManager, OpenFrameworks, Processing
Mevcut AG yazılımları için eklenti yazılımlar	-Eklenti yapılacak yazılımı kullanabilecek düzeyde beceriler	-Mevcut AG yazılımı için eklenti yazılımları	DART, AR-Media plug-ins, Metaio Unity plug-ins
Bağımsız yazılımlar	-Programlama becerisi gerektirmemesi -Bağımsız yazılımın nasıl kullanıldığının öğrenilmesi	-Programlama becerisi gerektirmeyen ilgili yazılımın ara yüzünün kullanılarak uygulama tasarlanması -Hızlı ve etkili AG uygulamaları tasarlanması -Kullanımının kolay olması	BuildAR, Metaio, LayAR, Wikitude

2.6 Artırılmış Gerçeklik ve Eğitim

AG, eğitim alanında kullanımı yaygınlaşan bir teknolojidir. Eğitimciler AG'nin sunmuş olduğu imkânlardan faydalanmak için bu teknolojiyi kendi sınıflarında kullanmak istemektedir. Bu teknolojinin eğitim ortamında yaygınlaşması ile eğitim araştırmacılarının dikkatini çektiği ve bu konuda yapılan bilimsel çalışmaların sayısında hızlı bir artış olduğu görülmektedir.

Araştırmalara bakıldığında AG'nin eğitim için birçok açıdan fayda sağladığı fakat dikkat edilmesi gereken hususlarının da olduğu görülmektedir. Bu nedenle araştırmalar, AG'nin eğitime sunduğu fırsatlar (avantajları) ve dikkat edilmesi gereken hususlar (dezavantajları) açısından incelenmiştir.

2.6.1 Eğitimde Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Sağladığı Fırsatlar

Bu bölümde AG'nin eğitimde sağladığı faydalar en çok rapor edilenden en az edilene doğru giden bir sıralama ile verilmiştir. AG çalışmalarında, araştırmacılar tarafından en çok bahsedilen kazanımlardan birisi öğrencilerin öğrenme performanslarının artmasıdır.

Y.-L. Chang vd. (2015) 87 üniversite öğrencileri ile gerçekleştirmiş oldukları çalışmada AG'nin öğrenmeye etkisini incelemişlerdir. Araştırmacıların elde ettiği deneysel sonuçlara göre, AG kullanan grubun başarısı AG kullanmayan gruba göre anlamlı düzeyde daha yüksektir. Lu ve Liu (2015) 29 kadın 23 erkek öğrenci ile ekoloji konusunda bir çalışma yapmıştır. Kare kod ve dizüstü bilgisayar kullanılan AG sisteminde, balık türleri konusunda yaklaşık altı ders saati süren uygulama süreci sonucunda AG kullanılan gruptaki başarısı düşük olan öğrencilerin öğrenme performanslarında bir artışın olduğunu belirtilmektedir. Aynı çalışmada geliştirilen AG sisteminde öğrencilerin vücut hareketlerinin ve seslerinin de kullanması neticesinde öğrencilerin motor becerilerinin de geliştiği belirtilmiştir. Kaufmann ve Schmalstieg (2003) geliştirmiş oldukları Construct3D isimli öğrencilerin kare kod kullandıkları sistemde, öğrencilerin matematik ve geometri gelişimine olan etkilerini gözlemlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre, AG'nin sunduğu 3B görselleştirme sayesinde öğrencilerin geometrik şekilleri daha iyi algıladıklarını raporlamışlardır. Son olarak Ibáñez, Di Serio, Villarán ve Delgado Kloos (2014) 64 lise öğrencisinin katıldığı, elektromanyetizma konusunda geliştirmiş oldukları AG uygulamasının etkilerini belirlemek için kontrol gruplu deneysel bir çalışma yapmışlardır. Uygulama sonrasında öğrencilerin

normalde gözleyemeyecekleri olayları gözleme imkânı buldukları ve elektromanyetizma konusunda kavramsal öğrenmelerinin arttığı görülmüştür.

Yapılan çalışmalarda AG ile öğrencilerin motivasyonlarının arttığı ve sınıfta daha eğlenceli ders işlendiği de görülmektedir. Ferrer-Torregrosa, Torralba, Jimenez, García ve Barcia (2015) anatomi dersi için geliştirilen ARBOOK isimli AG kitabının öğrenmeye olan etkilerini incelemişler. 221 üniversite öğrencisinin deney ve kontrol grubu olarak ikiye ayrıldığı bu çalışmada, deney grubu öğrencileri ARBOOK materyalini kullanırken kontrol grubu öğrencileri ise geleneksel ders kitabı ve video materyalini kullanmışlardır. Elde edilen sonuçlara göre deney grubu öğrencilerinin motivasyon seviyeleri anlamlı farklılıkla daha yüksek çıkmıştır. Martín-Gutiérrez vd. (2010) yaptıkları deneysel çalışma sonucunda AG'nin öğrencilerin motivasyonunu artırdığını bulmuşlardır. AG oyunlarının kullanılması ile geleneksel eğitim ortamı daha eğlenceli bir hâl alabilmektedir. Furió vd. (2013) akıllı telefonlar ve tablet bilgisayarların kullanıldığı 79 ilköğretim öğrencisine su döngüsü konusunu anlatan bir AG oyunu kullandıkları çalışmada, AG oyunlarının kullanımı ile derslerin daha eğlenceli hâle geldiğini belirtmişlerdir. AG uygulamalarında 3B nesnelerin kullanılabilir olması da şüphesiz derslerin daha eğlenceli hâle getirilmesine katkı sağlamaktadır.

AG'nin en önemli karakteristik özelliklerinden biri de gerçek ortamda doğrudan gözlenmesi mümkün olmayan olayların (hava akımı, iyonların hareketi, manyetik alan vb.) gerçek ve sanal bileşenlerin kombine edilmesi ile gözlenebilir hâle gelmesidir (Dunleavy vd., 2009). Kaynaklarda, AG'nin bu özelliğinin öğrencilerdeki soyut kavramlar hakkındaki kavram yanılgılarını giderebileceği (Sotiriou & Bogner, 2008) ve bunun eğitim ortamları için büyük bir fırsat olduğunu vurgulayan çalışmalar da bulunmaktadır (El Sayed, Zayed & Sharawy, 2011). Örneğin, Kerawalla vd. (2006) 133 ilköğretim öğrencisi ve üç öğretmen ile astronomi konusunda yapmış oldukları çalışmada öğrencileri iki gruba ayırmışlardır. Geleneksel eğitim alan grupta ders kitapları, anlatım ve tenis topu gibi öğeler kullanılırken diğer grupta ise akıllı tahta, projeksiyon cihazı ile tasarlanmış bir AG sistemi kullanılmıştır. Tasarlanan AG sisteminde astronomi konusuna uygun olduğu için 3B nesnelere tercih edilmiştir. Uygulama süreci sonunda öğretmenler AG'de 3B nesnelerin kullanımı ile öğrencilerin konuyu daha iyi kavradıklarını belirtmişlerdir. Yoon, Elinich, Wang, Steinmeier ve Tucker (2012) tarafından yapılan 119 ortaöğretim öğrencisinin katıldığı çalışma sonucunda, AG'nin gerçekliği artırması ile öğrencilerin fizik konularında kavramsal öğrenmelerine yardımcı olduğu hatta

bu teknolojinin iş birliğine dayalı öğrenmeyi destekler nitelikte olduğu belirtilmektedir. Benzer şekilde Mathews (2010) de AG'nin eğitim ortamlarında iş birliğine dayalı öğrenmeyi desteklediğini söylemektedir.

Yapılan alan yazın incelemesi sonucunda AG'nin ön plana çıkan bir diğer özelliği öğrenci-öğrenci, öğrenci-öğretmen ve öğrenci-materyal arasındaki etkileşimi artırmasıdır. Kim ve Cho (2014) okul öncesi öğrencilerinin katıldığı çalışmada, farklı bir AG sistemi geliştirmişlerdir. Kamera, dijital kalem ve televizyon ekranının kullanıldığı bu sistemde çocukların şekil çizmeleri gözlemlenmiştir. Araştırmacıların video kayıtlarda yapmış olduğu gözlem sonuçlarına göre öğrencilerin içerik/materyal ile etkileşiminin arttığı belirtilmiştir. Klopfer ve Sheldon (2010) taşınabilir platformlar ile AG'nin öğrenci-öğrenci arasındaki etkileşimi artırma potansiyeli olan bir teknoloji olduğunu söylemişlerdir. Diğer bir çalışmada, Zarraonandia, Aedo, Díaz ve Montero (2013) AG'nin öğretmen-öğrenci arasındaki etkileşimi artırdığı sonucunu bulmuşlardır.

Yukarıda bahsedilen avantajlar kadar yaygın olarak rapor edilmese de AG'nin eğitim ortamları için sağladığı başka faydalarının da olduğu görülmektedir. Lu ve Liu (2015) diğer araştırmacıların yaygın olarak bulduğu bulgulardan farklı olarak AG'nin öğrencileri öğrenmeye karşı isteklendirdiğini ve çoklu-duyusal öğrenmeyi desteklediğini belirtmişlerdir. Sotiriou ve Bogner (2008) CONNECT adlı proje kapsamında, AG sistemi kullanarak bir sanal bilim parkı oluşturmuşlardır. Bu sistemde, müze modu ve okul modu olmak üzere öğrenciler için iki alternatif sunmuşlardır. Öğrenciler geleneksel eğitimlerine ek olarak AG destekli sanal laboratuvar ve gerçek bilim müzesine giderek öğrenim deneyimi kazanmışlardır. Proje sonunda öğrencilerin fen bilimlerine karşı içsel motivasyonlarının arttığı belirtilmiştir. Fakat bu çalışmayı bir adım öne çıkaran husus AG'nin formal ve informal öğrenmeyi bütünleştirebilecek bir potansiyelinin olduğunun fark edilmesidir. Environmental Detectives (Klopfer, 2008) ve Mad City Mystery (Squire & Jan, 2007) gibi mobil AG oyunları ile öğrencilerin geleneksel sınıf ortamının dışında incelemeler ve veriler toplayıp analiz yaptıkları, kısaca sınıf ortamı dışında da öğrenmeye devam ettikleri görülmektedir. Lin, Hsieh, Wang, Sie ve Chang (2011) diğer araştırmacılardan farklı olarak güzel sanatlar eğitiminde yapmış oldukları araştırma sonucunda, AG'nin yaratıcılığı geliştirme potansiyelinin olduğunu gözlemlemişlerdir. J. Ferrer-Torregrosa vd. (2015) bu teknolojinin laboratuvar maliyetlerini düşürdüğünü rapor etmişlerdir.

AG'nin eğitim ortamlarına sunduğu bir diğer özelliği, farklı yaklaşımlar kapsamında kullanılabilir esneklikte ve çeşitli öğretim yaklaşımlarını destekler nitelikte olmasıdır. AG teknolojisi eğitim ortamlarında; oyun temelli (Squire & Jan, 2007), problem temelli (Squire & Klopfer, 2007), konum tabanlı öğrenme (Klopfer, 2008), yaparak ve yaşayarak öğrenme (Hsiao, Chen & Huang, 2012), iş birliğine dayalı öğrenme (Dunleavy vd., 2009), bireysel öğrenme (J. Ferrer-Torregrosa vd., 2015), her zaman her yerde öğrenme (Muñoz-Cristóbal vd., 2015), sorgulamaya dayalı öğrenme (Chiang, Yang & Hwang, 2014b) ve daha birçok farklı yaklaşımlar kapsamında kullanılabilir. Bu esnekliğin sağlanmasında şüphesiz AG'nin farklı türlerinin olması (konum tabanlı vb.) ve farklı platformlarda kullanılabilir olmasının etkisi büyüktür.

2.6.2 Eğitimde Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Kullanımında Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

Eğitimde teknoloji kullanımının çoğu zaman fırsatları olmasına rağmen birtakım sınırlılıkları da olduğu bir gerçektir. AG de benzer şekilde yukarıda bahsedilen birçok faydanın yanında bazı dezavantajlara da sahiptir. İlgili kaynaklarda AG'nin avantajlarından bahseden birçok çalışma mevcutken bu teknolojinin dezavantajlarından bahseden çalışma sayısı nispeten azdır. Bunun muhtemel iki nedeni vardır; birincisi araştırmacıların AG'nin dezavantajlarına yeterince odaklanmamış olmaları, ikincisi ise AG'nin dezavantajlarının gerçekten az olmasıdır. Bu bölümde AG'nin dezavantajları, en çok rapor edilenden en az rapor edilene doğru ilerleyen bir sıralama ile verilmiştir.

AG kullanımında en çok karşılaşılan problemlerden birisi kullanılabilirlik sorunlarıdır. AG'nin uzun bir tarihi olmasına rağmen eğitim ortamlarında aktif olarak kullanılmaya başlanması daha yenidir. Bu nedenle birçok araştırmacı kullanılabilirlik problemlerinden bahsetmiştir. Muñoz-Cristóbal vd. (2015) coğrafya dersi kapsamında yapmış oldukları çalışmada konum tabanlı AG sistemi kullanmışlar ve araştırma sonunda AG'nin kullanılabilirliğinin düşük olduğunu rapor etmişlerdir. Bu nedenle ara yüz tasarımında sınıf/eğitim düzeyinin dikkate alınması gerektiğini ve küçük ekranlı platformların kullanılabilirliğinin düşük olabileceğini de belirtmişlerdir. Benzer şekilde Han, Jo, Hyun ve So (2015) 5-6 yaş aralığında 81 okul öncesi öğrencileri ile yapmış oldukları çalışmada AG'nin kullanılabilirlik sorununa dikkat çekmişler, özellikle küçük yaş gruplarında problemler yaşanabileceğini ifade etmişlerdir. Ibáñez vd. (2014) yapmış oldukları çalışmada

AG'nin kullanılabilirlik sorunlarının olduğunu belirterek bu durumu iki nedenle izah etmişlerdir. İlk neden olarak AG sisteminde kullanılan platform işaretçilerinin algılanmasında yaşanan sıkıntıları, ikinci neden olarak ise gerçek ve sanal elementlerin tablet bilgisayar ekranında denk getirilmesinin zorluğunu göstermişlerdir. Sonuç olarak iyi tasarlanmamış AG ara yüzleri ve öğrencilerin bu teknolojiye deneyimsizliği kullanılabilirlik problemlerine neden olabilmektedir.

Kullanılabilirlikten sonra en çok karşılaşılan problem AG kullanımının oldukça zaman alan bir süreç olmasıdır. Muñoz-Cristóbal vd. (2015) öğrencilerin verilen görevleri zamanında yetiştiremediklerini, ek ders süresine ihtiyacın doğduğunu belirtmişlerdir. Chiang vd. (2014a) 57 ilköğretim öğrencisi ile yapmış oldukları çalışma sonucunda da AG teknolojisinin öğretmenin iş yükünü artırdığını söylemişlerdir.

Bilimsel kaynaklar incelendiğinde eğitim ortamlarında AG kullanımının birtakım teknik problemlerinin de olduğu tespit edilmiştir. Teknik problemlerin çoğu ise konum tabanlı AG uygulamalarında karşımıza çıkmaktadır. Bu problemler genellikle GPS hatalarıdır. GPS hatası, konum tabanlı AG uygulamasının konumu ve yönü net algılamamasından kaynaklı bir problemdir. Dunleavy vd. (2009) GPS sorunlarının (konumu algılamama, konumu doğru algılayamama, yanlış konum bilgisi vb.) öğrencileri hayal kırıklığına uğrattığını ve öğretmenlerin de bu sorunu AG'nin en büyük problemi olarak nitelendirdiğini belirtmişlerdir. Bu çalışma sonucuna paralel olarak Chiang vd. (2014a) da konum tabanlı AG uygulamalarında GPS sorunlarının yaşandığını bildirmişlerdir.

Kaynaklarda karşılaşılan bir diğer teknik problem ise AG'nin işaretçi resmi (kare kod vb.) algılama güçlüğüdür. K.-E. Chang vd. (2014) 135 kolej öğrencisi ile sanat müzesinde yapmış olduğu deneysel uygulama sürecinde AG yazılımının resimleri algılamakta güçlük yaşadığını, geç okuduğunu ve hatta bazı zamanlarda hiç algılamadığını ifade etmişlerdir. Ke ve Hsu (2015) yükseköğretim öğrencilerinin mobil AG kullanırken telefonların işaretçileri algılamada sorunla karşılaştığını belirtmişlerdir. AG kullanılacak ortamlarda ışıklandırmanın güçlü olması ve kullanılan işaretçilerin net olması (büyük boyutlarda, kaliteli kâğıt kullanımı vb.) bu sorunu büyük ölçüde engellemektedir. AG sistemlerinin tamamına yakınında internetin kullanılması nedeniyle, uygulama esnasında internet bağlantısıyla ilgili yaşanan problemler verimliliği düşürebilmektedir (Muñoz-Cristóbal vd., 2015). Özellikle yüksek dosya boyutu olan nesnelerin kullanıldığı sistemlerin düzgün çalışabilmesi için yüksek hızda internet erişiminin olması gereklidir. AG tasarımının tek bir

donanım yerine farklı donanımlara uygun olacak şekilde gerçekleştirilmesi, teknik problemler ile karşılaşma olasılığını artırmaktadır.

Yukarıda belirlenen teknik problemler kadar yaygın olmasa da bazı araştırmacıların karşılaşmış olduğu farklı güçlükler de bulunmaktadır. Furió vd. (2013) AG oyunlarının kalabalık sınıflarda aynı anda oynanamayacağını dolayısıyla kalabalık sınıflarda verimin düşebileceğini vurgulamaktadırlar. Dunleavy vd. (2009) AG uygulamalarının içeriğinde karmaşık görevler ve aşırı bilgi sunumu bulunduğunda öğrencilerin bilişsel yüklerinin artabileceği hususunda eğitimcileri uyarmaktadırlar. Chiang, Yang ve Hwang (2014b) okul dışında yapılan gezilerde öğrencilerin dikkatlerini dağıtacak birçok etkenin olduğunu, öğrenme aktivitelerine yeterince odaklanamayacaklarını belirtmektedirler. Bu nedenle konum tabanlı AG uygulamalarında, öğrencilerin konudan uzaklaşma ihtimaline karşı önlem alınması gerekmektedir.

Sonuç olarak AG'nin eğitimde kullanımından sadece olumlu sonuçların elde edilmediği bazı problemlerin de yaşandığı görülmektedir. Problemlerin çoğu konum tabanlı AG uygulamalarında yaşanmaktadır. Fakat yaşanan problemler aşılamayacak veya AG kullanımını engelleyecek düzeyde olmadığı, gelişen teknolojiyle ilerleyen zamanlarda problemlerin çözülebileceği söylenebilir. Bu hususta Di Serio, Ibáñez ve Kloos (2013) da öğrencilerin yaşadığı sorunların eğitim sürecini çok aksatmadığını ve öğrencilerin sorunları kısa sürede aşabildiğini ifade etmişlerdir.

2.7 Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Kuramsal Temelleri

Birçok araştırmacının da belirttiği üzere (Chiang vd., 2014a; Santos vd., 2014; Sommerauer & Müller, 2014) AG'nin öğrenmeye olumlu katkı sağlama potansiyeli, çoklu ortam öğrenme kuramı ve çoklu ortam öğrenme kuramının dayandığı kuram olan ikili kodlama kuramı ile izah edilebilir.

2.7.1 Çoklu Ortam Öğrenme Kuramı

Najjar (1996) çoklu ortamı metin, grafik, animasyon, resim, video ve sesin bilgi sunmak amacıyla kullanılması olarak tanımlamıştır. Bazı araştırmacılar çoklu ortam tanımında teknolojiyi de vurgulamışlardır (Vaughan, 2006). Fakat çoklu ortam en yalın hâli ile bir materyalin resim (grafik, resim, animasyon vb.) ve metinle (sesli metin, yazılı metin vb.)

birlikte sunulması şeklinde tanımlanabilir (Mayer, 2009). Kısaca çoklu ortam resim, grafik, metin ve ses gibi bileşenlerin birleştirilmesiyle oluşturulmuş, bir paket hâline getirilen materyalleri nitelendirmektedir.

Çoklu ortam temel olarak iletişim sürecinde birden fazla kanalın aktif olarak kullanılması ile eğitim ortamlarının zenginleştirilmesine dayanmaktadır. Bir materyalde sadece metinlerin kullanılması hâlinde iletişim tek yolla sağlanmakta olup tek kanala aşırı bilişsel yükleme olması mümkünken diğer yollar/kanallar pasif kalmaktadır. Bu kuramı geliştiren Mayer (2009), iletişim sürecinde birden fazla kanalın kullanımının tek kanal kullanımından nasıl daha etkili olduğunu iki örnek üzerinden izah etmiştir.

Nicel olarak, bir iletişim sürecindeki mesajları otobanda giden otomobillere benzetirsek iki şeritli yol tek şeritli yola kıyasla daha seri ve verimli olacaktır.

Nitel olarak düşünüldüğünde ise her iki kanalın (görme ve işitme) aktif bir şekilde kullanıldığında, anlamlı ve kalıcı öğrenmenin mümkün olacağı görülmektedir.

Mayer (2009) bu kuram çerçevesinde, öğrenme sürecine yönelik kendisinin de deneysel olarak ispatladığı ilkeler sunmaktadır. Bu ilkelerden; çoklu ortam, uzamsal yakınlık ve zamansal yakınlık ilkeleri doğrudan AG'nin özellikleri ile ilişkilendirilebilmektedir (Santos vd., 2014).

Çoklu Ortam İlkesi

Çoklu ortam ilkesi, öğrencilerin resim ve yazının birlikte kullanıldığı materyallerle sadece yazıdan oluşan materyallere kıyasla daha iyi öğrendiğini belirtmektedir. Mayer (2009) metinler ve resimlerin birlikte gösterildiğinde, öğrencinin işitsel ve görsel olarak zihinsel model oluşturma ve bağlantı kurabilme fırsatının oluştuğunu söylemektedir. İlgili alanyazın incelendiğinde çoklu ortam ilkesi ile öğrenmenin daha etkili ve kalıcı olduğu sonucuna ulaşan birçok araştırmanın olduğu da görülmektedir.

Çoklu ortam ilkesi kapsamında AG'nin kullanıcılarına birçok fırsat sunduğu görülmektedir. AG'nin temel karakteristiği olan sanal ve gerçek nesnelere kombine etmesi bu ilke ile olan ilişkisine örnek olarak gösterilebilir. AG uygulamalarında, çoklu ortam ilkesinde savunulduğu gibi metinler ve resimler aynı anda kullanılabilir. Metinlerden oluşan bir matematik kitabının üzerinde 3B nesnelere gösterildiği bir AG uygulaması, resim ve yazının çoklu ortam ilkesine uygun olarak birlikte kullanıldığı materyale bir örnektir. Bu

şekilde bilginin tek kanal yerine iki kanalda birden işlenmesi öğrenmenin daha kalıcı olmasını sağlamaktadır. Sonuç olarak AG'nin eğitim açısından sahip olduğu potansiyel çoklu ortam ilkesi ile izah edilebilmektedir.

Uzamsal Yakınlık İlkesi

Uzamsal yakınlık ilkesine göre, birbiriyle ilişkili yazı ve resimlerin ekranda veya sayfada yakın olduğu materyallerde öğrenciler daha iyi öğrenir (Mayer, 2009). İlişkili yazı ve resimlerin birbirinden uzak konumlandırılması, öğrencilerin bilişsel kaynaklarının bu öğeleri ilişkilendirmeye çalışmak için zaman harcamasına ve çalışan bellek için ek yük oluşmasına neden olacaktır.

AG, artırılmış bileşenlerin sürekli gerçek ortam ile hizalanması özelliği sayesinde uzamsal yakınlık ilkesi ile uyumlu bir teknolojidir. AG kullanıcıları kullandıkları platformu istedikleri gibi hareket ettirebilmekte, bu sırada artırılmış bileşenlerin konumu sürekli olarak güncellenebilmektedir. Örneğin, öğrenci cep telefonu üzerindeki AG uygulamasında elektrik devresindeki akımı gözlemlerken telefonu devreler üzerinde gezdirebilmekte, iyonların hareketleri her konum değişikliğinden sonra güncellenmekte ve devre kablolarının üzerinde görünebilmektedir.

Zamansal Yakınlık İlkesi

Zamansal yakınlık ilkesi, birbiriyle ilişkili yazı ve resimlerin ekranda veya sayfada ayrı zamanlarda değil, eş zamanlı sunulmasıyla öğrencilerin daha iyi öğrendiğini belirtmektedir (Mayer, 2009). AG'nin artırılmış bileşenleri gecikmesiz olarak eş zamanda gösteren bir teknoloji olması nedeniyle öğrenciler görsel ve işitsel öğeleri aynı anda algılayarak görsel ve işitsel kanalda daha etkili işleyeceklerdir. Örneğin, konum tabanlı AG uygulamalarında kullanıcının yönü algılanıp kamerayı tuttuğu yerdeki tüm sanal nesnelere eş zamanlı olarak gösterilmektedir.

2.7.2 İkili Kodlama Kuramı

Geçmiş yıllarda bilgi işleme sürecine dair yapılan çalışmalarda, araştırmacıların sürekli sözel olan bilişsel süreçlere odaklanmış olması sözel olmayan bilişsel süreçlerin ihmal edilmesine

neden olmuştur (Aldağ & Sezgin, 2003). Yaklaşık 30 yılı aşkın bir çalışmanın sonucunda Paivio (1991), ikili kodlama kuramı ile bellekte sözel ve sözel olmayan olmak üzere ikili kodlama sisteminin var olduğunu, sözel ve sözel olmayan bilgilerin farklı iki kanalda işlendiğini açıklamaktadır. Clark ve Paivio (1991), sözel ve sözel olmayan kanalda bilginin nasıl işlendiğini bir örnek üzerinden izah etmişlerdir. Okul yazısı görüldüğünde veya okul kelimesi duyulduğunda bellekte sözel kanal üzerinden sembolik kodlanırken, zil sesi duyulduğunda veya okul resmi görüldüğünde sözel olmayan kanal üzerinden zihinsel imgeleme ile kodlanmaktadır. Yabancı kelime öğretiminde görsellerin de kullanılmasının, yeni bilginin önceki bilgilerle ilişkilendirmesine yardımcı olması da ikili kodlama kuramına bir başka örnek olarak verilebilir. Sonuç olarak Paivio (1991), bu kuram ile bilginin sözel ve sözel olmayan bağımsız iki kanalda işlendiğini ifade etmektedir.

İkili kodlama kuramına göre, alınan bilginin hem sözel hem de sözel olmayan kanallar kullanılarak birlikte işlendiğinde hatırlanmasının da daha kolay olduğu göz önünde bulundurulduğunda, AG'nin iki kanala da hitap eden bir teknoloji olması nedeniyle eğitim potansiyeli ikili kodlama kuramı ile izah edilebilir. Diğer bir ifade ile AG'nin sözel ve sözel olmayan kanallara hitap etmesi, ikili kodlama kuramına göre öğrencilerin daha iyi öğrenmelerine yardımcı olabilecek potansiyelinin olduğunu göstermektedir.

2.8 Meta-Analiz Kavramı

Bilindiği üzere sosyal alanlarda yapılan deneysel çalışmalarda iç ve dış geçerliliği tehdit eden birçok etken mevcuttur. Creswell (2009) deneysel çalışmalarda araştırmacı her ne kadar geçerlik önlemlerini almış olsa da çalışmanın geçerliliğini tehdit eden iç (uygulama sürecinde beklenmedik bir olayın etkisi, örneklemin uygulama süresinde dışsal etkenlerden dolayı değişimi, grupların eşitsizliği, uygulama sürecinde örneklem kaybı, gruplar arasında iletişim ihtimalinin olması, kontrol grubunun değersiz/dışlanmış hissetmesi ve son test sorularının ön testten hatırlanması vb.) ve dış (katılımcıların karakteristiğine sahip olmayan bireyler için genelleme yapılamaması, bağlamların farklı olmasından dolayı genelleme yapılamaması, elde edilen sonuçların anlık olması, geçmişe veya geleceğe yönelik yorumlanamaması vb.) unsurların olabileceğini belirtmektedir. Kısaca küçük ölçekli çalışmalarda yukarıda bahsedilen tehditler sıkı bir şekilde kontrol altına alınsa dahi genellenebilirliğinin düşük olması ihtimali vardır. Sosyal alanlarda küçük ölçekli çalışmaların araştırma sorularına kesin cevap verebilmesi zaten nadir bir durumdur. Büyük

ölçekli çalışmalarda ise geniş örneklem kitlesine ulaşmak neredeyse imkânsızdır. Büyük ölçekli çalışmaların uygulanabilirliğinin zor olması nedeniyle sosyal bilimlerde araştırmacılar genellikle küçük ölçekli çalışmalara yönelmektedirler. Bilim tarihi incelendiğinde birçok defa birikmiş bilgilerin sentezlenmesi ile yeni bilgilerin elde edildiği görülmektedir (Chalmers, Hedges & Cooper, 2002). Küçük ölçekli çalışmaların tek bir çatı altında toplanmasıyla var olan bilgilerin sentezlenmesi gerekliliği meta-analizin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Glass, 1976; Lipsey & Wilson, 2001).

Meta-analiz genel olarak, bireysel çalışmalardan ortaya çıkan analizlerin istatistiksel analizi şeklinde tanımlanmaktadır (Glass, 1976). Rosenthal ve DiMatteo (2001), Sánchez-Meca ve Marín-Martínez (2010) meta-analizin bir grup araştırmayı sistematik olarak inceleyen, herhangi bir istatistiksel teknikten daha fazlası olan bir araştırma yöntemi olduğunu söylemişlerdir. Glass, Smith ve McGaw (1981) ise meta-analizin bir istatistiki teknik değil, birçok ölçme ve istatistiksel analiz tekniklerini kullanan bir yöntem olduğuna işaret etmektedirler. Benzer şekilde meta-analiz konusunda kapsamlı bir çalışma yapan Üstün ve Eryılmaz (2014) da meta-analizin kendine has karakteristik özelliklerine (olası ara değişkenlerin analizi gibi) dikkat çekerek sadece istatistiksel bir teknikten de öte bir araştırma yöntemi olduğunu belirtmektedirler.

2.8.1 Meta-Analizin Tarihsel Gelişimi

1952 yılında Hans Eysenck, klinik psikolojide psikoterapinin hastalarını iyileştirmede yeterli olmadığına ilişkin bir tartışma başlatmış (Eysenck, 1952) ve bu tartışma 1970'lere kadar uzanmıştır. Kaynaklarda olumlu, olumsuz ve nötr (null) sonuç bulan bir çok araştırma incelenmesine rağmen tartışmalar son bulmamıştır. 1976 yılında Glass, Eysenck'in iddiasını araştırmak için 375 psikoterapi çalışmasını etki büyüklüklerinin hesaplanmasına dayanan "meta-analiz" adı verdiği yöntem ile inceleyerek güvenilir sonuçlar elde ettiğinde "meta-analiz" kavramı kaynaklarda kabul görmeye başlamıştır. O dönemlerde Eysenck'in (1978) da aralarında bulunduğu bazı araştırmacılar tarafından meta-analize yönelik eleştiriler ortaya atılsa da 1976'dan günümüze kadar farklı alanlarda meta-analiz çalışmaları katlanarak artmıştır. Daha ayrıntılı bir şekilde izah edilecek olursa, Web of Science web sitesinden elde edilen verilere göre 1976-1981 yılları arasında yapılan meta-analiz çalışması sadece 19 iken 2006-2011 yılları arasında bu sayı katlanarak 25754'e ulaşmıştır (Üstün & Eryılmaz, 2014).

Kaynaklar incelendiğinde özellikle son yıllarda meta-analiz çalışmalarında belirli standartları olan bir araştırma süreci oluşturmak ve sistematik bir tutarlılık sağlamak amacıyla “Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses” (PRISMA) ve “Meta-analysis of Observational Studies in Epidemiology” (MOOSE) gibi çalışmalar gerçekleştirildiği görülmektedir (Üstün & Eryılmaz, 2014). Bu çalışmalara ek olarak Amerikan Psikoloji Derneği (APA) (2008), meta-analiz çalışmalarında başlıktan sonuç bölümüne kadar raporlamanın nasıl yapılması gerektiği ve gerekli analizlere yönelik bilgilendirmeleri içeren “Meta-Analysis Reporting Standards (MARS)” isimli bir çalışma yayınlamıştır.

2.8.2 Meta-Analizin Güçlü Yönleri

Günümüzde bilimsel yayınların çeşitliliği (lisansüstü tezler, akademik dergiler, konferanslar vb.) ve sayısının oldukça fazla olması sebebiyle araştırmacılar veya eğitimciler her bir çalışmayı okumak için zaman ve imkân bulamamaktadırlar. Bu nedenle meta-analiz çalışmalarının araştırmacılara ve eğitimcilere kapsamlı bilgi birikimi sunarak önemli katkı sağlayacağını belirten Lipsey ve Wilson (2001) meta-analizin güçlü yönlerini birkaç madde ile özetlemişlerdir.

Bunlardan ilki meta-analiz sürecinin araştırmacıları titiz, sistematik ve disiplinli çalışmaya zorlamasıdır. Bunun nedeni meta-analiz sürecinin önceden adım adım planlanması ve her aşamanın incelemeye açık şekilde raporlandırılmasıdır. Araştırma süreci, çalışmayı tekrar etmek ya da incelemek isteyebilecek araştırmacılar için açık ve şeffaf bir şekilde aktarılır. İkinci madde ise meta-analiz çalışmalarında nitel içerik analizlerine dayanan diğer kaynak taraması yöntemlerinden farklı olarak incelenen çalışmaların bulgularının çıkarımsal analizlerle çok daha etkili bir şekilde sentezlenebilmesidir. Diğer kaynak taraması çalışmalarında, analizler nitel özetlemeler veya anlamlı farklılığın olduğu çalışmaların sayımı şeklinde olurken meta-analizde geçerli ve güvenilir istatistikler ile analizler çok daha etkili ve kapsayıcı olmaktadır. Meta-analizin üçüncü güçlü yönü, etki büyüklükleri hesaplamaları yaparak bir değişkenin etkisi üzerine oldukça güçlü ve kesin bilgiler vermesidir. Bireysel çalışmaların sınırlılıkları meta-analiz çalışmalarında birbiriyle bütünleşmeleri nedeniyle büyük oranda ortadan kalkar ve araştırılan etkinin gücü hiçbir bireysel çalışmanın tek başına sağlayamayacağı bir güvenilirlikle ortaya konulur.

Abramson ve Abramson'a (2001) göre meta-analizin bir başka güçlü yönü, belirli bir konuda yapılmış küçük ölçekli çalışmaların geçerliliklerinin ve değerlerinin artırılmasıdır. Benzer şekilde Rosenthal ve DiMatteo (2001) meta-analiz çalışmalarının küçük ölçekli çalışmaların sağlayabileceğinden çok daha doğru ve güvenilir sonuçlar sunduğunu belirtmektedirler. Meta-analiz çalışmalarında tek bir çalışmada ulaşılması çok güç olan örneklem sayılarına ulaşılabilen ve bu da meta-analiz çalışmalarının istatistiksel gücünün artmasını sağlamaktadır (Whiston & Li, 2011). Ayrıca meta-analizin istatistiksel anlamlılığa dayanmaması, incelenen bütün çalışma sonuçlarının etki büyüklüklerinin kullanılması da önemlidir (Shelby & Vaske, 2008).

2.8.3 Meta-Analize Yönelik Eleştiriler

Meta-analizin günümüzde çok fazla olmasa da yaygınlaşmaya başladığı ilk yıllarda çok eleştiri aldığı bilinmektedir. Yapılan bu eleştiriler arasında Gene Glass'ın meta-analiz yöntemini geliştirmesinde etkili olan psikiyatrist Hans Eysenck (bkz. Bölüm 2.7.1) 1978 yılında meta-analizi küçümsemek için "mega-aptallık" isminde bir çalışma yayınlamıştır (Eysenck, 1978). Glass (1982), meta-analize yönelik bütün eleştirileri dört grupta toplamıştır.

"Elmalar ve armutlar problemi" isimli ilk grup meta-analize dâhil edilen çalışmaların birbirinden bağımsız çalışmalar olmaları sebebiyle genelleme yapmanın mantıklı olmayacağı iddiasına dayanmaktadır. Bu problem ilk olarak meta-analiz çalışmalarına, geniş kapsamlı ve çeşitli çalışmaların dâhil edilmesinden sonra dile getirilmiştir. İsminden de anlaşılacağı gibi bu konudaki endişeler elmalar ve armutların birbirine karıştırılmasının uygun olmayacağı yönündedir. Farklı özelliklerdeki çalışmalar analiz edildiğinde genelleme yapılamayacağına dair yapılan eleştirilere cevaben Glass (1982), "aynı" ve "farklı" kavramlarını izah etmektedir. Meta-analizin temelinde aynı amaca hizmet eden farklı ama benzer çalışmaların sentezlenmesi bulunmaktadır. Zaten birebir aynı olan çalışmaları kıyaslamayla ya da birleştirmeye elde edilebilecek yeni ve değerli bir sonuç olmadığı için buna hiçbir zaman gerek duyulmayacaktır. Ayrıca Glass (1982), bu durumun birincil çalışmada farklı kişilerden veri toplamaktan farklı bir durum olmadığını çünkü verilerin toplandığı kişiler içerisinde en az elma ve portakal kadar birbirinden farklı kişilerin olduğunu ileri sürmektedir.

İkinci grup eleştiri, Eysenck'in (1978) meta-analizi "düşük kalitedeki çalışmaların savunucusu" olarak itham etmesi ile ilgilidir. İyi tasarlanmış çalışma sonuçlarıyla birlikte zayıf tasarlanmış çalışma sonuçlarının meta-analize dâhil edilmesinin uygun olmadığı, bu durumun düşük kalitedeki çalışmaların savunuculuğunu yapmak olduğu ileri sürülmektedir. Ancak bu durumun oluşmasını engellemek, çalışmaların meta-analize dâhil edilip edilmemesi kararının objektif yargılara dayanan kriterlere göre verilmesi ile sağlanabilir. Özetle Glass (1982), gerekli yöntem ve analiz özelliklerinin önceden belirlenerek sadece bu şartları sağlayan çalışmaların analize dâhil edilmesinin bu sorunu ortadan kaldıracığını ifade etmektedir.

Üçüncü gruptaki eleştiriler meta-analiz incelemesine dâhil edilen çalışmaların yanlılığı üzerinedir. Rosenthal'ın (1979) dosya çekmecesini problemi olarak isimlendirdiği bu durum, kaynaklarda olumlu sonuçlara ulaşan çalışmaların daha çok yayımlandığı, sonuçların olumlu yönde veya beklenen şekilde elde edilmediği çalışmaların ise dosya çekmecesine atıldığı iddiası üzerinedir. Fakat birçok araştırmacının da belirttiği üzere (Card, 2012; Rosenthal & DiMatteo, 2001; Üstün & Eryılmaz, 2014) bu durum meta-analize özgü bir problem olmayıp bilimsel kaynaklarda yer alan tüm çalışmalar için var olan bir olgudur. Bu durum, dergi editörlerinin veya hakemlerinin olumsuz veya istatistiksel olarak anlamsız sonuçların elde edildiği çalışmaları reddetme eğiliminde olmalarına dayanmaktadır. Ancak bu duruma meta-analizin sebep olduğu söylenemez. Örneğin, bir teknolojinin etkisiz ya da olumsuz etkisinin olduğunu raporlandıran çalışmalar bulunamamasının nedeni bu konuda gerçekleştirilen meta-analizler değildir. Ayrıca bu konuda birçok araştırma yöntemi çaresiz kalmakta iken meta-analizde, yayın yanlılığının tespit edilmesi ve sonuçları ne derecede etkilediğinin tahmin edilmesi çeşitli istatistiksel hesaplamalar ile mümkündür (Glass, 1982; Üstün & Eryılmaz, 2014). Bu çalışmada da kullanılan Huni grafiği ve Rosenthal'in (1979) güvenli N yöntemleri bu istatistiklere örnek olarak gösterilebilir.

Son gruptaki eleştirileri Glass (1982) "topaklanma" olarak isimlendirmiş ve bu eleştirileri bağımsız olmayan verilerin yanlılığından kaynaklandığını ifade etmiştir. Aynı araştırmadan elde edilen veriler meta-analize birden fazla kez dâhil edildiğinde oluşacak olan bu durumdan kaçınmak için dikkatli olunmalıdır. Örneğin, bir lisansüstü tez çalışmasının verilerinin, hem lisansüstü tezden hem de tezden üretilmiş makaleden iki farklı araştırmanın verileriymiş gibi analize dâhil edilmesinin meta-analizin güvenilirliğini olumsuz etkilemesi muhtemeldir.

2.8.4 Etki Büyüklüğü

“Örneklem büyüklüğü ve istatistiksel testlerin sonuçlarından bağımsız olarak araştırılan olgunun çalışma sonuçlarında ne düzeyde var olduğu” (Sánchez-Meca & Marín-Martínez, 2010, s. 274) şeklinde tanımlanan etki büyüklüğü, meta-analiz çalışmalarının temelini oluşturmaktadır. Çünkü meta-analiz çalışmalarında gruplar arasındaki istatistiksel sonucun anlamlılık düzeyi değil, sıfır hipotezinin yanlışlık derecesi olan etki büyüklüğü temel alınarak hesaplamalar yapılmaktadır. Kaynaklarda etki büyüklüğünün hesaplanmasında birçok ölçüm çeşidi bulunmaktadır. Fakat bu çeşitli ölçümler arasında farklılığın çok küçük olduğu söylenebilir. Bu kısımda bağımsız gruplar için etki büyüklüklerinin hesaplanmasında en çok kullanılan Cohen’in d 'si ve Hedges'in g 'si değerleri açıklanmıştır.

Cohen'in d 'si

Cohen (1988) etki büyüklüğünü, ortalamalar arası farkın, her iki grubun birleştirilmiş standart sapmasına bölünmesiyle hesaplamıştır.

$$d = \frac{X_d - X_k}{S_p}$$

Bu formülde X_d deney grubunun ortalamasını, X_k kontrol grubunun ortalamasını S_p ise iki grubun birleştirilmiş standart sapmasını temsil etmektedir. Birleştirilmiş standart sapma ise aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$S_p = \sqrt{\frac{(N_d - 1)S_d^2 + (N_k - 1)S_k^2}{(N_d + N_k - 2)}}$$

Bu formülde N_d deney grubu örneklem sayısını, N_k kontrol grubundaki örneklem sayısını, S_d^2 deneysel grubun varyansını, S_k^2 kontrol grubunun varyansını temsil etmektedir. Cohen (1988) 0,20 - 0,50 arasındaki etki büyüklüğünü küçük, 0,50 – 0,80 arasındaki bir değeri orta, 0,80 üzerini ise büyük etki olarak belirlemiştir. Cohen tarafından belirtilen sınır değerleri, etki büyüklüklerinin yorumlanmasında en yaygın kullanılan sınır değerleridir.

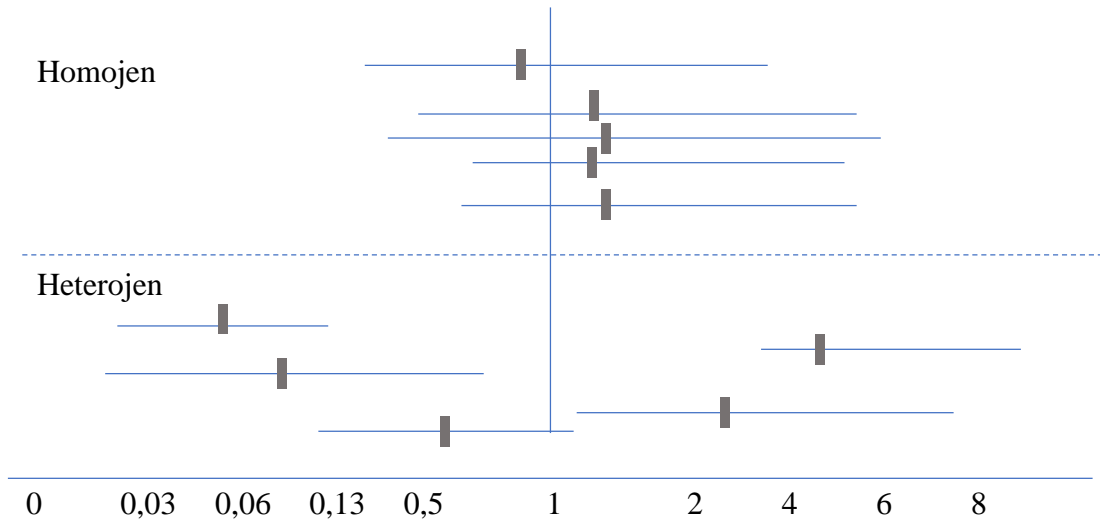
Hedges'in g'si

Deeks, Altman ve Bradburn (2001) ve Lakens (2013) Hedges'in etki büyüklüğü hesaplamasının Cohen'in etki büyüklüğü hesaplamalarına oldukça yakın sonuçlar verdiğini, fakat Cohen'in etki büyüklüğü hesaplamasında küçük örneklerde ($N < 20$) pozitif yönde oldukça düşük düzeyde bir yanlılığın olduğunu Hedges'in g 'si bu yanlılığı önleyerek daha güvenilir hesaplama yaptığını belirtmektedir. Hedges bu yanlılığı önlemek için Cohen'in etki büyüklüğü değerini (d) $\left(1 - \frac{3}{4(N_d + N_k) - 9}\right)$ ile çarparak düzeltmektedir (Hedges & Olkin, 1985). Yandaki formül incelendiğinde bu formülün sonucunun her zaman birden (1) küçük bir değer vereceği görülmektedir. Elde edilen bu değer d ile çarpıldığında Hedges'in g 'si her zaman Cohen'in d 'sinden daha küçük fakat birbirine yakın bir değer verecektir. Hedges'in g 'sinin etki büyüklüklerini yorumlamada da bir önceki bölümde verilen değer aralıkları aynı şekilde kullanılmaktadır.

2.8.5 Meta-Analizde Heterojenlik ve Model Seçimi

Etki büyüklüklerinin hesaplanmasından sonra heterojenliğin test edilmesi meta-analiz çalışmalarının temel aşamalarından birisidir. Meta-analize dâhil edilen çalışmalarda örneklem sayılarının, örneklem türlerinin, kısaca örnekleme hatalarının olması kuvvetle muhtemeldir (Huedo-Medina, Sánchez-Meca, Marín-Martínez, & Botella, 2006). İncelenen çalışmalardaki muhtemel örnekleme hatalarına ek olarak bir de çalışma sonuçlarının istatistiksel olarak birbirleri ile uyumlu olup olmadığı sorusu heterojenlik kavramının ortaya çıkmasına neden olmuştur (Glasziou & Sanders, 2002). Bu kavram, örnekleme hatalarından arındırılmış olarak çalışmalar arası heterojenliğin belirlenmesi anlamına gelmektedir (Üstün & Eryılmaz, 2014). Heterojenliğin belirlenmesi ayrıca meta-analizde kullanılacak istatistiksel modelin seçiminde belirleyici olmasından dolayı önemlidir.

Açikel (2009) meta-analizlerde heterojenliği tespit etmekte grafiklerin kullanılabileceğini (Şekil 6) fakat bunun yanında heterojenliğin miktarının belirlenmesi için istatistiksel testlerin yapılması gerektiğini belirtmektedir. Heterojenliği ölçmenin en yaygın yolu Q testidir.



Şekil 6. Heterojenliğin gösterimi. Açıklık, C. (2009). Meta-analiz ve kanıta dayalı tıp'taki yeri. *Klinik Psikofarmakoloji Bulteni*, 19(2), 164-172.

Q testi, meta-analizde heterojenliğin varlığına veya yokluğuna işaret etmektedir (Huedo-Medina vd., 2006). Q testi sonunda elde edilen p ve Q değerleri ile çalışmaların homojen veya heterojen yapıda olduğu belirlenmektedir. Test sonucunda p değeri 0,05'ten küçük ise meta-analize dâhil edilen araştırmaların heterojen bir yapıda olduğu, p değerinin 0,05'ten daha büyük çıkması durumunda ise çalışmalar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığı dolayısıyla homojen bir yapıda olduğu anlaşılacaktır (Dinçer, 2014). Meta-analizde heterojenliğin tespit edilmesinin ardından uygun modelin belirlenmesi gerekmektedir.

Meta-analizde sabit etki modeli analiz edilecek bütün çalışmaların tek bir gerçek etki büyüklüğü olduğu varsayımına dayanmaktadır. Borenstein, Hedges, Higgins ve Rothstein (2010), 1600 öğrenciye aynı anda uygulama yapmanın imkânı olmadığı için öğrencilerin 200'er kişilik A, B, D ve E gruplarına, kalan 800 öğrencinin ise C grubuna dâhil edildiği durumda, eğer öğrencilerin hangi gruba atandığının sonuçları etkilemediği varsayılmışsa bu durumun sabit etki modeline örnek olacağını belirtmişlerdir. Diğer bir örnek ise sigaranın sağlığa zararlarını araştıran bir kurumun (aynı yöntem, süreç ve veri toplama araçları kullanarak) beş farklı çalışmanın ortak etkisini görmek istediğinde sabit etki modelinin kullanılmasıdır. Bu noktada, yanılığa düşmemek için heterojenliğin istatistiksel olarak tespit edilmesi gerekmektedir. Diğer bir ifade ile Q testi sonucunda elde edilen p değeri 0,05'ten büyükse sabit etki modelinin kullanımı uygundur.

Rastgele etkiler modeli ise farklı popülasyonları temsil eden farklı etki büyüklüklerinin olduğu varsayımına dayanmaktadır. Yukarıda verilen örnek ile izah edilecek olursa 1600 yükseköğretim öğrencisinin A, B, D ve E okullarından 200'er kişi, C okulundan ise 800 öğrenci olmak üzere beş farklı okuldan alındığında grupların ortalamaları okuldan okula farklılık göstereceğinden sabit etki modeli yerine rastgele etkiler modelinin kullanılması uygun olacaktır (Borenstein vd., 2010). Özetle Q testinden elde edilen p değerinin 0,05'ten küçük olduğu durumlarda yani heterojenlik testinde çalışmalar arasında anlamlı farklılıkların olduğunun tespit edildiği durumda bu modelin kullanımı daha uygundur.

2.9 Meta-Analiz Süreci

Chambers (2004), meta-analiz sürecinin de normal araştırma sürecine oldukça benzeyen uygulama basamaklarının olduğunu söylemektedir. Kaynaklar incelendiğinde, meta-analiz sürecine dair bazı küçük farklılıkların olmasına rağmen, meta-analiz sürecinin temel basamaklarının aynı olduğu söylenebilir.

Rosenthal ve DiMatteo (2001) meta-analiz süreci aşamalarını altı basamakta açıklamıştır:

1. İlgili bağımsız ve bağımlı değişkenlerin belirlenmesi. Örneğin, çoklu zekâ kuramına dayalı biyoloji öğretiminin akademik başarıya etkisi (Çetinkıl, 2017).
2. Sistematik bir şekilde ilgili araştırmaların toplanması, toplanan her bir araştırmanın yöntem ve sonuç kısmının dikkatlice okunması, bağımlı ve bağımsız değişkenlerin nasıl ölçüldüğüne dair değerlendirmenin yapılması. Meta-analize dâhil edilebilmesi için uygun yöntemin ve gerekli istatistikî bilgilerin (ortalama, standart sapma, vb.) incelenmesi.
3. Çalışmalardan elde edilen etki büyüklükleri arasındaki değişkenliğin incelenmesi. Elde edilen etki büyüklükleri arasındaki heterojenliğin ki-kare ve p değeri ile belirlenmesi.
4. Ortalamalar gibi merkezi eğilim ölçülerini kullanarak toplanan araştırmalardaki etki büyüklüklerinin birleştirilmesi.
5. Belirlenen etki modeli için (sabit/rastgele) güven aralıklarının tespit edilmesi
6. Elde edilen genel etki büyüklüğünün değerlendirilmesi.

Amerikan Psikoloji Birliği (APA) yayımlamış olduğu meta-analiz rapor standardında (MARS), meta-analiz araştırmaları için tavsiye ettiği 10 aşamalı süreci ayrıntılı bir şekilde belirlemiştir. Bu süreç Tablo 2'de özetlenmiştir.

Tablo 2

Meta-Analiz Süreci (APA, 2010)

Araştırma bölümü	Süreç açıklamaları
Başlık	-Başlıkta ilgili araştırmanın bir sentezleme çalışması olduğunun belirtilmesi ve uygunsa “Meta-analiz” ibaresinin eklenmesi
Özet	-Araştırılan problem durumunun verilmesi -Kaynak taraması sonucunda elde edilen araştırmaların dâhil etme kriterlerinin verilmesi -Birincil araştırmalardaki örneklem türlerinin verilmesi -Meta-analiz yöntemi hakkında bilgi verilmesi (sabit etki ya da rastgele etkiler modeli) -Temel sonuçların verilmesi (genel etki büyüklüğü, düzenleyici değişkenlerin etki büyüklükleri) -Sonuç ve tartışmaya yer verilmesi (araştırma sınırlıklarının da dâhil edilmesi)
Giriş	-Problem durumunun açıklanması -Kuramsal ve uygulamaya yönelik altyapının hazırlanması -Araştırılan konuyla ilişkili mevcut problemlerin tartışılması -Konu ile alakalı çalışmaların güçlü ve zayıf yönlerinin verilmesi -İlgili hedef kitlenin açıklanması -Varsa hipotezlerin belirlenmesi
Yöntem	-Dâhil edilecek araştırmalardaki örneklem türünün/türlerinin belirlenmesi
<i>Seçme ölçütleri</i>	-Dâhil edilecek araştırmalardaki yöntemin belirlenmesi -Dâhil edilecek araştırmalar için zaman aralığını belirlenmesi
<i>Kaynak taraması</i>	-Diğer kriterlerin belirlenmesi (bölge, yazım dili, vb.) -Veri tabanlarının belirlenmesi -Kaynak taramasında kullanılacak parametrelerin belirlenmesi (anahtar kelimeler, konu, yayım yılı, vb.) -Varsa analize dâhil edilecek çalışmalar için zaman aralığının belirlenmesi
<i>Amaca uygunluğun belirlenmesi</i>	-Ulaşılan araştırmaların başlık, özet ve tam metninin okunması -Ulaşılan her bir araştırmanın amaca uygunluğuna kararın verilmesi
<i>Kodlama süreci</i>	-Kodlayıcının/kodlayıcıların sayısı ve niteliklerinin verilmesi (eğitim seviyesi, uzmanlık alanı, vb.)

<i>İstatistiksel yöntemler</i>	<ul style="list-style-type: none">-Kodlama sürecinde kaç kişinin bulunduğu ve kodlayıcılar arası uyumsuzluğun nasıl giderildiğinin belirtilmesi-Mata-analize dâhil edilebilmesi için gerekli istatistiksel verilerin kodlanması-Etki büyüklüğünü ölçmede kullanılacak formüllerin belirlenmesi-Heterojenliğin belirlenmesi-Kullanılacak modelin verilmesi (sabit etki modeli veya rastgele etki modeli)-Yayın yanlılığı test sonuçlarının verilmesi-Meta-analiz sürecinde kullanılan yazılım veya programın raporlandırılması
<i>Bulgular</i>	<ul style="list-style-type: none">-Analize dâhil edilen araştırma sayılarının verilmesi-Analize dâhil edilen araştırmaların listesinin verilmesi-Kaynak taramasında ulaşılan araştırma sayılarının verilmesi-Belirlenen kriterlere göre dâhil edilmeyen araştırma sayısının verilmesi-Analize dâhil edilen araştırmaların betimsel özelliklerinin verilmesi- İlgili tablo ve grafiklerin verilmesi-Genel etki büyüklüğünün verilmesi-Düzenleyici değişkenlerin etki büyüklüklerinin ve sayılarının verilmesi
<i>Tartışma</i>	<ul style="list-style-type: none">-Temel sonuçların verilmesi-Elde edilen sonuçların muhtemel nedenlerinin izah edilmesi-Sonuçların genellenebilirliğinin tartışılması-Genel sınırlılıkların verilmesi-Teori veya uygulamaya yönelik önerilerin verilmesi-İleriki çalışmalara önerilerin verilmesi

2.10 Eğitim Alanında Yapılmış Meta-Analiz Çalışmaları

Eğitim alanında yapılan meta-analiz araştırmaları incelendiğinde farklı alanlarda çalışmaların yapıldığı görülmektedir. Örneğin, Çetinkil (2017) biyoloji alanında çoklu zekâ kuramına dayalı öğretimin akademik başarıya etkisini meta-analiz yöntemiyle incelemiştir. Yaptığı kaynak taraması sonucunda 1998-2016 yılları arasında yapılmış 11 tez ve üç adet makaleyi meta-analize dâhil etmiştir. CMA programı ile yapmış olduğu istatistiksel analizler

sonucunda 14 çalışmaya ait genel etki büyüklüğünü $d=1.308$ olarak tespit etmiştir. Araştırmacı, çoklu zekâ kuramına dayalı öğrenim gören öğrencilerin geleneksel yöntemle öğrenim gören öğrencilere kıyasla oldukça yüksek bir akademik başarı elde ettiği sonucuna ulaşmıştır. Bu sonuç, biyoloji alanında çoklu zekâ kuramına dayalı öğretimin öğrencilerin akademik başarılarını artıracaklarını göstermektedir.

Armstrong (2016), doktora tezinde beden eğitimi dersi için seçilen öğrenme ortamının başarıya etkisini incelemiştir. Araştırmasına 12 makale 7 doktora tezi olmak üzere toplam 19 çalışmayı dâhil etmiştir. Elde ettiği bulgulara göre beden eğitimi için tercih edilen ortamın başarıya etkisi düşük seviyede (0,366) çıkmıştır.

Üstünel (2016), gerçekleştirdiği meta-analiz araştırmasında ödevin akademik başarıya etkisini incelemiştir. Son on yıllık dönemde (2006-2015) ödevin akademik başarıya etkisi üzerine 31 araştırmaya ulaşmıştır. Meta-analize dâhil edilen araştırmaların heterojen yapıda olması nedeniyle genel etki büyüklüğünün belirlenmesinde rastgele etkiler modelini kullanarak verileri analiz etmiştir. Yaptığı analiz sonucunda ödevin akademik başarı üzerinde orta düzeyde (0,54) bir etkiye sahip olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca çalışmada çalışmaların yapıldığı yıl, ders, ödev türü ve eğitim kademesine göre düzenleyici değişkenlere göre analizler de yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, 2013 yılındaki araştırmalarda ödevin akademik başarıya etkisi düşük düzeyde çıkmıştır. Çevrimiçi ödevlerin orta düzeyde (0,737), kâğıda dayalı ödevlerin ise düşük düzeyde (0,462) etkisinin olduğu açıklanmıştır.

Gözüyeşil ve Dikici (2014) yapmış oldukları meta-analiz araştırmasında beyin temelli öğrenmenin öğrencilerin akademik başarılarına etkisini incelemişlerdir. Kaynak taraması sonucunda 1999-2001 yılları arasında yapılmış beyin temelli öğrenmenin öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisini araştıran İngilizce ve Türkçe yazılmış 31 adet araştırmadan veri toplamışlardır. Araştırma sonucunda, beyin temelli öğrenmenin öğrencilerin akademik başarıları üzerinde pozitif fakat orta düzeyde bir etkiye (0.640) sahip olduğu tespit edilmiştir. Buna ek olarak Türkiye ve ABD’de yapılan çalışmalar kıyaslandığında, Türkiye lehine anlamlı bir farklılığın olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Alzahrani (2014), yardımcı teknolojilerin otizmlı çocukların sosyal becerilerinin gelişimine etkisini incelemiştir. Kaynak taraması sonunda son 5 yılda yayımlanmış (2008-2013) araştırmaların içinden amacına uygun 9 adet çalışmadan veri toplamıştır. Araştırmacı elde ettiği sonuçlara göre yardımcı teknolojilerin otizmlı çocukların sosyal becerilerinin

geliştirilmesinde etkisinin olduğunu tespit etmiştir. Bu çalışmada tablet bilgisayar, akıllı telefon, iPod gibi teknolojilerin otizmlı öğrencilerin sosyal iletişim becerilerine önemli katkıda bulunduğu rapor edilmiştir.

Liao (2007), bilgisayar destekli eğitimin geleneksel eğitime kıyasla öğrencilerin akademik başarılarına etkisini incelediği meta-analiz çalışmasında toplam 52 araştırmayı analiz etmiştir. Araştırmacı analiz sonucuna göre bilgisayar destekli eğitimin öğrencilerin akademik başarıları üzerinde olumlu yönde ve orta düzeyde (0,55) bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Bir diğer meta-analiz çalışmasında Y. Doğan (2017), okuduğunu anlamayı geliştirmede kullanılan strateji, yöntem ve tekniklerin okuduğunu anlama başarısına etkisini incelemiştir. 2000-2016 yılları arasında okuduğunu anlama ile ilgili yapılmış olan toplamda 19 ulusal makale, yüksek lisans ve doktora tezlerinden veri toplanmıştır. CMA yazılımını kullanılarak sabit etkiler modeline göre yapılan meta-analiz sonucunda genel etki büyüklüğü 0,896 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu sonuç, okuduğunu anlamada kullanılan stratejilerin okuduğunu anlama başarısı üzerinde pozitif yönde ve geniş düzeyde bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada yayın türüne göre en büyük etki büyüklüğünün makalelerde (1,042) olduğu bulunmuştur.

Sung, Chang ve Liu (2016), eğitim öğretimde dizüstü bilgisayar, kişisel asistan ve cep telefonları gibi mobil cihazların eğitimde kullanılmasının etkisini araştırdıkları meta-analiz çalışmalarında, 1993-2013 yılları arasında yapılmış 110 yarı deneysel ve deneysel çalışmayı incelemiştir. Analizler sonucunda, mobil cihazların orta düzeyde (0,523) bir etkisinin olduğu belirtilmiştir.

Topçu'nun (2009) araştırmasında cinsiyetin bilgisayar tutumuna etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İlk kaynak taranmasında 109 adet tez, 95 adet bildiri ve makale bulunmuş fakat araştırmanın amacına uygun toplam 47 çalışma meta-analize dâhil edilebilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre cinsiyetin bilgisayar tutumuna yönelik etki büyüklüğü 0,107 olarak bulunmuş olup düşük düzeyde bir etkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Camnalbur (2008), "Bilgisayar Destekli Öğretimin Etkililiği Üzerine Bir Meta-Analiz Çalışması" isimli çalışmasında, 1998-2007 yılları arasında bilgisayar destekli öğretiminin geleneksel yöntem ile karşılaştırıldığı 78 çalışmayı meta-analiz yöntemiyle incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda bilgisayar destekli öğretim yönteminin akademik başarıya olan etki büyüklüğü 1,048 olarak bulunmuştur.

Sung, Chang ve Yang (2015), yabancı dil eğitiminde mobil cihazların etkililiğini araştırdıkları meta-analiz çalışmasında, 1993-2013 yılları arasında yapılmış 44 makale ve doktora tezini incelemişlerdir. Toplamda 9154 örneklemden elde edilen verilere göre, dil öğretiminde mobil cihazların kullanımının orta düzeyde (0,55) olumlu bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

D. A. Smith (1996), sorgulamaya dayalı öğretimin akademik başarıya, bilimsel süreç becerilerine, eleştirel düşünme becerilerine ve laboratuvar becerilerine etkisini geleneksel yöntemlerle kıyaslayan araştırmaları meta-analiz yöntemiyle incelemiştir. Meta-analize uygun toplam 35 çalışmayı araştırmasına dâhil etmiştir. Analiz sonucunda sorgulamaya dayalı öğretimin öğrencilerin eleştirel düşünme ve laboratuvar becerilerine yüksek düzeyde bir etkisinin olduğu bulunmuştur. Kaynak taraması sonucunda elde edilen lisansüstü meta-analiz araştırmaları Tablo 3’de özetlenmiştir.

Tablo 3

Eğitimde Meta-Analiz Tezleri

Yazar (Yıl)	Yerli / Yabancı	Tez Türü	Alan	İncelenen çalışma sayısı	Değişkenler
Çetinkıl, (2017)	Yerli	Yüksek Lisans	Biyoloji	14	Çoklu zekâ kuramına dayalı biyoloji öğretiminin akademik başarıya etkisi
Y. Doğan, (2017)	Yerli	Yüksek Lisans	Okuma-Anlama	19	Okuduğunu anlamayı geliştirmede kullanılan stratejilerin etkisi
T. E. Smith, (2017)	Yabancı	Doktora	Öğretmen Eğitimi	39	Öğretmen eğitimi almanın bireyin kendi ailesi içindeki davranışlarına etkisi
Wandera, (2017)	Yabancı	Doktora	Uzaktan Eğitim	30	Yüz yüze eğitim ile uzaktan ve harmanlanmış eğitim çıktılarının kıyaslanması
Armstrong (2016)	Yabancı	Doktora	Beden Eğitimi	19	Beden eğitimi dersinde öğrenme ortamının öğrenme çıktılarına etkisi
Balemen (2016)	Yerli	Doktora	Fen	47	Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının fen eğitimine etkisi
Hayes (2016)	Yabancı	Doktora	Matematik	24	Farklı metotların matematik kaygısının düşürülmesine etkisi
He (2016)	Yabancı	Doktora	Matematik	27	Dil yeterliliğinin (language proficiency) matematik dersi çıktılarına olan etkisi
Kaya (2016)	Yerli	Doktora	Eğitim Yönetimi	44	Öğretmen yetiştirme sisteminin öğretmen eğitimi kalite standardına etkisi
Schmidt (2016)	Yabancı	Doktora	STEM	18	STEM eğitiminin akademik başarıya etkisi
Üstünel (2016)	Yerli	Yüksek Lisans	Ölçme-Değerlendirme	31	Ödevin akademik başarıya etkisi
Jensen (2015)	Yabancı	Doktora	Eğitim Bilimleri	11	Problem ve proje temelli öğrenmenin akademik başarıya etkisi
Kunkel (2015)	Yabancı	Doktora	Okuma-Anlama	61	Bilgisayar destekli eğitimin okumaya etkisi
Rains (2015)	Yabancı	Doktora	Eğitim Yönetimi	10	Okul genelinde profesyonel gelişimin öğrenci başarısına etkisi
Alzahrani (2014)	Yabancı	Yüksek Lisans	Özel Eğitim	9	Yardımcı teknolojilerin (assistive) otizmli öğrencilerin sosyal becerilerine etkisi
Ayaz (2014)	Yerli	Doktora	Fen	32	Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının fen derslerindeki akademik başarıya etkisi
Ural (2014)	Yerli	Doktora	Fen	31	Yapılandırmacı yaklaşımın fen başarısı ve fen dersine yönelik tutumuna etkisi
Sarıer (2013)	Yerli	Doktora	Eğitim Yönetimi	55	Eğitim kurumu müdürlerinin liderliğinin okul çıktılarına etkisi

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu araştırmanın yöntemi meta-analiz olarak belirlenmiş ve bu doğrultuda gerçekleştirilen veri toplama süreci sonunda incelenecek çalışmalar toplanmış ve ardından verilerin analizi gerçekleştirilmiştir. Araştırma yöntemi, verilerin toplanması ve analizi süreçleri bu bölümde detaylı olarak aktarılmaktadır.

3.1 Araştırma Yöntemi

Bu çalışmada eğitimde AG kullanımının akademik başarıya etkisinin meta-analiz ile incelenmesi amaçlanmıştır. Meta-analiz, birbirinden bağımsız çalışmaların nicel yaklaşımla bütünleştirilmesini sağlayan ve mevcut çalışmalardaki eksikliklerin belirlenmesi ile gelecek çalışmalara yön veren bir yöntemdir (Cohen, Manion, & Morrison, 2007). Bireysel çalışmalar, zaman ve maddi imkânsızlıklar nedeniyle örneklem ve uygulama süreci açısından çeşitli sınırlılıklara sahiptir. Meta-analiz ile AG'nin "akademik başarıya" etkisini inceleyen bireysel çalışmaların bulgularının bütünleştirilmesi ile genellenebilirliği daha yüksek sonuçlara erişilmesi mümkündür.

Meta-analiz gibi sistematik kaynak taraması da birbirinden bağımsız ancak benzer nitelikteki çalışmaların sentezlenmesini sağlayan bir yöntemdir. AG'nin eğitimde kullanımını konu alan çalışmaların betimsel karakteristiklerinin belirlenmesi için bu çalışmada sistematik kaynak taramasından faydalanılmıştır. Sistematik kaynak taraması, bir konuda belirli ölçütler neticesinde erişilen araştırma verilerinin değerlendirilmesini ve yorumlanmasını sağlayan bir yöntemdir (Kitchenham, 2004). Meta-analizde bulgular istatistiki

hesaplamalarla bütünleştirilirken sistematik kaynak taramasında incelenen değişkenler içerik analizi yapılarak raporlandırılır.

3.2 Verilerin Toplanması

Verilerin toplanması sürecinde öncelikle veri tabanları ve arama ölçütleri belirlenmiştir. Aramalar sonucunda erişilen çalışmalar, birtakım seçme ölçütlerine tabi tutularak eğitimde AG konusuna uygun olup olmadığı belirlenmiştir. Daha sonra elde edilen çalışmalar meta-analiz için seçme ölçütlerine tabi tutulmuştur. Verilerin toplanması sürecine dair ayrıntılı bilgilendirme bu bölümün devamında açıklanmaktadır.

3.2.1 Taranan Veri Tabanları ve Arama Kriterleri

Veri toplama aşamasında ilk olarak veri tabanları belirlenmiştir. SSCI ve ERIC veri tabanları, Web of Science ve Ebscohost web siteleri üzerinden taranmıştır. Çalışmaya ayrıca ProQuest ve Yüksek Öğretim Kurumu (YÖK) Tez Merkezi veri tabanları da dâhil edilmiştir. Veri tabanlarında gerçekleştirilen aramalarda anahtar kelime olarak “augmented reality”, “augmenting reality”, “mixed reality” ve “artırılmış gerçeklik” kelime grupları kullanılmış olup yapılan aramalarda yazım dili Türkçe ve İngilizce olan çalışmalar seçilmiş ve herhangi bir zaman sınırlaması getirilmemiştir. Bütün veri tabanlarında son arama 15 Mayıs 2017 tarihinde gerçekleştirilmiştir.

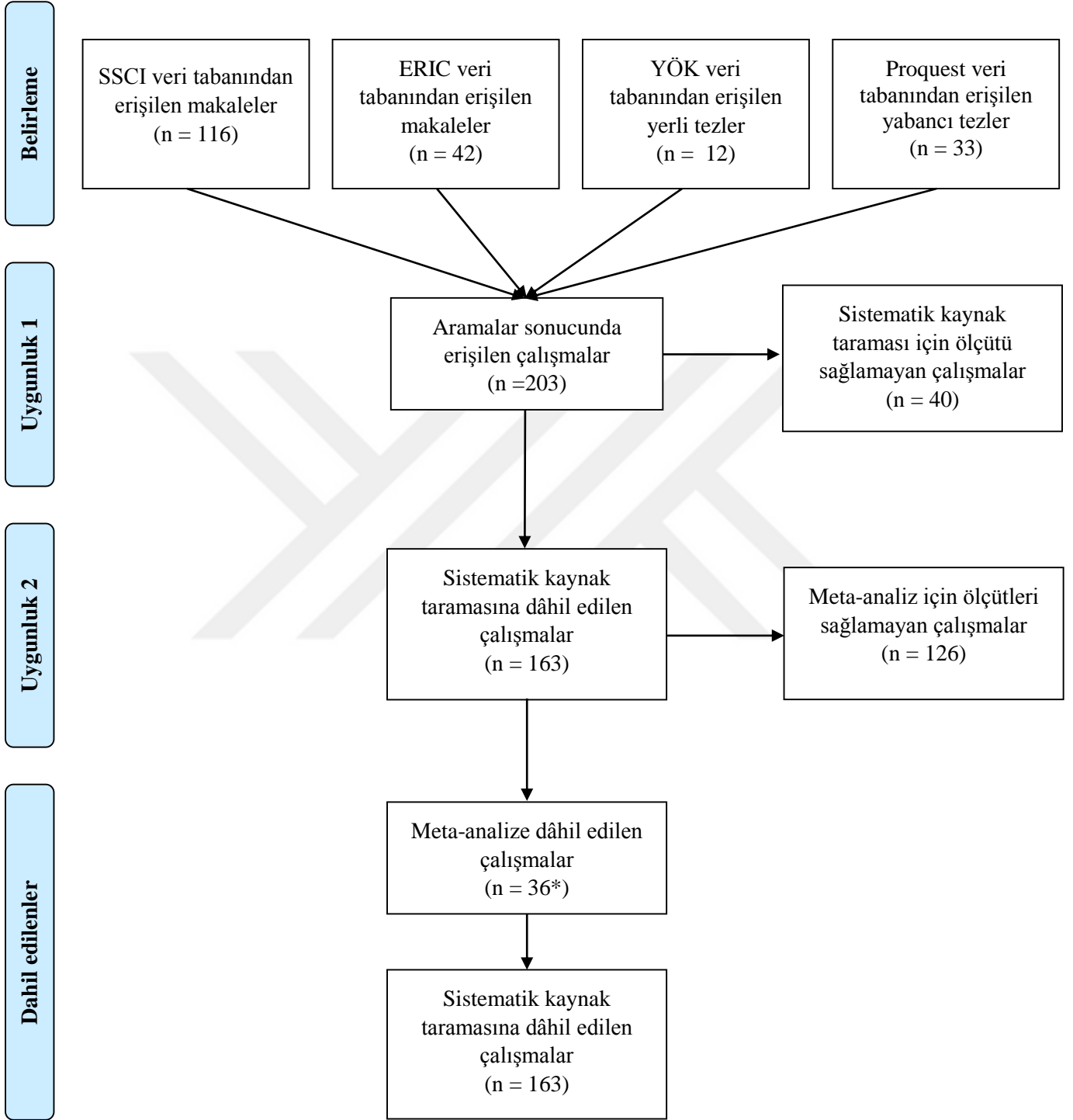
3.2.2 Seçme Ölçütleri

AG'nin eğitimde kullanımını temel konu olarak ele alan bütün çalışmalar sistematik kaynak taraması yöntemiyle incelenmek üzere dosyalanmıştır. Daha sonra bu araştırmalar içinden meta-analize dâhil edilecek çalışmaların belirlenmesi amacıyla aşağıda yer alan ölçütler uygulanmıştır:

1. Bağımsız değişken olarak AG'yi bağımlı değişken olarak akademik başarıyı ele alma
2. Kontrol gruplu deneysel desene sahip olma
3. Etki büyüklüğünü hesaplanabilmesi için gerekli olan standart sapma, p değeri gibi nicel istatistiklere yer verme

Veri toplama sürecinde elde edilen çalışmalara dair bilgiler Şekil 7’de Prisma akış diyagramına (Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman, & Group, 2009) uygun olarak verilmiştir. Veri toplama sürecinin sonunda sistematik kaynak taraması için 86 (%52,76) SSCI, 39 (%23,93) ERIC, 26 (%15,95) yabancı tez ve 12 (%7,36) yerli tez olmak üzere toplam 163 (%100) çalışma belirlenmiştir. Meta-analiz için ise 19 (%52,77) SSCI, 4 (%11,11) ERIC, 3 (%8,33) yabancı tez ve 10 (%27,77) yerli tez olmak üzere toplamda 36 (%100) çalışmanın amaca uygun olduğu tespit edilmiştir.





*Meta-analize dâhil edilen 36 çalışma arasındaki 2 çalışmada birbirinden tamamen bağımsız 2 ayrı uygulama yer aldığı için bu uygulamalara ait sonuçlar ayrıca değerlendirilmiş toplamda 38 araştırma sonucu meta-analize dâhil edilmiştir.

Şekil 7. Veri toplama süreci akış diyagramı. Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D., & Group, T. P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Med*, 6(7), e1000097.

3.3 Verilerin Analizi

Verilerin toplanması aşamasında belirlenen çalışmalar kodlanarak (örn; SSCI(5), Yerli Tez (10)) kaydedilmiş ve bir Microsoft Excel dokümanında kodlanmak üzere erişilen veri tabanına göre dosyalanmıştır. Excel dokümanında incelenecek özellikler ve istatistiklere (puan ortalaması, standart sapma, örneklem sayıları, p ve t değerleri) göre sütunlar oluşturulmuş ve kodlama aşaması ilgili hücrelerin doldurulması ile gerçekleştirilmiştir.

İlgili veriler kodlanarak Excel dokümanına işlenmiş ve betimsel analizler filtrelenmiş, ilgili bulgular frekans ve yüzde olarak hesaplanmıştır. Bu veriler üzerinden daha sonra bulgular bölümünde raporlandırmak üzere tablo ve grafikler oluşturulmuştur. Meta-analiz istatistiklerini gerçekleştirmek için ise Excel'e işlenen veriler Comprehensive Meta-Analysis (CMA) yazılımına aktarılmış ve etki büyüklükleri, heterojenlik testi ve yayın yanlılığı hesaplamaları bu yazılım üzerinden gerçekleştirilmiştir.

3.3.1 Kodlama Süreci

Betimsel karakteristiklerin belirlenmesinde kodlayıcıyı yönlendirebildiği için herhangi bir hazır şablon kullanılmamış olup veriler araştırmacıların belirttiği şekilde kodlanmıştır. Bu süreçte güvenilirliğin sağlanması için aramalar sonrasında erişilen bütün çalışmalar araştırmacı tarafından baştan sona iki defa kodlanmıştır. İkinci kodlamanın amacı, kodlayıcının ilk kodlama sırasında gerçekleştirmiş olabileceği muhtemel hataları ortadan kaldırmaktır. Kodlayıcı güvenilirliğinin belirlenmesi için kaynaklarda kabul edilen oran olan %25'lik veri üzerinden (Drysdale, Graham, Spring, & Halverson, 2013) kodlayıcı güvenilirliği hesaplanmıştır. Verilerin %25,12'sini oluşturan 51 çalışma, eğitim teknolojileri alanında bir öğretim üyesi tarafından araştırmacının kodlamalarından bağımsız bir şekilde yeniden kodlanmıştır. Bu 51 çalışma, incelenen araştırmaların içinden erişildikleri veri tabanındaki dağılımlarına göre belirlenmiştir. Örneğin, aramalar sonucunda ulaşılan 203 çalışma içinde yüzdesi 52,76 olan SSCI çalışmalardan 51 çalışma için yüzdesi 52,94 olacak şekilde 27 çalışma belirlenmiştir. İki kodlayıcıdan elde edilen kodlamalar üzerinden Cohen'in kappa kodlayıcı güvenilirliği analizi gerçekleştirilmiş ve kappa değeri 0,89 olarak bulunmuştur. Bu değer Viera ve Garrett'e (2005) göre "neredeyse mükemmel" aralığında olduğundan kodlamaların güvenilirliğini desteklemektedir. Kodlama sürecinde karşılaşılan bu farklılığın nedeninin araştırma yöntemi gibi her yazarın açıkça ifade etmediği durumlar olduğu

belirlenmiştir. Kodlayıcıların görüşmeleri sonucunda bu farklılıklar çözüme kavuşturulmuştur.

3.3.2 Meta-analiz süreci

Meta-analize dâhil edilen çalışmaların etki büyüklüklerinin hesaplanması için gerekli olan veriler (ortalamalar, standart sapmalar vb.), CMA yazılımı farklı veri gruplarını birleştirebildiği için araştırmacıların raporladığı gruplara göre toplanmıştır. Verilerin CMA'ya aktarıldığı gruplar; (1) deney grubu ortalaması, deney grubu standart sapması, deney grubu örneklem sayısı, kontrol grubu ortalaması, kontrol grubu standart sapması, kontrol grubu örneklem sayısı ve etki yönü, (2) deney grubu ortalaması, deney grubu örneklem sayısı, kontrol grubu ortalaması, kontrol grubu örneklem sayısı, t-değeri ve etki yönü, (3) deney grubu ortalaması, deney grubu örneklem sayısı, kontrol grubu ortalaması, kontrol grubu örneklem sayısı, p-değeri ve etki yönü, (4) deney grubu örneklem sayısı, kontrol grubu örneklem sayısı, t-değeri ve etki yönünden oluşmaktadır. İlgili veriler daha sonra CMA yazılımına aktarılmış ve çalışmaların bireysel etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Genel etki büyüklüğünü hesaplamadan önce kullanılacak modeli (sabit/rastgele) belirleyebilmek için heterojenlik testi gerçekleştirilmiştir. Sabit etki modeli analiz edilen bütün çalışmalar için geçerli ve doğru tek bir etki büyüklüğü olduğunu kabul ederken, rastgele etkiler modeli etki büyüklüğünün öğrenenlerin eğitim ya da sağlık düzeyi gibi nedenlerle değişiklik gösterebileceğini dolayısıyla hesaplamalar esnasında buna uygun olarak düzenlemeler yapılması gerektiğini savunur. Bu çalışmada gerçekleştirilen bütün genel etki analizleri heterojenlik testleri hem Q değeri hem de p-değeri üzerinden hesaplanmış ve bulgular bölümünde raporlanmıştır.

Meta-analiz hesaplamalarında güvenilirliği sağlamak için “hata koruma sayısı” ya da “güvenli N” olarak ifade edilen “fail safe-N” değeri gibi yayın yanlılığı hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Hata koruma sayısı, bir meta-analizden elde edilen etki büyüklüğü sonuçlarının gerçekleştirilecek kaç tane nötr ya da negatif anlamlılık değerinde çalışma ile geçersiz hâle gelebileceğini ifade etmektedir (Borenstein vd., 2010). Yayın yanlılığı analizleri, meta-analizin araştırmaların sonuçlarından bağımsız olarak nesnel bir çalışma örneklemini olup olmadığını test etmek için gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmada, güvenli N, huni grafiği ve Kendall S istatistikleri ile analiz edilmiştir.

AG'nin akademik başarıya etkisini inceleyen çalışmaların etki büyüklükleri arasında örneklem düzeylerine, uygulama alanlarına, yıllara, ülkelere ve yayın türüne göre anlamlı bir farklılık olup olmadığına yönelik bulgulara erişilebilmesi için bu değerler düzenleyici değişken olarak kodlanmış ve veriler aşağıda yer alan şekilde gruplandırılmıştır.

Örneklem düzeyleri;

- Okul öncesi, ilkokul ve ortaokul
- Lise
- Üniversite ve yetişkin

Uygulama alanları;

- Fen ve tıp
- Matematik ve mühendislik
- Sosyal ve beşeri bilimler

Yıllar;

- 2014 ve öncesi
- 2015 ve sonrası

Ülkeler;

- ABD
- İspanya
- Tayvan
- Türkiye

Yayın türü;

- Makale
- Tez

Ülkeler gruplandırılırken çalışmanın yazarlarının görev yaptığı kurumun bulunduğu ülkeler esas alınmıştır. Birden fazla ülkeden yazar bulunması durumunda yazarların çoğunluğunun bulunduğu ülke, çoğunluk olmayan durumlarda ise ilk yazarın ülkesi çalışmanın ülkesi olarak kabul edilmiştir. Her çalışma için örneklem düzeyleri, uygulama alanları, yıllar, ülkeler ve yayın türü düzenleyici sütunlarda kodlanmış ve ilgili analizler yazılımın “düzenleyiciler üzerinden gruplandırılmış istatistikler” seçeneğinde gerçekleştirilmiştir.

Hesaplanan bütün etki büyüklüğü değerleri Cohen'in (1988) etki büyüklüğü değer aralıklarına göre 0,20 - 0,50 arası zayıf, 0,50 – 0,80 arası orta ve 0,80 üzeri büyük etki olarak değerlendirilmiştir.



BÖLÜM IV

BULGULAR

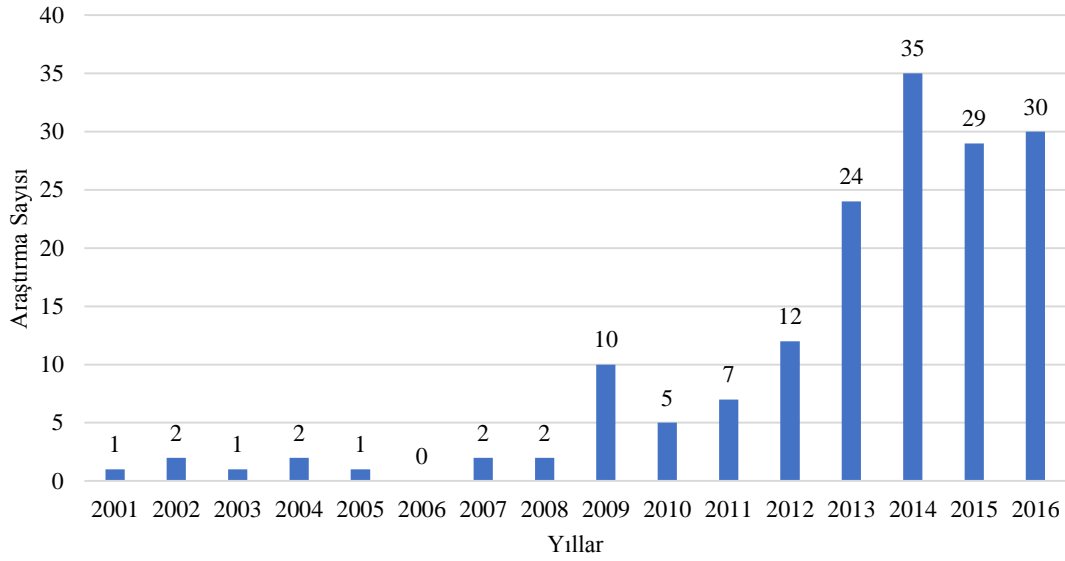
Bulgular bölümünde incelenen çalışmaların sistematik kaynak taraması ve meta-analiz yöntemleriyle analizi sonucunda elde edilen verilere yer verilmektedir. Öncelikli olarak sistematik kaynak taraması için uygun olduğu tespit edilen çalışmaların betimsel karakteristik özelliklerine daha sonra ise meta-analiz sonuçlarına yer verilmiştir.

4.1 Betimsel Analizler

Bu araştırmada incelenen betimler yıl, ülke, tercih edilen AG platformu ve yazılımı, sınıf/eğitim düzeyi, örneklem sayısı, uygulama alanı, öğretim yaklaşımı, araştırma yöntemi ve incelenen değişkenlerden oluşmaktadır.

4.1.1 Yıllara Göre Dağılım

AG'nin eğitimde kullanımını konu alan çalışmaların yıllara göre dağılımlarına bakıldığında 2001 yılında başlayan çalışmaların ilk 10 yıllık zaman diliminde kayda değer bir artışın olmadığı 2012 yılından sonra çalışmaların hız kazandığı görülmektedir. Kaynaklarda ilk AG kullanımının 1990'lı yıllara kadar uzandığı görülmesine rağmen, AG çalışmalarının o kadar eski bir geçmişinin olduğu söylenemez (Şekil 8). Kaynak taraması sonucunda toplam da 163 araştırmaya ulaşılmış olması, AG'nin eğitimde kullanımının araştırılmasına yönelik bir ilginin olduğunu da açıkça göstermektedir.

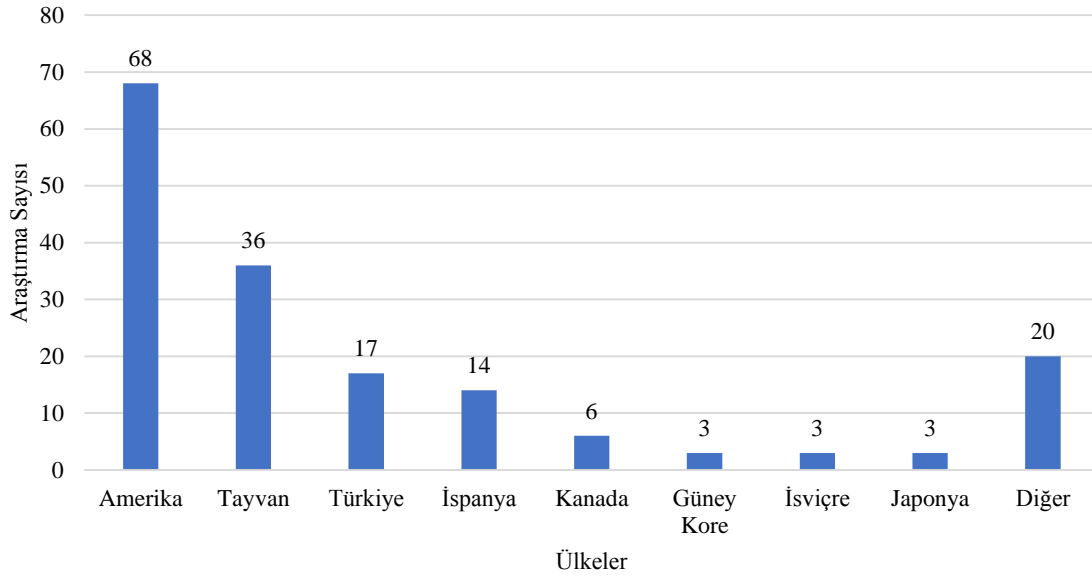


Şekil 8. Araştırmaların yıllara göre dağılımı.

Şekil 8 incelendiğinde, araştırmaların %80'inin 2012 yılı ve sonrasında yayımlanmış olduğu görülmektedir. Bu artışta şüphesiz AG'nin mobil platformlar ile kullanılabilir olması rol oynamaktadır. AG'nin eğitim ortamlarında kullanımının artması ile 2012 yılı ve sonrasında AG çalışmalarında artış olduğu gözlenmektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkelerde öğrencilerin teknolojiye sahip olma oranlarının gün geçtikçe artması ve kullanıcı dostu AG yazılımlarının yaygınlaşması ile eğitimde kullanımının artacağı öngörülmektedir.

4.1.2 Ülkelere Göre Dağılım

AG'nin eğitimde kullanımı üzerine araştırmaların hangi ülkelerde gerçekleştirildiği bu konuya verilen önemin belirlenmesi açısından önemlidir. Bu nedenle Şekil 9'da AG'nin eğitimde kullanımını ele alan araştırmacıların ülkelere göre dağılımı yer almaktadır.

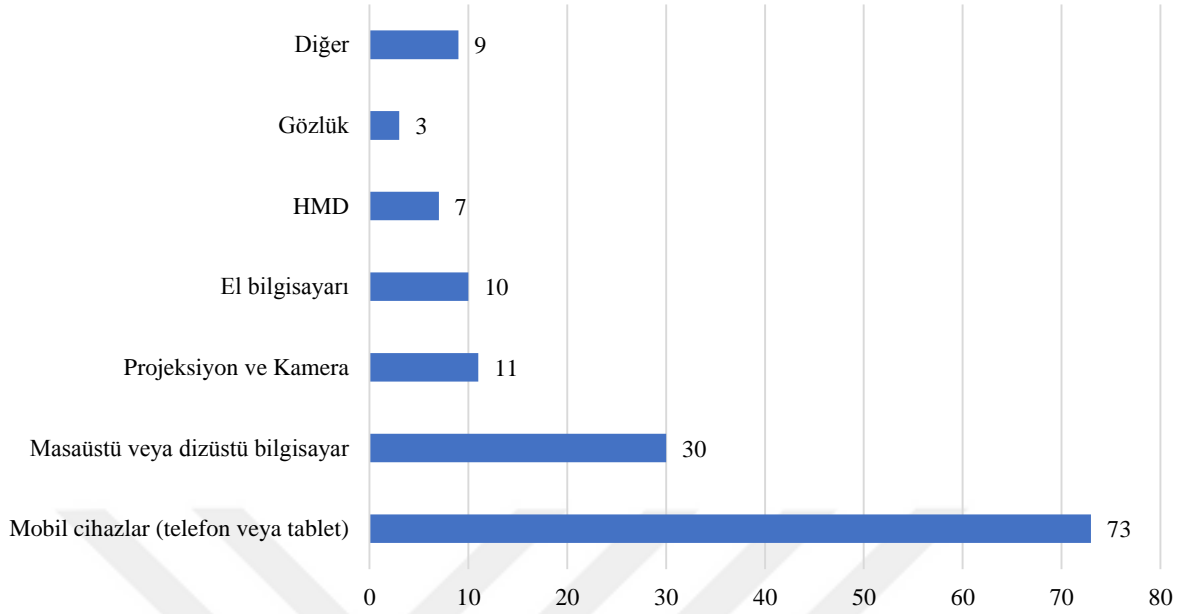


Şekil 9. Araştırmaların yazarlarının görev yaptığı ülkelere göre dağılımı.

AG ile ilgili araştırmaların en fazla ABD’de yapıldığı görülmektedir (Şekil 9). Dünyadaki ilk üç ülke arasında ABD’nin ardından Tayvan ve Türkiye gelmektedir. AG araştırmaları sıralamasında üçüncü ülke olmamız, bu konunun ülkemizde popüler bir araştırma konusu olduğunu göstermektedir. Diğer ülkeler incelendiğinde İspanya’da AG çalışmalarına yönelik bir eğilimin olduğu söylenebilir. Bu noktada araştırma kapsamında taranan veri tabanları arasında ProQuest (çoğunlukla Amerikan kökenli tezler) ve YÖK ulusal tez merkezinin olması nedeniyle Amerika ve Türkiye’deki araştırma sayılarının diğer ülkelere kıyasla daha yüksek çıkmış olma ihtimalinin bulunduğunu da ifade etmek gerekmektedir. Şekil 9’da yer alan grafikte, 2 veya daha az çalışmaya sahip olduğu için diğer kategorisinde yer alan ülkeler arasında ise Hindistan, Malezya, Polonya ve Finlandiya gibi ülkeler yer almaktadır.

4.1.3 Tercih Edilen AG Platformu Dağılımı

AG uygulamalarının gerçekleştirildiği platformlar giyilebilir teknolojiler (gözlük vb.), masaüstü bilgisayarlar ve mobil cihazlar olabilmektedir. AG araştırmalarında birçok farklı platformun kullanıldığı görülmektedir (Şekil 10).

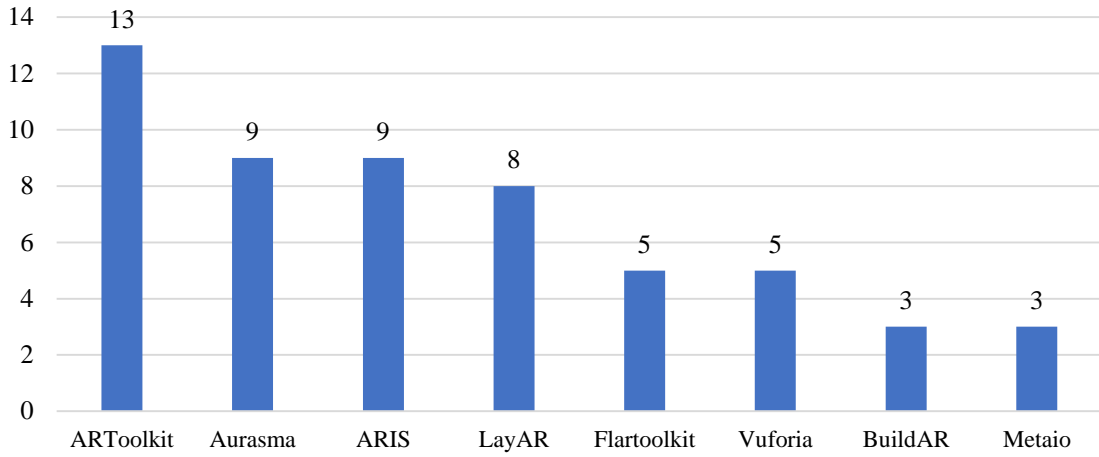


Şekil 10. Tercih edilen AG platformları dağılımı.

Şekil 10’da en çok tercih edilen AG platformunun mobil cihazlar (%45) olduğu belirlenmiştir. Mobil cihazları, bilgisayarlar (%18) takip etmektedir. Şekil 10’da diğer kategorisi içerisinde Kinect ve araştırmacılar tarafından geliştirilen özgün AG platformları bulunmaktadır. Araştırmacıların tercih ettiği diğer platformlar arasında el bilgisayarı (%6), HMD (%4) ve AG gözlükleri (%2) gelmektedir. Yapılan analizlerde el bilgisayarı ve HMD platformlarının genelde geçmiş yıllarda yapılan araştırmalarda tercih edildiğini belirtmek gerekmektedir. Fakat hem geçmiş yıllarda hem de güncel çalışmalarda mobil cihazlara bir yönelimin olduğu açıktır. Diğer kategorisinde ise AG destekli robot veya özel olarak düzenlenmiş sistemler gibi cihazlar yer almaktadır.

4.1.4 Tercih Edilen AG Yazılımı Dağılımı

Araştırmacıların AG uygulamaları geliştirirken kullanmış oldukları yazılımlar Şekil 11’de gösterilmektedir. Araştırmalarda farklı yazılımların tercih edildiği görülürken belirli bir yazılıma yönelimin olduğu söylenemez. AG uygulamalarında geliştirilen birçok yazılımın tespit edilmesi bu teknolojiye olan ilginin de bir göstergesidir. Kullanılan yazılımlar incelendiğinde genellikle ücretsiz ve mobil uygulama desteği olan yazılımlar olduğu ve AG teknolojisi açısından birbirleri arasında çok büyük farklılıklar olmadığı görülmektedir.



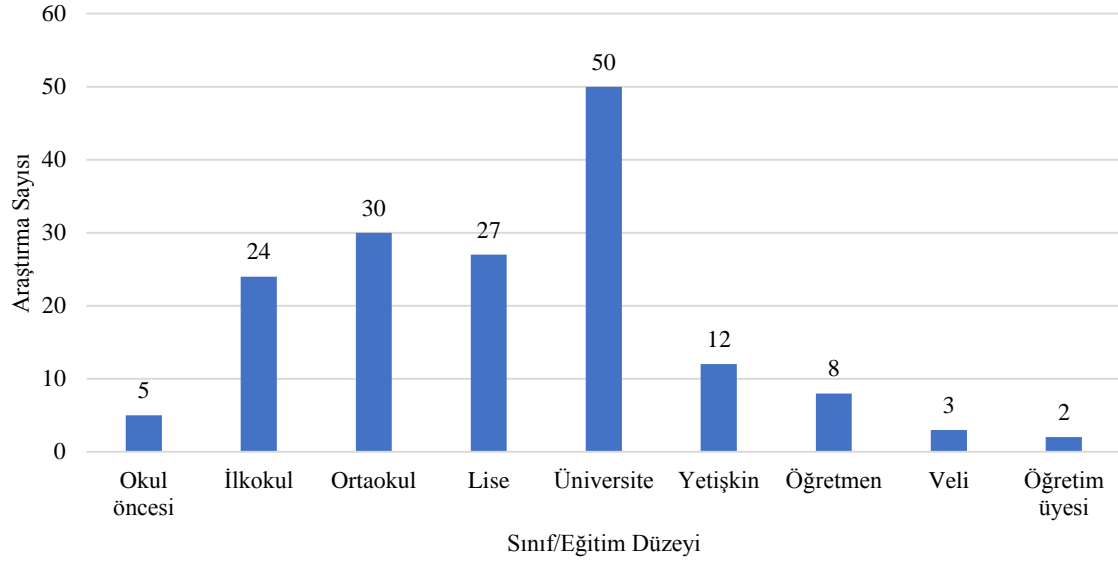
Şekil 11. Tercih edilen AG yazılımları dağılımı.

Şekil 11 incelendiğinde analiz edilen araştırma sayısının 163 olmasına rağmen, 55 çalışmanın yer aldığı görülmektedir. Bu durumun oluşmasında iki temel neden vardır. Bunlardan ilki AG araştırmalarının çoğunda (n=67, %41,10) araştırmacıların uygulama geliştirdikleri yazılımı belirtmemiş/raporlandırmamış olmasıdır. İkinci neden ise incelenen çalışmalar arasında yer alan kaynak taraması gibi uygulamaya dayalı olmayan çalışmalarda herhangi bir AG yazılımı kullanılmamasıdır (n=20, %12,27). Bunlara ek olarak toplam da 18 (% 11,04) araştırmada ise 2 veya daha az kez rastlanan diğer yazılımlar kullanılmıştır. Ayrıca az sayıda da olsa (n=5, %3,06) bazı araştırmacıların ücretli veya ücretsiz hazır AG uygulamalarını kullanmış oldukları da gözlenmiştir. Araştırmacıların eğitimde geliştirme sürecine gereksiz kullanabileceği hazır AG uygulamalarının olması bu teknoloji için bir avantajdır. Çünkü her eğitimci AG uygulaması geliştirebilecek kadar bilişim teknolojileri yetkinliğine sahip olmayabilir. Ayrıca uygulama geliştirmenin zaman alan bir süreç olması eğitimcileri AG kullanmaktan alıkoyan bir neden olabilir. Bu nedenle bu teknolojiyi kendi derslerinde kullanmak isteyen eğitimcilerin hazır geliştirilmiş içeriklerden faydalanabilme imkânının olması eğitimde kullanımının yaygınlaşması için de bir avantajdır.

4.1.5 Sınıf/Eğitim Düzeyi Dağılımı

Bu çalışmada, analiz edilen araştırmalarda sınıf/eğitim düzeyi olarak en çok üniversite öğrencilerinin (%30) tercih edildiği belirlenmiştir (Şekil 12). Elde edilen bu bulgu ile AG çalışmalarında sınıf/eğitim düzeyi olarak yükseköğretim düzeyindeki öğrencilere yönelim

olduğu görülmektedir. Üniversite öğrencilerinden sonra en çok yer verilen sınıf/egitim düzeyi ise ortaokul (%18) öğrencileridir.



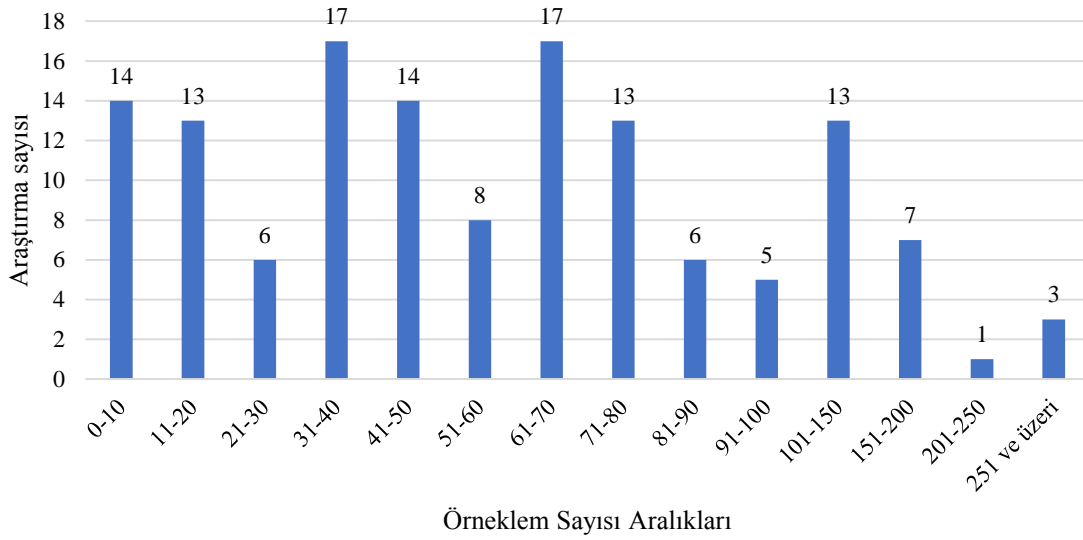
Şekil 12. Sınıf/egitim düzeyi dağılımları.

Şekil 12 incelendiğinde ilköğretim, ortaöğretim veya üniversite öğrencileri kadar yaygın olmasa da AG ile yetişkin (%7) ve hatta okul öncesi seviyesinde (%3) bile yapılmış araştırmaların olduğu görülmektedir. Fakat bu düzeyde yapılan araştırmaların az olması nedeniyle AG'nin bu düzeylerdeki etkileri tam olarak tespit edilememiş olabilir. Çünkü sınırlı sayıdaki araştırma ile AG'nin okul öncesi düzeyindeki etkililiği hakkında yeterli bilgi edinmek mümkün değildir. Benzer şekilde yetişkin eğitiminde AG kullanımı hakkında daha ayrıntılı bilgi edinilmesi için bu düzeyde daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu söylenebilir.

Analiz edilen altı (%4) araştırmada katılımcıların özel gereksinimi olan öğrenciler/yetişkinler olduğunu da belirtmek gerekmektedir. Elde edilen bu sonuca göre özel gereksinimleri olan öğrenciler için de nispeten daha az sayıda AG sistemi tasarlandığı söylenebilir.

4.1.6 Örneklem Sayıları Dağılımı

Örneklem sayıları araştırmaların yöntemleri hakkında detaylı bilgi edinilmesini sağlamaktadır. Şekil 13' te yer alan dağılım AG araştırmalarının örneklem sayılarını ortaya koymaktadır.



Şekil 13. Araştırmaların örneklem sayıları dağılımı.

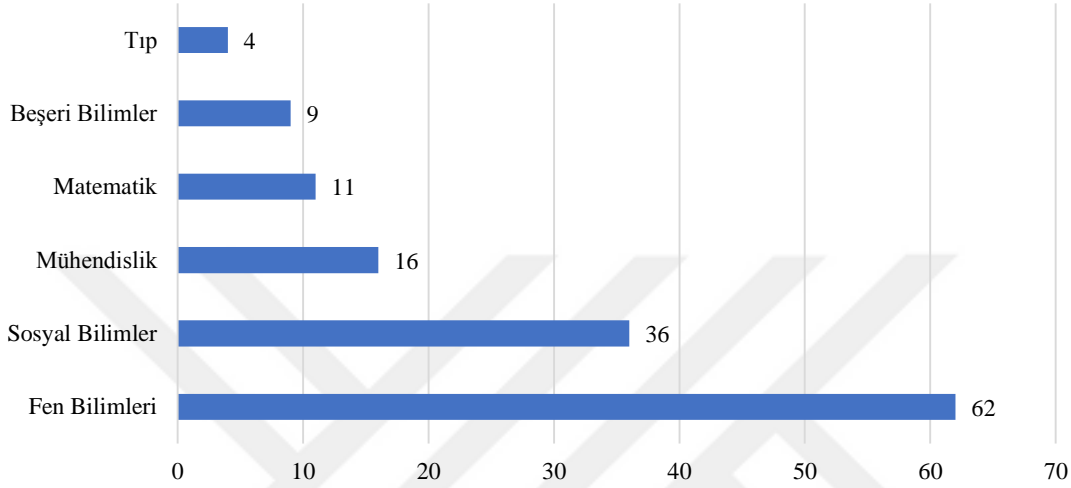
AG çalışmalarında örneklem sayıları incelendiğinde sadece %15'inin örneklem sayısının 100'den fazla olduğu görülmektedir. Diğer bir ifade ile analiz edilen çalışmaların yaklaşık %85'inde örneklem sayısı 100'den azdır. Bu nedenle eğitimde AG kullanımını konu alan araştırmaların küçük kapsamlı çalışmalar olduğu söylenebilir. Şekil 13 incelendiğinde, örneklem sayısı 0-10 aralığında olan çalışmaların da (%9) olduğu görülmektedir. Bu örneklem aralığında olan araştırmaların bir kısmının özel gereksinimleri olan öğrenciler üzerine odaklandığı diğer bir kısmının ise AG hakkında görüş elde edilmesini amaçlayan nitel araştırmalar olduğu belirlenmiştir.

4.1.7 Uygulama Alanları Dağılımı

AG'nin eğitim ortamlarında kullanılmasını konu alan araştırmacıların büyük oranda (%38) fen bilimleri alanında araştırma yaptıkları görülmektedir. Fen bilimleri alanında yapılan çalışmalar, diğer alanlara kıyasla oldukça yüksek oranda çıkmıştır (Şekil 14). Bu bulgu, araştırmacıların AG'nin bu alan için sağlamış olduğu fırsatların (gözlenmesi mümkün olmayan veya tehlikeli olan olayların gözlemlenebilmesi vb.) etkisini araştırdığı görüşünü desteklemektedir.

Yapılan araştırmalarda ikinci sırada sosyal bilimler alanının tercih edildiği görülmektedir. Bu alanda yapılan araştırmalarında yüksek orana sahip olduğu söylenebilir (%22). Sosyal bilimler alanından sonra mühendislik (%10) ve matematik (%7) alanları gelmektedir. AG

matematik eğitimi için potansiyeli olan bir teknoloji olmasına rağmen bu alanda nispeten az sayıda çalışma gerçekleştirilmiştir. Bir alanda az çalışmanın yapılmış olması AG'nin bu alanda az kullanıldığı anlamına gelmemektedir. Bu alanda AG'nin etkilerinin belirlenebilmesi için daha fazla çalışma yapılması gerektiğini kanıtlayarak ileriki çalışmalara yön göstermektedir.



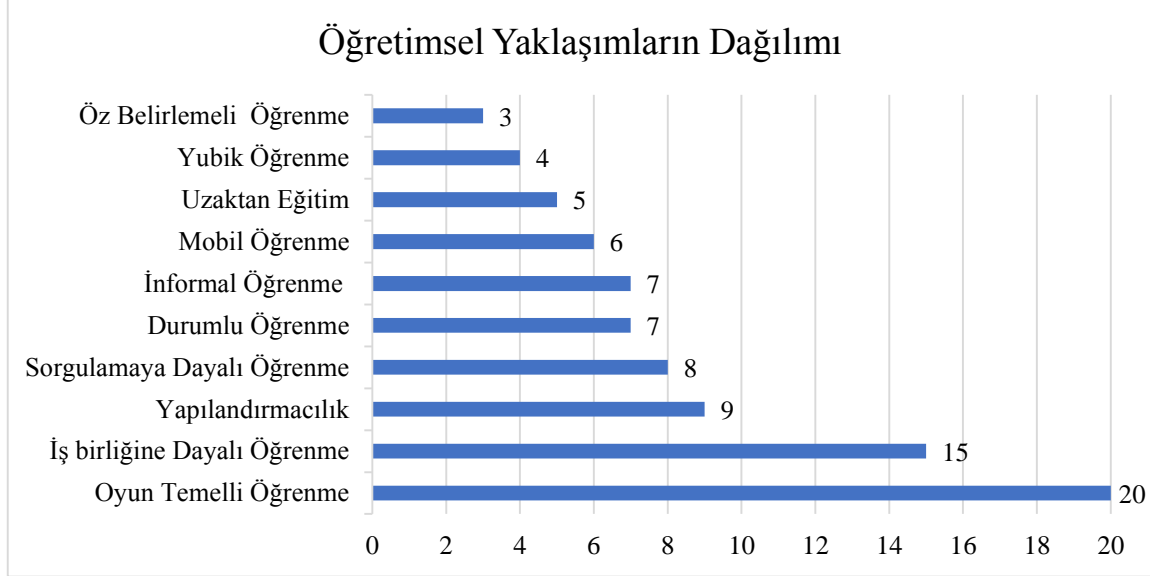
Şekil 14. Uygulama alanları dağılımı.

Şekil 14'de görüldüğü üzere en az AG çalışması tıp alanında gerçekleştirilmiştir (%2). Araştırmalar içerisinde yalnızca dört çalışma tıp alanında yapılmıştır. Matematik alanında olduğu gibi AG, tıp eğitimi içinde büyük potansiyele sahibi olmasına rağmen bilimsel araştırmalarda yer almamaktadır. İleriki yıllarda matematik ve tıp alanında AG araştırmalarının artması ile bu alanlarda da daha fazla bilimsel kanıt elde edilebilecektir.

4.1.8 Öğretim Yaklaşımlarının Dağılımı

Araştırmacıların hangi öğretim yaklaşımını uyguladıkları incelenmiş ve %32'sinin öğretim yaklaşımını rapor etmediği görülmüştür. Elde edilen sonuçlara göre AG için en çok oyun temelli yaklaşımın tercih edildiği görülmektedir (Şekil 15). Bu sonuç ile araştırmacıların oyun temelli öğrenme ortamlarında AG'den faydalanma isteğinin olduğu söylenebilir. Ayrıca AG tabanlı oyunlar ile hâlihazırda kullanılan eğitsel oyunların da etkileşiminin artırılacağı bir gerçektir.

Oyun temelli yaklaşımdan sonra araştırmacıların en çok iş birliğine dayalı yaklaşımı kullandıkları belirlenmiştir. Elde edilen bu sonuç, AG'nin iş birliğine dayalı yaklaşım ile uyum içinde kullanılabilir olduğunu göstermektedir.

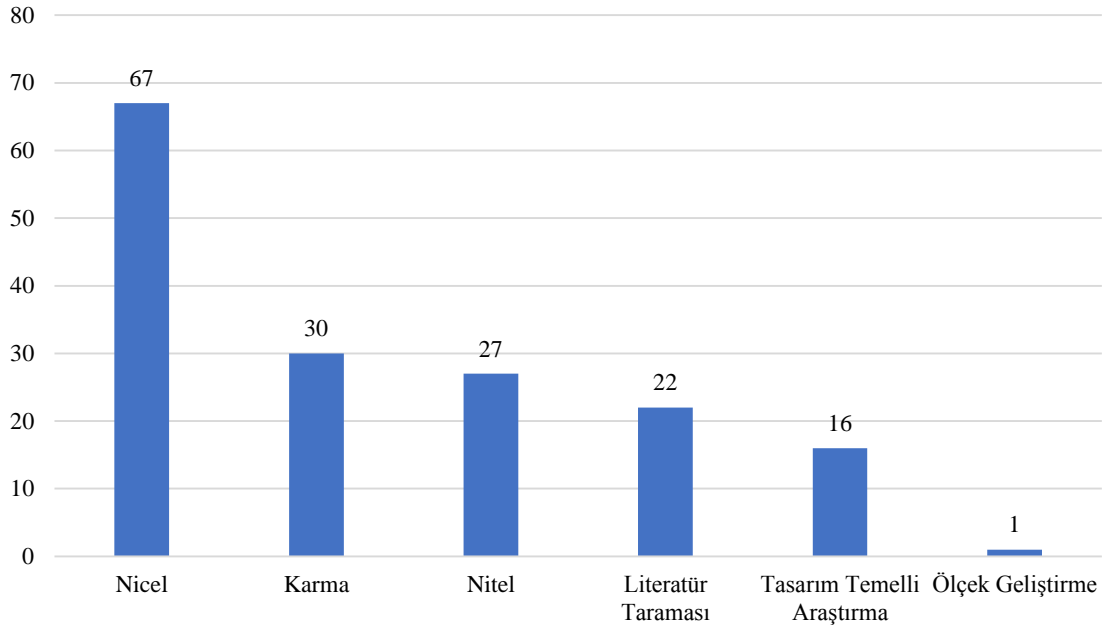


Şekil 15. Araştırmaların dayandırıldığı öğretim yaklaşımlarının dağılımı.

Araştırmacıların kullandıkları diğer yaklaşımlar incelendiğinde informal öğrenme ve uzaktan eğitim ve her zaman her yerde öğrenme amaçlı kullanım örneklerinin olduğu da görülmektedir. Elde edilen bu bulgular AG'nin okul saatleri dışında öğrencilerin öğrenmelerine devam edebilecekleri bir teknoloji olarak da algılandığını göstermektedir.

4.1.9 Araştırma Yöntemi Dağılımı

AG araştırmalarında kullanılan araştırma yöntemleri Şekil 16'da yer almaktadır. İlgili yöntemler nicel, karma, nitel, literatür taraması, tasarım temelli araştırma ve ölçek geliştirmeden oluşmaktadır.



Şekil 16. Araştırmaların yöntem dağılımı.

AG çalışmalarında en çok (%41) nicel araştırma desenlerinin kullanıldığı görülmektedir. Nicel araştırma yöntemlerinden sonra ikinci olarak en çok kullanılan yöntem ise nicel ve nitel yöntemlerin bir arada kullanıldığı karma desenlerdir (%18). Nitel araştırma desenlerinin AG araştırmalarında sıklıkla tercih edilen bir araştırma yöntemi olmadığı da Şekil 16'da görülmektedir (%17). Yapılan analizler sonucunda eğitimde AG sistemlerini geliştirmeye yönelik olan tasarım temelli araştırmaların da (%10) kaynaklarda yer aldığı tespit edilmiştir.

4.1.10 İncelenen Değişkenlere Göre Dağılım

AG çalışmalarında araştırılan değişkenler Tablo 4'de özetlenmiştir. İncelenen 163 çalışmada araştırmacıların en çok başarı değişkenine (%48) odaklandıkları görülmektedir. Bu sonuç aynı zamanda AG'nin en çok başarıya olan etkisinin incelendiği ve başarı konusunun AG çalışmalarında popüler bir konu olduğu şeklinde yorumlanabilir. Araştırmacıların bu konuya yönelmesindeki muhtemel neden bu teknolojinin eğitim ortamlarında kabul görebilmesinde en önemli faktörün başarıya olan etkisi olduğu görüştür.

Tablo 4

Araştırılan Değişkenler

Değişken	n	%
Başarı	78	47,85
Görüş	35	21,47
Kullanılabilirlik	18	11,04
Motivasyon	18	11,04
Tutum	13	7,98
Katılım	10	6,13
Algı	9	5,52
Doyum	8	4,91
Kalıcılık	6	3,68
Kavramsal anlama	5	3,07
Uzamsal yetenek	5	3,07
Diğer	52	31,91

Başarı değişkeninden sonra araştırmacıların en çok kullanıcı görüşlerine odaklandıkları görülmektedir (%21). Araştırmacılar AG uygulamalarının eğitimde kullanılabilirliğini de araştırmışlardır (%11). Kullanılabilirlik çalışmalarının genellikle geçmiş yıllarda ve AG sistemleri tasarlayıp geliştiren çalışmalarda araştırıldığı belirtilmesi gerekmektedir.

AG araştırmalarında motivasyon (%11), tutum (%8) ve doyum (%5) gibi konuların fazla incelenmediği görülmektedir. Oysaki motivasyon ve tutum öğrenme için dolayısıyla başarı için önem arz eden konulardır. Belirtilen konuların dışında AG'nin kalıcılık (%4) ve uzamsal yetenek (%3) gibi değişkenlerle de araştırıldığı belirlenmiştir. Fakat akademik açıdan önem arz eden bu konularda yeterli sayıda çalışma yapılmadığı için AG'nin eğitim ortamlarındaki etkililiği hakkında kapsamlı bir fikir elde edilememektedir. Bu teknoloji hakkında daha kapsamlı bilgi elde etmek ve teknolojiyi eğitim ortamlarında başarılı bir şekilde kullanmak için çalışmalarda sadece başarıya odaklanmamalı, teknolojinin bütün eğitsel yönleri araştırılmalıdır. Diğer (%31,91) kategorisinde yer-yön becerisi, görev yükü ve sosyal etkileşim gibi eğitim alanında nispeten daha ender araştırılan değişkenler bulunmaktadır.

4.2 Meta-Analiz

Bu araştırmada gerçekleştirilen meta-analizler; genel etki büyüklüğü hesaplaması ve sınıf/eğitim düzeyi, uygulama alanı, yıllar, ülkeler ve yayın türü değişkenlerinin düzenleyici değişken olarak belirlenmesi ile gerçekleştirilen meta-analizlerden oluşmaktadır.

4.2.1 Meta-Analize Dâhil Edilen alışmalar

Tablo 5’te meta-analize dâhil edilen çalışmalar hakkında ayrıntılı bilgiler yer almaktadır. Bu tabloda yer alan örneklem sayılarından elde edilen sonuca göre, meta-analiz ile verileri analiz edilen öğrenen sayısı 2417’dir. Bu sayı, meta-analizin en büyük avantajlarından biri olan birincil çalışmalar ile erişilemeyecek sayıda rneklemme ulaşma özelliğinin bu çalışma için de geçerli olduğunu göstermektedir.

Tablo 5

Meta-Analizde İncelenen alışmalar

	Yazarlar	alışmanın Türü	Uygulama Alanı	Sınıf/Eğitim Düzeyi	rneklem Büyüklüğü
1	Abdüsselam (2014)	Doktora Tezi (Yerli)	Fen Bilimleri	Lise	49
2	Akçayır (2016)	Doktora Tezi (Yerli)	Fen Bilimleri	niversite	76
3	Babur (2016)	Doktora Tezi (Yerli)	Mühendislik	niversite	42
4	Baysan (2015)	Doktora Tezi (Yerli)	Mühendislik	niversite	46
5	K.-E. Chang vd. (2014)	Makale (SSCI)	Beşeri Bilimler	niversite	89
6	Y.-L. Chang vd. (2015)	Makale (SSCI)	Sosyal Bilimler	niversite	55
7	R.-C. Chang, Chung ve Huang (2016)	Makale (SSCI)	Fen Bilimleri	İlkokul	55
8	H.-Y. Chang, Hsu ve Wu (2016)	Makale (SSCI)	Fen Bilimleri	Lise	45
9	Chen ve Tsai (2012)	Makale (SSCI)	Sosyal Bilimler	İlkokul	116
10	Chiang vd. (2014a)	Makale (SSCI)	Fen Bilimleri	İlkokul	57
11	. Doğan (2016)	Doktora Tezi (Yerli)	Sosyal Bilimler	niversite	40
12	Erbaş (2016)	Doktora Tezi (Yerli)	Fen Bilimleri	Lise	40
13	Estapa ve Nadolny (2015)	Makale (ERIC)	Matematik	Lise	61
14	Ferrer-Torregrosa vd. (2015)	Makale (SSCI)	Tıp	niversite	211
15	Ferrer-Torregrosa vd. (2016)	Makale (SSCI)	Tıp	niversite	120

16	Furió, Juan, Seguí ve Vivó (2015)	Makale (SSCI)	Fen Bilimleri	İlkokul	38
17	Gavish vd. (2015)	Makale (SSCI)	Mühendislik	Yetişkin	20
18	Gün (2014)	Doktora Tezi (Yerli)	Matematik	Ortaokul	81
19	Hsiao, Chang, Lin ve Wang (2016)	Makale (SSCI)	Sosyal Bilimler	Ortaokul	64
20	T.-C. Huang, Chen ve Chou (2016)	Makale (SSCI)	Fen Bilimleri	Ortaokul	14
21	Ibáñez vd. (2014)	Makale (SSCI)	Fen Bilimleri	Lise	64
22	Ibáñez, Villarán-Molina ve Delgado-Kloos (2016)	Makale (SSCI)	Fen Bilimleri	Lise	72
23	İbili (2013)_1*	Doktora Tezi (Yerli)	Matematik	Ortaokul	54
24	İbili (2013)_2*	Doktora Tezi (Yerli)	Matematik	Ortaokul	46
25	Johnson-Glenberg, Birchfield, Tolentino ve Koziupa (2014)_1*	Makale (ERIC)	Fen Bilimleri	Lise	56
26	Johnson-Glenberg vd., (2014)_2*	Makale (ERIC)	Fen Bilimleri	Lise	51
27	Küçük (2015)	Doktora Tezi (Yerli)	Tıp	Üniversite	70
28	Ladd (2016)	Doktora Tezi (Yabancı)	Beşeri Bilimler	Okul Öncesi	64
29	Lin, Duh, Li, Wang ve Tsai (2013)	Makale (SSCI)	Fen Bilimleri	Üniversite	40
30	Lindgren, Tscholl, Wang ve Johnson (2016)	Makale (SSCI)	Fen Bilimleri	Ortaokul	113
31	Liu, Tan ve Chu (2009)	Makale (SSCI)	Fen Bilimleri	İlkokul	72
32	Liu (2009)	Makale (SSCI)	Sosyal Bilimler	Ortaokul	64
33	Macchiarella (2004)	Doktora Tezi (Yabancı)	Fen Bilimleri	Üniversite	48
34	Pérez-López ve Contero (2013)	Makale (ERIC)	Fen Bilimleri	İlkokul	39
35	Shapera (2016)	Doktora Tezi (Yabancı)	Beşeri Bilimler	Üniversite	41
36	Shirazi ve Behzadan (2015)	Makale (ERIC)	Mühendislik	Üniversite	60
37	Yang ve Liao (2014)	Makale (SSCI)	Sosyal Bilimler	Üniversite	44
38	Yılmaz (2014)	Doktora Tezi (Yerli)	Sosyal Bilimler	İlkokul	100
Toplam:					2417

* Bu çalışmalarda birbirinden bağımsız farklı iki uygulama birbirinden tamamen farklı örneklemeler üzerinden gerçekleştirildiği için her uygulamanın test sonucu meta-analize ayrı ayrı dâhil edilmiştir.

Tablo 5’de çalışma türü, uygulama alanı, sınıf/eğitim düzeyi ve örneklem sayılarına yer verilmektedir. Meta-analize dâhil edilen çalışmaların künyeleri EK 1’de yer almaktadır.

4.2.2 Yayın Yanlılığı Analizleri

Yayın yanlılığı, meta-analize dâhil edilen araştırmaların bu konuda gerçekleştirilen tüm çalışmaları yansız bir şekilde temsil edip etmediği ile ilgilidir (Rothstein, Sutton & Borenstein, 2005). Araştırmaya dâhil edilen çalışmalar içinde anlamlı farklılık bulunan araştırmalar lehine bir yanlılığın bulunup bulunmadığının tespiti için yayın yanlılığı testleri gerçekleştirilir. Yayın yanlılığı analizleri meta-analizlerin güvenilirliğini sağlamak için oldukça önemlidir ve kaynaklarda kabul edilen birçok çeşidi vardır. Bu araştırmada da birden fazla yayın yanlılığı testi gerçekleştirilmiş ve raporlandırılmıştır. Bunlardan ilki Rosenthal'ın hata koruma sayısı/güvenli N'dir. CMA yazılımı üzerinden gerçekleştirilen analiz sonucunda güvenli N değeri 1082 olarak hesaplanmıştır. Bu değer $5k+10$ (k, meta-analize dâhil edilen araştırma sayısı) limitinin (Rosenthal, 1995) oldukça üzerinde olduğu için araştırmada yayın yanlılığı olmadığını söyleyebiliriz. Bir başka ifadeyle, bu meta-analizin anlamlı farklılık değerinin 0,05'in üzerine çıkması için analize 1082 tane negatif ya da nötr düzeyde anlamlı farklılık tespit edilen çalışma eklenmesi gerekmektedir.

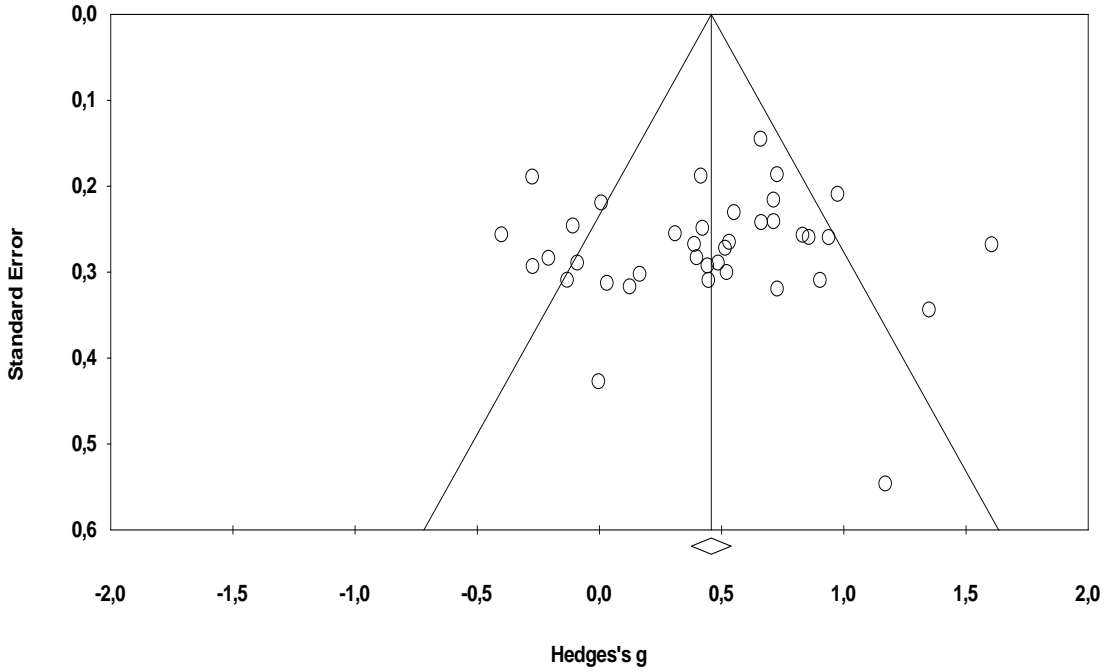
Rosenthal'ın güvenilir N katsayısının ardından Kendall S istatistikleri gerçekleştirilmiş ($\tau=0.08$, $p=.47$) ve anlamlı farklılık olmadığı tespit edilmiştir. Dolayısıyla yayın yanlılığı gözlenmemiştir. Son olarak kes ve doldur yöntemi incelenmiş ancak hiçbir etki büyüklüğünün kesilmediği tespit edilmiştir (Tablo 6).

Tablo 6

Duval ve Tweedie Kırp ve Doldur Testi Sonuçları

	Çıkarılmış Çalışma	Nokta Tahmini	%95 Güven Aralığı		Q
			Alt Limit	Üst Limit	
Gözlenen Değerler		0,45	0,31	0,59	110,51
Düzeltilmiş Değerler	0	0,45	0,31	0,59	110,51

Sonuç olarak üç yöntem de çalışmada yayın yanlılığı olmadığını göstermiştir. Bu analizlere ek olarak çalışmaların etki büyüklüklerinin dağılımını göstermek için huni grafiğine Şekil 17'de yer verilmiştir.



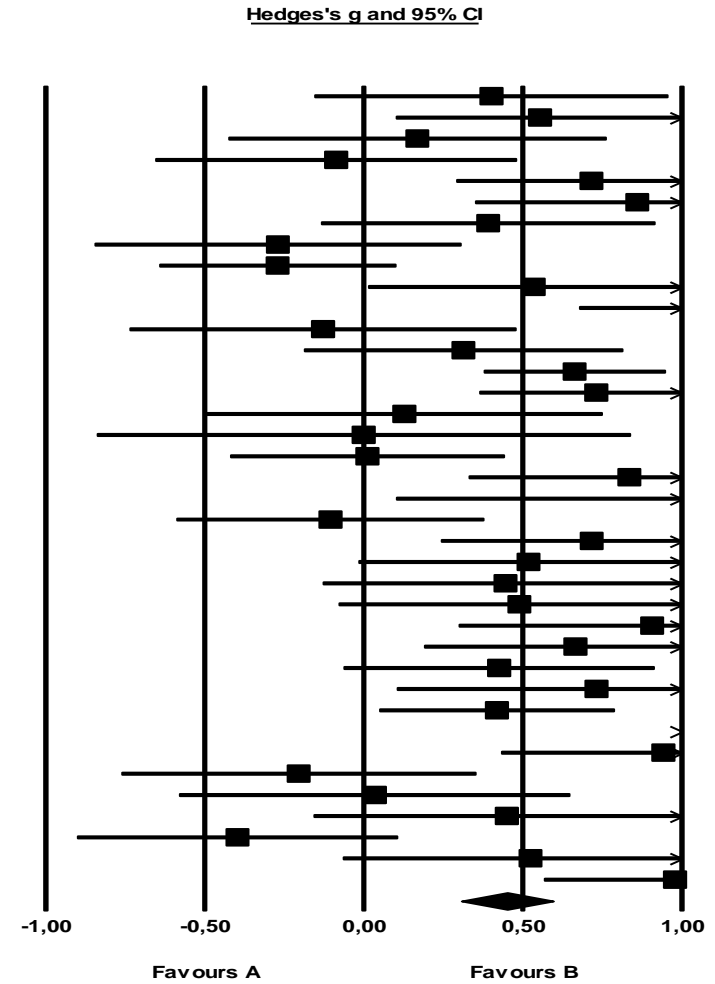
Şekil 17. Huni grafiği dağılımı.

Şekil 17'de görüldüğü üzere çalışmaların tamamına yakını genel etki büyüklüğü etrafında simetrik dağılmıştır. Bütün yayın yanlılığı testleri ve huni grafiği neticesinde genel etki büyüklüğü hesaplamalarında yayın yanlılığı olmadığı ortaya çıkmıştır.

4.2.3 Çalışmaların Bireysel Etki Büyüklükleri

Meta-analize dâhil edilen çalışmaların bireysel etki büyüklükleri CMA yazılımı üzerinden hesaplanmış ve Şekil 18'de yer alan tablo elde edilmiştir. İlgili şekilde Hedges'g sütununda yer alan veriler çalışmaların bireysel etki büyüklüklerini göstermekte olup şeklin sağ tarafında yer alan kısım bireysel etki büyüklüklerinin -1,1 aralığındaki çalışmaların etki büyüklüklerinin dağılımını göstermektedir. Bu kısımda da görüldüğü üzere çalışmaların etki büyüklükleri çoğunlukla 0,5 değeri etrafında toplanmaktadır.

Study name	Statistics for each study						
	Standard error	Variance	Hedges's g	Lower limit	Upper limit	Z-Value	p-Value
Abdüselam, 2014	0,284	0,081	0,401	-0,155	0,958	1,413	0,158
Akçayır, 2016	0,231	0,054	0,555	0,101	1,008	2,395	0,017
Babur, 2016	0,303	0,092	0,169	-0,426	0,763	0,556	0,578
Baysan, 2015	0,290	0,084	-0,087	-0,655	0,482	-0,298	0,765
Chang vd., 2014	0,217	0,047	0,716	0,291	1,142	3,300	0,001
Chang vd., 2015	0,260	0,068	0,861	0,350	1,371	3,304	0,001
Chang, Chung vd., 2016	0,268	0,072	0,391	-0,135	0,918	1,458	0,145
Chang, Hsu vd., 2016	0,294	0,087	-0,270	-0,846	0,307	-0,916	0,360
Chen ve Tsai, 2012	0,190	0,036	-0,271	-0,644	0,102	-1,425	0,154
Chiang vd., 2014	0,266	0,071	0,535	0,013	1,056	2,009	0,044
Dogan, 2016	0,345	0,119	1,353	0,677	2,029	3,922	0,000
Erbas, 2016	0,310	0,096	-0,128	-0,736	0,480	-0,414	0,679
Estapa ve Nadolny, 2015	0,256	0,066	0,313	-0,188	0,815	1,224	0,221
Ferrer-Torregrosa vd., 2015	0,146	0,021	0,663	0,377	0,950	4,539	0,000
Ferrer-Torregrosa vd., 2016	0,187	0,035	0,731	0,363	1,098	3,898	0,000
Furió vd., 2015	0,318	0,101	0,128	-0,496	0,751	0,402	0,688
Gavish vd., 2015	0,428	0,183	0,000	-0,839	0,839	0,000	1,000
Gün, 2014	0,220	0,049	0,011	-0,421	0,443	0,050	0,960
Hsiao vd., 2016	0,258	0,067	0,835	0,330	1,341	3,239	0,001
Huang vd., 2016	0,547	0,300	1,174	0,101	2,247	2,144	0,032
Ibáñez vd., 2014	0,247	0,061	-0,105	-0,589	0,379	-0,425	0,671
Ibáñez vd., 2016	0,242	0,059	0,717	0,242	1,191	2,960	0,003
Ibili, 2013_1	0,273	0,075	0,518	-0,017	1,053	1,898	0,058
Ibili, 2013_2	0,294	0,086	0,446	-0,129	1,021	1,519	0,129
Johnson-Glenberg vd., 2014_1	0,290	0,084	0,489	-0,080	1,058	1,686	0,092
Johnson-Glenberg vd., 2014_2	0,310	0,096	0,907	0,298	1,515	2,921	0,003
Küçük, 2015	0,243	0,059	0,666	0,189	1,142	2,739	0,006
Ladd, 2016	0,250	0,062	0,425	-0,064	0,915	1,703	0,089
Lin vd., 2013	0,321	0,103	0,731	0,103	1,360	2,282	0,022
Lindgren vd., 2016	0,189	0,036	0,419	0,049	0,789	2,217	0,027
Liu vd., 2009	0,269	0,072	1,609	1,082	2,136	5,982	0,000
Liu, 2009	0,261	0,068	0,942	0,431	1,453	3,615	0,000
Macchiarella, 2004	0,285	0,081	-0,205	-0,763	0,354	-0,718	0,473
Pérez-López ve Contero, 2013	0,314	0,099	0,035	-0,581	0,650	0,110	0,912
Shapera, 2016	0,310	0,096	0,450	-0,158	1,058	1,450	0,147
Shirazi ve Behzadan, 2015	0,257	0,066	-0,397	-0,902	0,108	-1,542	0,123
Yang ve Liao, 2014	0,301	0,091	0,524	-0,066	1,115	1,740	0,082
Yilmaz, 2014	0,210	0,044	0,978	0,566	1,390	4,655	0,000
	0,073	0,005	0,449	0,305	0,593	6,122	0,000



Şekil 18. Meta-analize dâhil edilen çalışmaların bireysel etki büyüklüklerinin analizi.

Analiz edilen çalışmaların anlamlı farklılık bulma oranlarına baktığımızda Tablo 7’de görüldüğü üzere çalışmaların %55,26’sında anlamlı farklılık bulunmazken %44,74’ünde 0,05 anlamlılık derecesine göre anlamlı bir farklılık tespit edilmiştir.

Tablo 7

Meta-Analize Dâhil Edilen Çalışmaların Anlamlılık Düzeylerine Göre Gruplandırılması

Anlamlılık Düzeyi	k	%
p>0,05	21	55,26
p<0,05	17	44,74
Toplam	38	100,00

Bu iki oranın %50’ye çok yakın olması (Tablo 7), AG’nin akademik başarıya etkisini belirlemek için mevcut çalışmaların verilerinin yetersiz olduğunu ve bu konuda geçerli ve güvenilir çıkarımlar yapmak için meta-analiz yöntemiyle gerçekleştirilecek analizlere ihtiyaç duyulduğunu göstermektedir.

4.2.4 Genel Etki Büyüklüğü İçin Heterojenlik Testi

Hesaplanacak olan genel etki büyüklüğünde hangi etki modelinin kullanılacağı verilerin doğru yorumlanması ve güvenilir şekilde sonuçlandırılması için büyük önem taşımaktadır. Sabit etki modelinin mi ya da rastgele etkiler modelinin mi kullanılacağını belirlemede iki yöntem kullanılmaktadır. Bunlardan ilki χ^2 dağılım tablosunda df değeri için 0,05 güven aralığına tekabül eden değerin Q değeri ile kıyaslanmasıdır.

Tablo 8

Genel Etki Büyüklüğü İçin Heterojenlik Testi Sonuçları

Model	k	Q	df	p
Rastgele Etkiler	38	110,514	37	0,000

Tablo 8’de yer alan Q değerinin, χ^2 dağılım tablosunda tespit edilen değerden büyük olduğu durumlarda heterojenlik söz konusudur ve rastgele etkiler modeli tercih edilmelidir. Bu

çalışmanın genel etki büyüklüğü için hesaplanan Q değeri de benzer şekilde x^2 dağılım tablosundaki ilgili değerden büyük olduğu için heterojen dağılımın var olduğunu söyleyebiliriz. Heterojenliğin belirlenmesindeki diğer bir ölçüt olan p değeri incelendiğinde ise 0,05 anlamlılık derecesinin altında olduğunu dolayısıyla verilerin heterojen dağılım gösterdiği görülmektedir. İki yöntemin de birbiriyle uyumlu şekilde heterojen dağılımı işaret etmesi nedeniyle bu çalışmanın genel etki büyüklüğü hesaplanmasında rastgele etkiler modeli kullanılmıştır.

4.2.5 Genel Etki Büyüklüğü

Çalışmaların bireysel etki büyüklüklerinin hesaplanmasının ardından bütün çalışmaların verilerinin sentezlendiği genel etki büyüklüğü hesaplanmış ve elde edilen veriler Tablo 9’da yer almaktadır.

Tablo 9

Genel Etki Büyüklüğü Analizi

Model	Hedges' g	Standart Hata	Varyans	Alt Limit	Üst Limit	Z	p
Rastgele Etkiler	0,449	0,073	0,005	0,305	0,593	6,122	0,000

Elde edilen veriler AG'nin akademik başarı üzerindeki etkisine dair etki büyüklüğünün 0,449 değerine ($Z=6,12$, $p<0,05$) sahip olduğunu göstermektedir (Tablo 9). Dolayısıyla bu değer teknik olarak zayıf etki aralığında olmasına rağmen orta düzeyde etki büyüklüğüne (0,5) daha yakın olduğunu söyleyebiliriz. Ayrıca bu değer %95 güven aralığında alt limiti 0,31 ve üst limiti 0,59'dur.

4.2.6 Düzenleyici Analizleri

Bu bölümde yer alan analizler, ilgili düzenleyicinin grupları arasında AG'nin akademik başarıya etkisi üzerinde farklılık olup olmadığının belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Sınıf/Eğitim Düzeyi Düzenleyicisi

AG'nin akademik başarı üzerindeki etkisini örneklem düzeylerine göre hesaplayabilmek için araştırmaların örneklem düzeyleri “Okul öncesi, ilk ve ortaokul”, “lise” ve “üniversite ve yetişkin” olmak üzere 3 grupta toplanmış ve sınıf/eğitim düzeyi CMA yazılımında düzenleyici olarak belirlenmiştir.

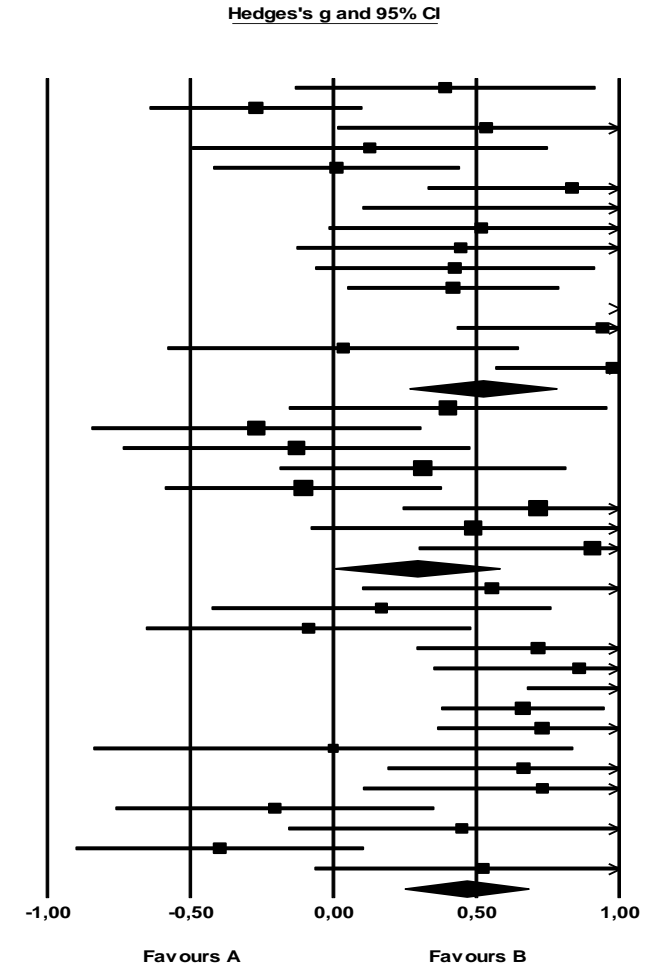
Tablo 10

Sınıf/Eğitim Düzeyi İçin Heterojenlik Testi

Düzenleyici	k	Q	df	p
Okul öncesi, ilk ve ortaokul	15	53,604	14	0,000
Lise	8	15,671	7	0,028
Üniversite ve Yetişkin	15	37,754	14	0,001

Bu üç grubun etki büyüklüğü hesaplamalarında rastgele etkiler modeli mi sabit etki modeli mi kullanılması gerektiğini tespit etmek için Q ve p değerleri incelenmiş ve iki kriterin de heterojen dağılımı işaret etmesi nedeniyle rastgele etkiler modeli kullanılması gerektiği görülmüştür (Tablo 10). Rastgele etkiler modeli ile analiz edilen çalışmaların gruplandırılmış etki büyüklükleri Şekil 19’da verilmiştir.

Group by Ogrenci_duzeyi	Study name	Statistics for each study						
		Standard error	Variance	Hedges's g	Lower limit	Upper limit	Z-Value	p-Value
Ilkveorta	Chang, Chung vd., 2016	0,268	0,072	0,391	-0,135	0,918	1,458	0,145
Ilkveorta	Chen ve Tsai, 2012	0,190	0,036	-0,271	-0,644	0,102	-1,425	0,154
Ilkveorta	Chiang vd., 2014	0,266	0,071	0,535	0,013	1,056	2,009	0,044
Ilkveorta	Furió vd., 2015	0,318	0,101	0,128	-0,496	0,751	0,402	0,688
Ilkveorta	Gün, 2014	0,220	0,049	0,011	-0,421	0,443	0,050	0,960
Ilkveorta	Hsiao vd., 2016	0,258	0,067	0,835	0,330	1,341	3,239	0,001
Ilkveorta	Huang vd., 2016	0,547	0,300	1,174	0,101	2,247	2,144	0,032
Ilkveorta	Ibili, 2013_1	0,273	0,075	0,518	-0,017	1,053	1,898	0,058
Ilkveorta	Ibili, 2013_2	0,294	0,086	0,446	-0,129	1,021	1,519	0,129
Ilkveorta	Ladd, 2016	0,250	0,062	0,425	-0,064	0,915	1,703	0,089
Ilkveorta	Lindgren vd., 2016	0,189	0,036	0,419	0,049	0,789	2,217	0,027
Ilkveorta	Liu vd., 2009	0,269	0,072	1,609	1,082	2,136	5,982	0,000
Ilkveorta	Liu, 2009	0,261	0,068	0,942	0,431	1,453	3,615	0,000
Ilkveorta	Pérez-López ve Contero, 2013	0,314	0,099	0,035	-0,581	0,650	0,110	0,912
Ilkveorta	Yılmaz, 2014	0,210	0,044	0,978	0,566	1,390	4,655	0,000
Ilkveorta		0,131	0,017	0,522	0,265	0,778	3,989	0,000
Lise	Abdüselam, 2014	0,284	0,081	0,401	-0,155	0,958	1,413	0,158
Lise	Chang, Hsu vd., 2016	0,294	0,087	-0,270	-0,846	0,307	-0,916	0,360
Lise	Erbas, 2016	0,310	0,096	-0,128	-0,736	0,480	-0,414	0,679
Lise	Estapa ve Nabolny, 2015	0,256	0,066	0,313	-0,188	0,815	1,224	0,221
Lise	Ibáñez vd., 2014	0,247	0,061	-0,105	-0,589	0,379	-0,425	0,671
Lise	Ibáñez vd., 2016	0,242	0,059	0,717	0,242	1,191	2,960	0,003
Lise	Johnson-Glenberg vd., 2014_1	0,290	0,084	0,489	-0,080	1,058	1,686	0,092
Lise	Johnson-Glenberg vd., 2014_2	0,310	0,096	0,907	0,298	1,515	2,921	0,003
Lise		0,147	0,022	0,292	0,005	0,580	1,991	0,047
Üniversite	Akçayir, 2016	0,231	0,054	0,555	0,101	1,008	2,395	0,017
Üniversite	Babur, 2016	0,303	0,092	0,169	-0,426	0,763	0,556	0,578
Üniversite	Baysan, 2015	0,290	0,084	-0,087	-0,655	0,482	-0,298	0,765
Üniversite	Chang vd., 2014	0,217	0,047	0,716	0,291	1,142	3,300	0,001
Üniversite	Chang vd., 2015	0,260	0,068	0,861	0,350	1,371	3,304	0,001
Üniversite	Dogan, 2016	0,345	0,119	1,353	0,677	2,029	3,922	0,000
Üniversite	Ferrer-Torregrosa vd., 2015	0,146	0,021	0,663	0,377	0,950	4,539	0,000
Üniversite	Ferrer-Torregrosa vd., 2016	0,187	0,035	0,731	0,363	1,098	3,898	0,000
Üniversite	Gavish vd., 2015	0,428	0,183	0,000	-0,839	0,839	0,000	1,000
Üniversite	Küçük, 2015	0,243	0,059	0,666	0,189	1,142	2,739	0,006
Üniversite	Lin vd., 2013	0,321	0,103	0,731	0,103	1,360	2,282	0,022
Üniversite	Macchiarella, 2004	0,285	0,081	-0,205	-0,763	0,354	-0,718	0,473
Üniversite	Shapera, 2016	0,310	0,096	0,450	-0,158	1,058	1,450	0,147
Üniversite	Shirazi ve Behzadan, 2015	0,257	0,066	-0,397	-0,902	0,108	-1,542	0,123
Üniversite	Yang ve Liao, 2014	0,301	0,091	0,524	-0,066	1,115	1,740	0,082
Üniversite		0,110	0,012	0,465	0,249	0,680	4,227	0,000



Şekil 19. Sınıf/egitim düzeyine göre gruplandırılmış etki büyüklükleri.

Tablo 11’de rastgele etkiler modeli ile analiz edilen örneklem düzeylerine göre etki büyüklükleri yer almaktadır. Görüldüğü üzere okul öncesi, ilk ve ortaokul için hesaplanan değer (0,52) diğer iki gruptan yüksek olmakla beraber üniversite ve yetişkin grubu için tespit edilen değer (0,47) ile aynı aralıkta olup orta düzeyde etkiye sahiptir. Lise düzeyi için hesaplanan etki büyüklüğü değeri (0,29) ise zayıf düzeydedir.

Tablo 11

Rastgele Etkiler Modeli İle Sınıf/Eğitim Düzeyine Göre Etki Büyüklüğü Hesaplamaları

Sınıf/Eğitim Düzeyi	k	Hedges’ g	%95 Güven Aralığı		Z	p	Q-Gruplar arası (Q _b)
			Alt Limit	Üst Limit			
Okul öncesi, ilk ve ortaokul	15	0,522	0,265	0,778	3,989	0,000	
Lise	8	0,292	0,005	0,580	1,991	0,047	
Üniversite ve Yetişkin	15	0,465	0,249	0,680	4,227	0,000	
							1,455

Elde edilen etki büyüklükleri arasında büyük farklılıklar olmamasının da desteklediği şekilde gruplar arası farklılık anlamlı çıkmamıştır (Q_b = 1,455, p > 0,05). İlgili tabloda ayrıca her grup için %95 güven aralığında Hedges’ g etki büyüklüğüne ilişkin üst ve alt limit değerleri de yer almaktadır.

Uygulama Alanı Düzenleyicisi

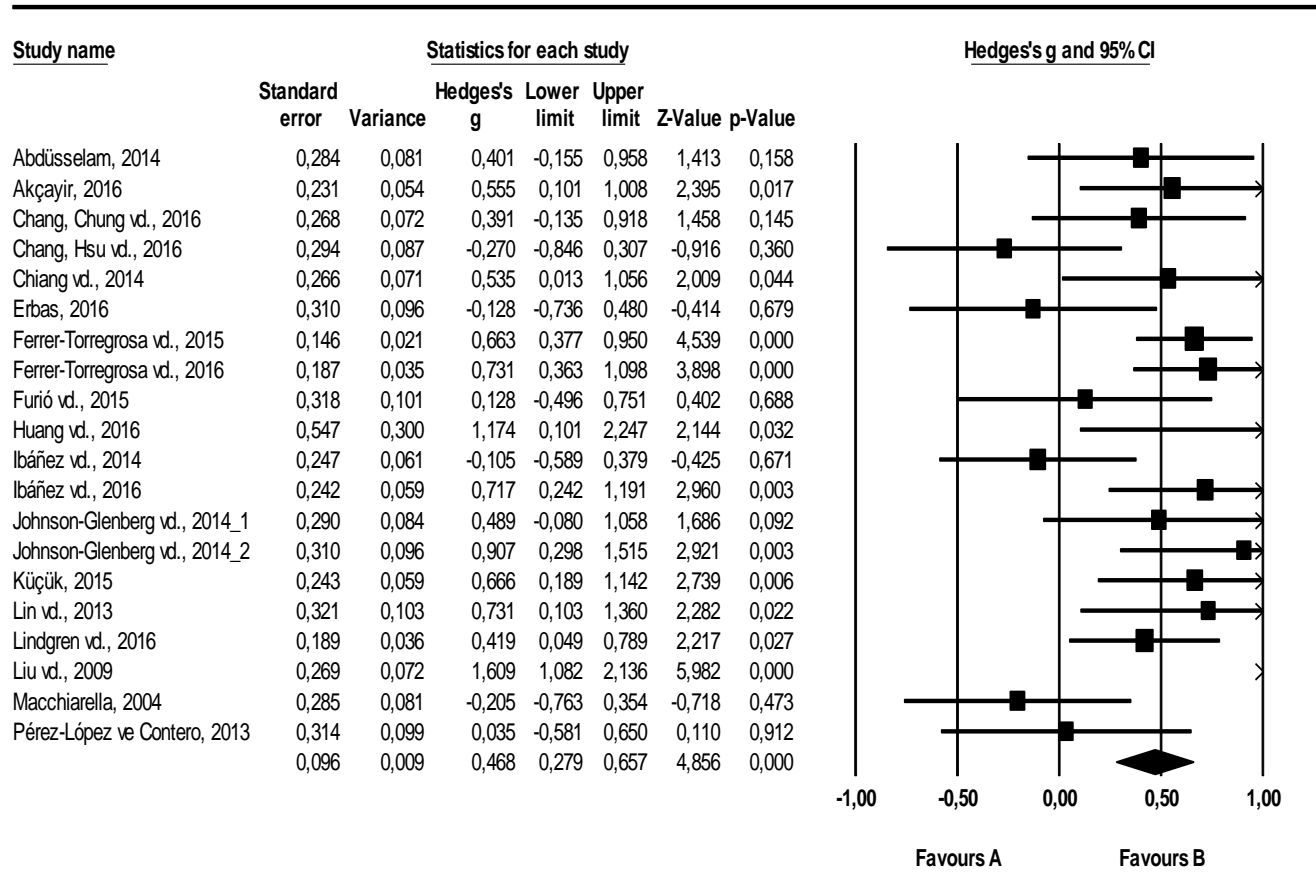
Sınıf/eğitim düzeyi ile benzer şekilde uygulama alanlarına göre ilgili alanlar AG’nin akademik başarıya etkisinin incelenmesi amacıyla “Fen Bilimleri ve Tıp”, “Matematik ve Mühendislik” ve “Sosyal ve Beşeri Bilimler” olmak üzere üç grupta toplanmıştır. Üç grup için gerçekleştirilen heterojenlik testleri Fen Bilimleri ve Tıp ile Sosyal ve Beşeri Bilimler alanlarında heterojen dağılım bulgusu verirken Matematik ve Mühendislik için homojen dağılım bulgusu vermektedir (Tablo 12). Bu nedenle Fen Bilimleri ve Tıp ile Sosyal ve Beşeri Bilimler için rastgele etkiler, Matematik ve Mühendislik alanı için sabit etki modeli kullanılmıştır.

Tablo 12

Uygulama Alanı İçin Heterojenlik Testi

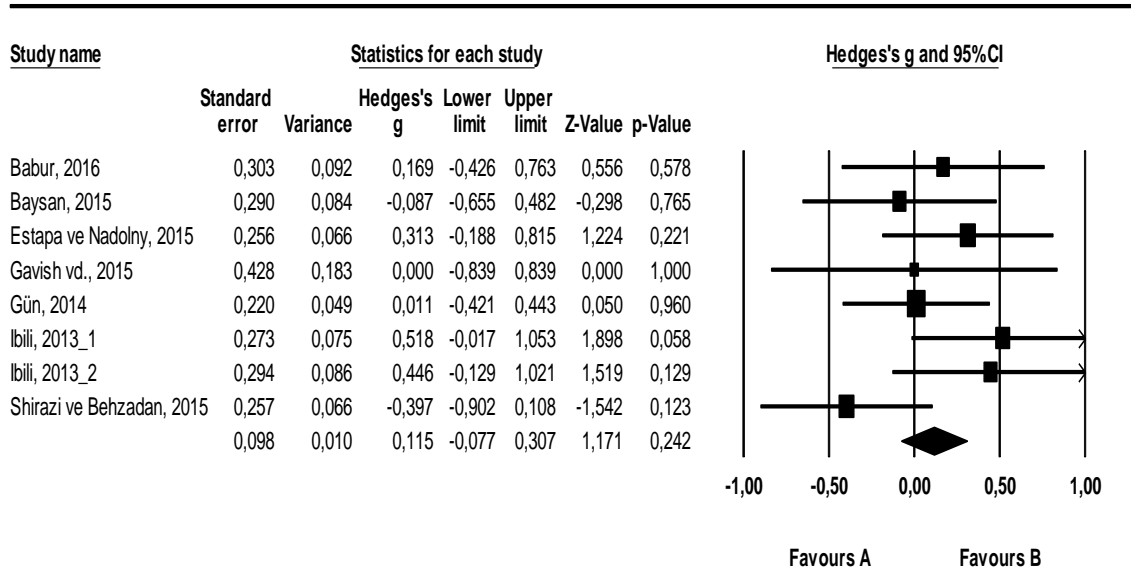
Düzenleyici	k	Q	df	p
Fen Bilimleri ve Tıp	20	51,940	19	0,000
Matematik ve Mühendislik	8	8,818	7	0,266
Sosyal ve Beşeri Bilimler	10	33,619	9	0,000

3 grup için aynı model kullanılamaması nedeniyle dağılımlar tek bir şekilde verilememiş, her grup için ayrı ayrı eklenmiştir. Şekil 20'de Fen Bilimleri ve Tıp grubu için etki büyüklüğü dağılımları yer almaktadır.



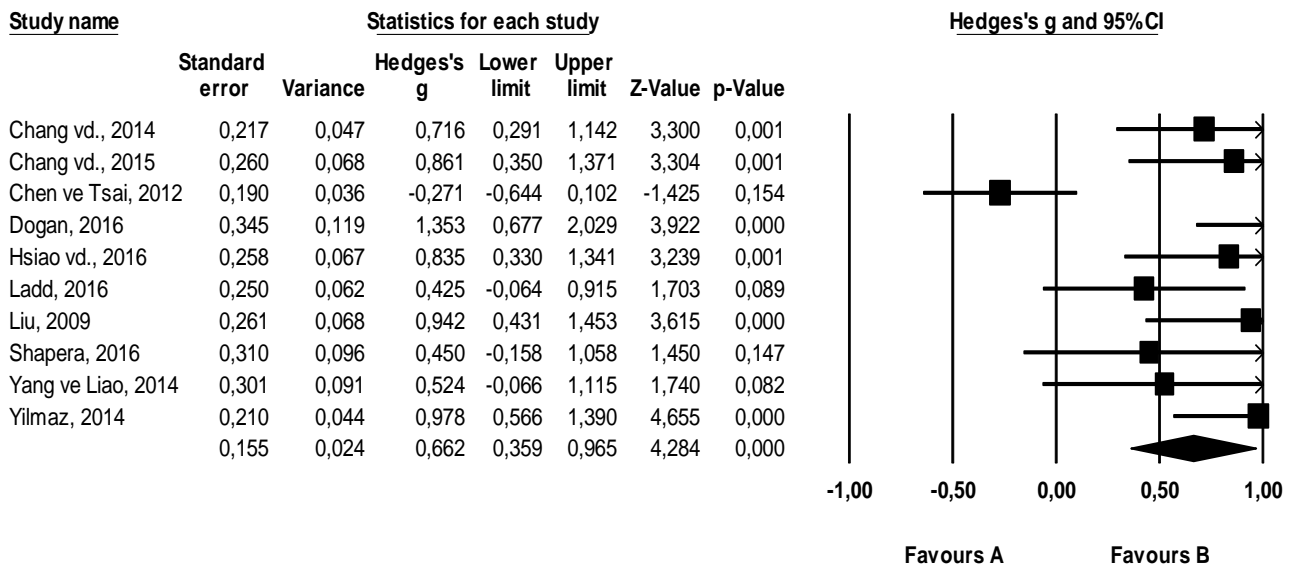
Şekil 20. Fen Bilimleri ve Tıp düzenleyicisi için etki büyüklükleri dağılımı.

Matematik ve Tıp düzenleyicisi için etki büyüklükleri dağılımları sabit etkiler modeli kullanılarak hazırlanmış ve grafik Şekil 21'de gösterilmiştir.



Şekil 21. Matematik ve Tıp düzenleyicisi için etki büyüklükleri dağılımı.

Şekil 22'de Sosyal ve Beşeri Bilimler için etki büyüklüklerinin dağılımını gösteren grafik yer almakta olup bu grafikte yer alan hesaplamalar için rastgele etkiler modelinden faydalanılmıştır.



Şekil 22. Sosyal ve Beşeri Bilimler düzenleyicisi için etki büyüklükleri dağılımı.

Üç grup için hesaplanan etki büyüklükleri Tablo 13'te gösterilmekte olup Fen Bilimleri ve Tıp (0,47) ile Sosyal ve Beşeri Bilimler (0,66) alanlarına ait etki büyüklüklerinin ikisinin de orta düzeyde etki büyüklüğü aralığında olduğu ancak alanlar içinde en yüksek etki büyüklüğüne Sosyal ve Beşeri Bilimler sahip olduğu görülmektedir.

Tablo 13

Uygulama Alanına Göre Etki Büyüklüğü Hesaplamaları

Uygulama Alanı	Model	k	Hedges' g	%95 Güven Aralığı		Z	p	Q-Gruplar arası (Q _b)
				Alt Limit	Üst Limit			
Fen Bilimleri ve Tıp	Rastgele	20	0,468	0,279	0,657	4,856	0,000	
Matematik ve Mühendislik	Sabit	8	0,115	-0,077	0,307	1,171	0,242	
Sosyal ve Beşeri Bilimler	Rastgele	10	0,662	0,359	0,965	4,284	0,000	
								9,671

Matematik ve Mühendislik (0,12) alanının ise alanlar içinde en düşük etki büyüklüğüne sahip olmakla beraber küçük/zayıf etki aralığında olduğu görülmektedir. Bunlara ek olarak uygulama alanlarına göre gruplar arasında anlamlı farklılık olduğu (Q_b = 9,671, p < 0,05) da elde edilen bulgular arasındadır. Tablo 13'te ayrıca her grup için hesaplanan etki büyüklüğünün grup içinde yer alan etki büyüklüklerinin standart sapmasına bölümü ile elde edilen Z değerleri, Fen Bilimleri ve Tıp, Matematik ve Mühendislik, Sosyal ve Beşeri Bilimler grupları için sırasıyla 4,86, 1,17 ve 4,28 olarak verilmiştir.

Yıllar Düzenleyicisi

AG'nin eğitim-öğretimde kullanımının akademik başarıya etkisini inceleyen çalışmalarda sonuçların zaman içinde değişip değişmediğinin belirlenmesi için yıllar düzenleyicisi oluşturulmuş ve gerekli meta-analiz hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Öncelikli olarak hesaplanan heterojenlik ile ilgili sonuçlar Tablo 14'te yer almaktadır.

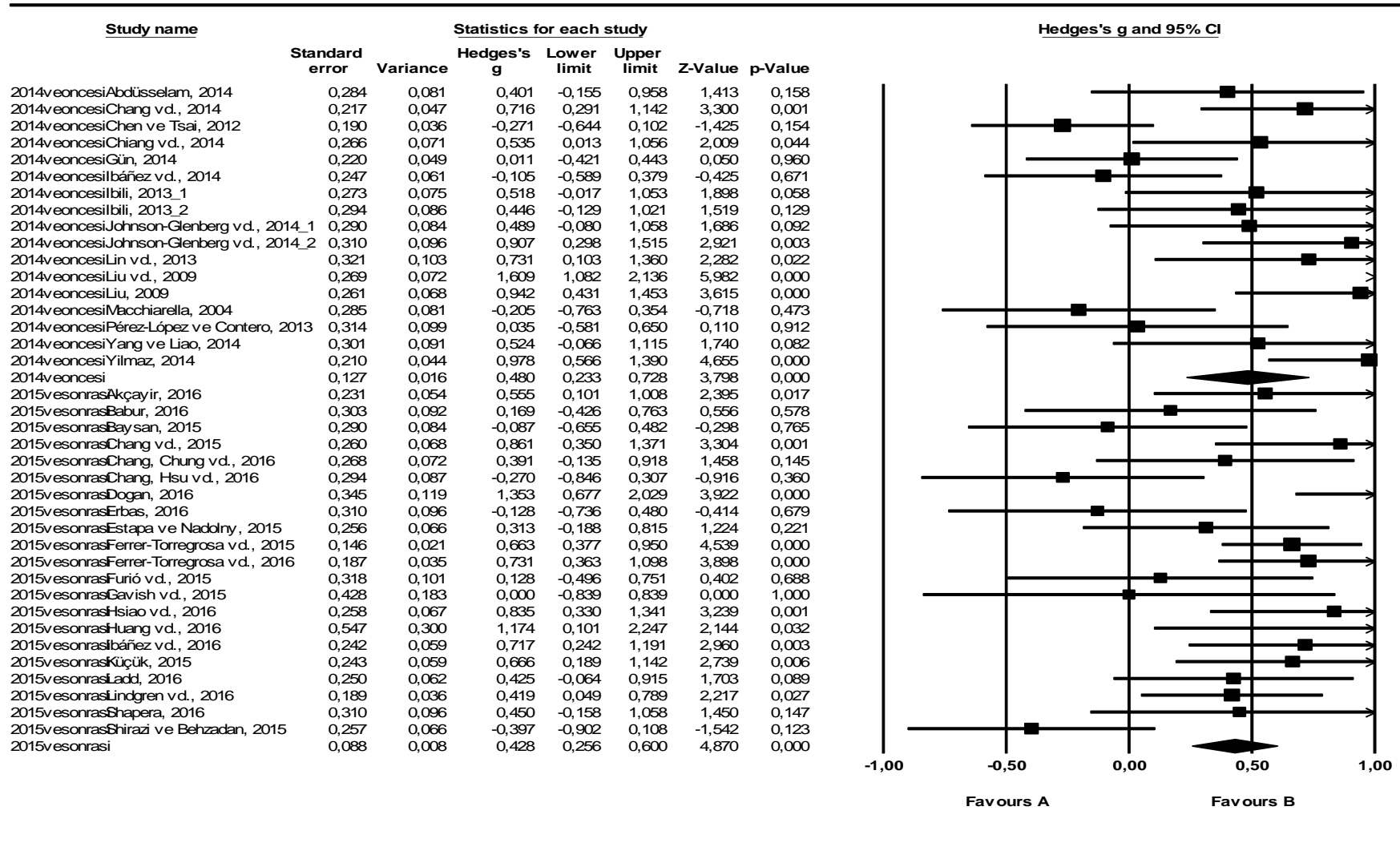
Tablo 14

Yıllar İçin Heterojenlik Testi

Düzenleyici	k	Q	df	p
2014 ve öncesi	17	63,611	16	0,000
2015 ve sonrası	21	46,708	20	0,001

Tablo 14’te yer alan sonuçlar etki büyüklüğü hesaplamalarında rastgele etkiler modelinin kullanılması gerektiğini göstermiştir. Bu doğrultuda oluşturulan yıllar düzenleyicisi için etki büyüklükleri dağılımına Şekil 23’te yer verilmiştir.





Şekil 23. Yıllar düzenleyicisi için etki büyüklükleri dağılımı.

Yıllara göre “2014 ve öncesi” ile “2015 ve sonrası” kategorileri ile gruplandırılan çalışmaların etki büyüklükleri hesaplamaları sonucunda gruplar arası anlamlı farklılığın olmadığı ($Q_b=0,116$, $p > 0,05$) bulunmuştur (Tablo 15).

Tablo 15

Rastgele Etkiler Modeli İle Yıllara Göre Etki Büyüklüğü Hesaplamaları

Yıllar	k	Hedges' g	%95 Güven Aralığı		Z	p	Q-Gruplar arası (Q_b)
			Alt Limit	Üst Limit			
2014 ve öncesi	17	0,480	0,233	0,728	3,798	0,000	
2015 ve sonrası	21	0,428	0,256	0,600	4,870	0,000	
							0,116

Tablo 15’te 2014 ve öncesi kategorisinin etki büyüklüğü nispeten yüksek olması nedeniyle orta düzeyde etki büyüklüğü aralığında yer alırken 2015 ve sonrası yayımlanan çalışmaların etki büyüklüklerinin orta düzeyde etki büyüklüğü sınırına (0,5) çok yakın olmasına rağmen zayıf etki büyüklüğü aralığında bulunduğu gözlenmiştir.

Ülkeler Düzenleyicisi

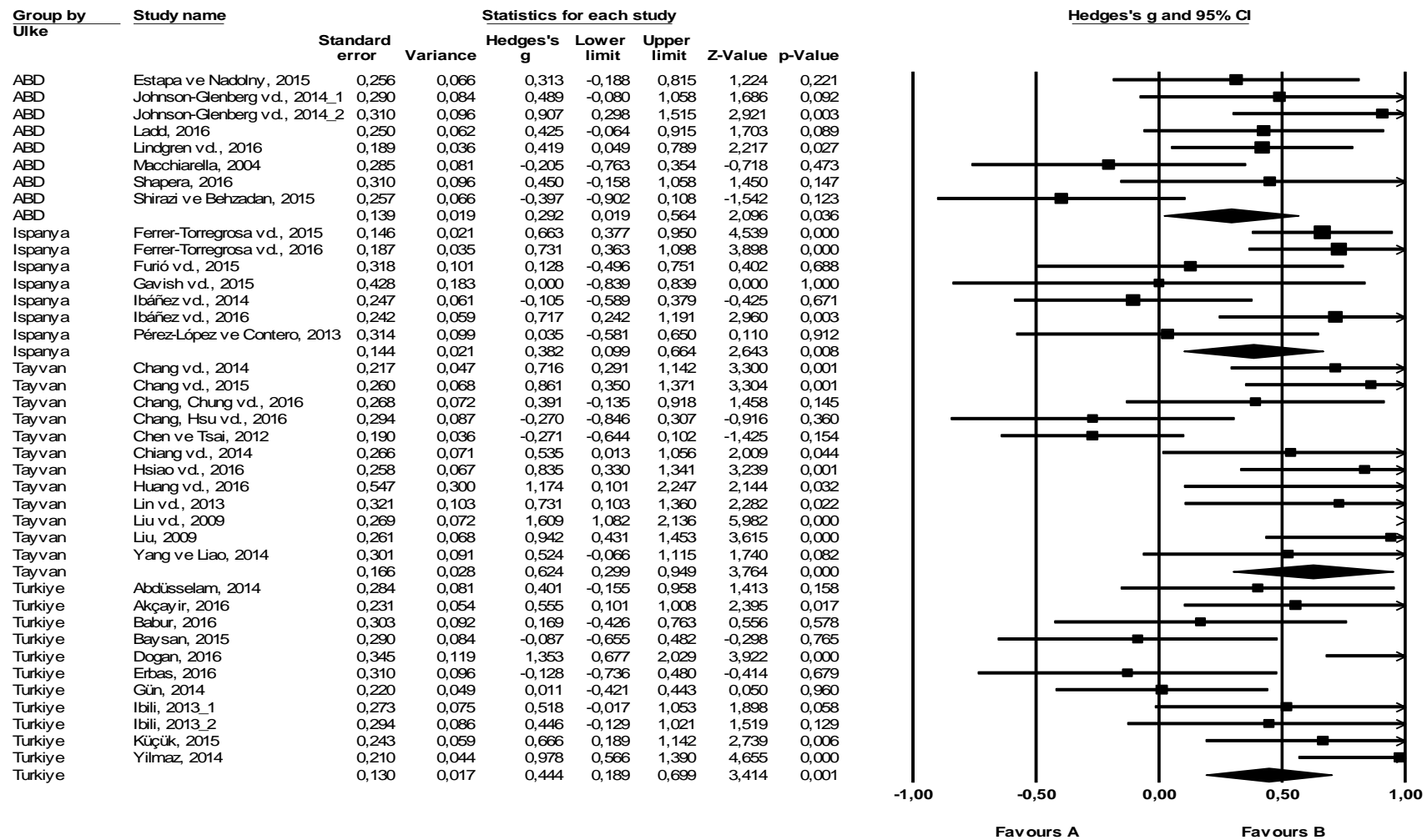
Meta-analize dâhil edilen çalışmaların yazarlarının görev yaptığı kurumların bulunduğu ülkeler incelenmiş ve ülkelerin ABD, İspanya, Tayvan ve Türkiye olduğu belirlenmiştir. Çalışmalardan elde edilen sonuçların ülkelere göre analizi kültürel farklılıklara dair bir farklılık olup olmadığının belirlenmesi için önem taşıdığından ülkeler de düzenleyici değişken olarak ele alınmıştır. Ülkelere göre gerçekleştirilen meta-analizlerin ilk basamağı olan heterojenlik sonuçları Tablo 16’da yer almaktadır.

Tablo 16

Ülkeler İçin Heterojenlik Testi

Düzenleyici	k	Q	df	p
ABD	8	15,591	7	0,029
İspanya	7	14,417	6	0,025
Tayvan	12	49,356	11	0,000
Türkiye	11	25,973	10	0,004

Tablo 16’da yer alan verilerden yola çıkarak ülkeler düzenleyicisinin tüm grupları için rastgele etkiler modeli kullanılarak etki büyüklüğü hesaplaması yapılması gerektiği söylenebilir. Bu düzenleyici için hesaplanan etki büyüklüklerine dair veriler şekil 24’te yer almaktadır.



Şekil 24. Ülkeler düzenleyicisi için etki büyüklükleri dağılımı.

Ülkelere göre hesaplanan etki büyüklükleri arasında anlamlı farklılık olmadığı ($Q_b=2,473$, $p>0,05$) görülmektedir (Tablo 17). Bu nedenle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde gerçekleştirilen AG uygulamalarının akademik başarıya etkisinin farklılık göstermediği söylenebilir.

Tablo 17

Rastgele Etkiler Modeli İle Ülkelere Göre Etki Büyüklüğü Hesaplamaları

Ülkeler	k	Hedges' g	%95 Güven Aralığı		Z	p	Q-Gruplar arası (Q_b)
			Alt Limit	Üst Limit			
ABD	8	0,292	0,019	0,564	2,096	0,036	
İspanya	7	0,382	0,099	0,664	2,643	0,008	
Tayvan	12	0,624	0,299	0,949	3,764	0,000	
Türkiye	11	0,444	0,189	0,699	3,414	0,001	
							2,473

Etki büyüklüklerine bakıldığında ise en düşük etki büyüklüğüne ABD (0,3) sahip olmakla birlikte İspanya'nın ve Türkiye'nin de 0,4 etki büyüklüğü ile ABD ile aynı şekilde zayıf etki büyüklüğü düzeyinde olduğu görülmektedir. Tayvan'da gerçekleştirilen çalışmaların etki büyüklüğü ise 0,6 değeri ile orta düzeyde yer almaktadır.

Yayın Türü Düzenleyicisi

Araştırmaların yayın türü olan makale ve tez sınıflamaları üzerinden gerçekleştirilen meta-analiz için elde edilen heterojenlik testi sonuçları Tablo 18'de yer almaktadır.

Tablo 18

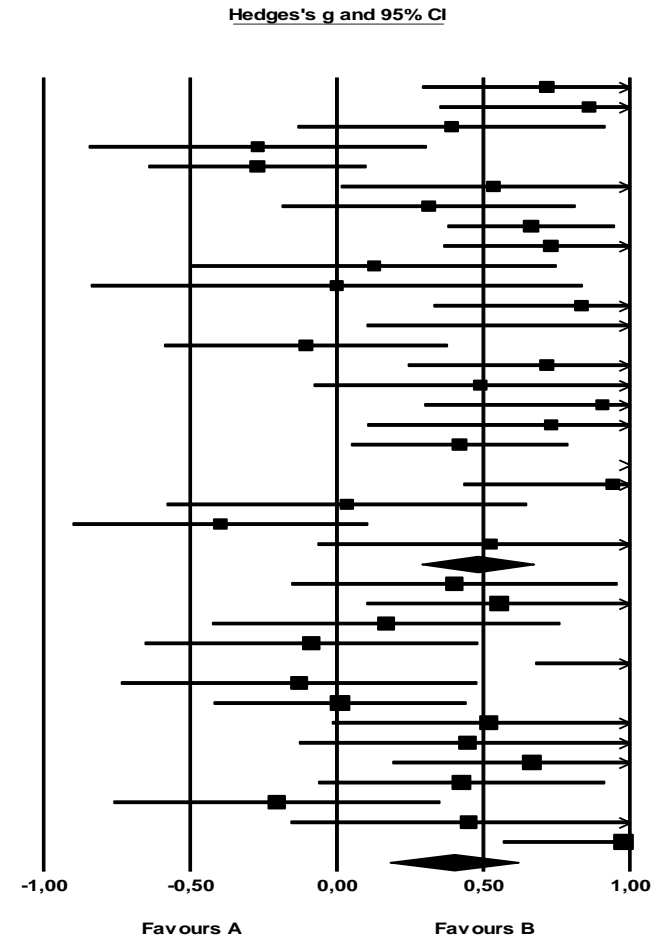
Yayın Türü İçin Heterojenlik Testi

Düzenleyici	k	Q	df	p
Makale	24	78,905	23	0,000
Tez	14	30,984	13	0,003

İlgili tablodaki Q ve p değerleri yayın türü düzenleyicisinin grupları için rastgele etkiler modeli kullanılması gerektiğini göstermektedir. Yayın türü düzenleyicisinin gruplarına göre düzenlenen bireysel etki büyüklüklerine yönelik veriler Şekil 25’te yer almaktadır.



Group by Yayın türü	Study name	Statistics for each study						
		Standard error	Variance	Hedges's g	Lower limit	Upper limit	Z-Value	p-Value
Makale	Chang vd., 2014	0,217	0,047	0,716	0,291	1,142	3,300	0,001
Makale	Chang vd., 2015	0,260	0,068	0,861	0,350	1,371	3,304	0,001
Makale	Chang, Chung vd., 2016	0,268	0,072	0,391	-0,135	0,918	1,458	0,145
Makale	Chang, Hsu vd., 2016	0,294	0,087	-0,270	-0,846	0,307	-0,916	0,360
Makale	Chen ve Tsai, 2012	0,190	0,036	-0,271	-0,644	0,102	-1,425	0,154
Makale	Chiang vd., 2014	0,266	0,071	0,535	0,013	1,056	2,009	0,044
Makale	Estapa ve Nadolny, 2015	0,256	0,066	0,313	-0,188	0,815	1,224	0,221
Makale	Ferrer-Torregrosa vd., 2015	0,146	0,021	0,663	0,377	0,950	4,539	0,000
Makale	Ferrer-Torregrosa vd., 2016	0,187	0,035	0,731	0,363	1,098	3,898	0,000
Makale	Furió vd., 2015	0,318	0,101	0,128	-0,496	0,751	0,402	0,688
Makale	Gavish vd., 2015	0,428	0,183	0,000	-0,839	0,839	0,000	1,000
Makale	Hsiao vd., 2016	0,258	0,067	0,835	0,330	1,341	3,239	0,001
Makale	Huang vd., 2016	0,547	0,300	1,174	0,101	2,247	2,144	0,032
Makale	Ibáñez vd., 2014	0,247	0,061	-0,105	-0,589	0,379	-0,425	0,671
Makale	Ibáñez vd., 2016	0,242	0,059	0,717	0,242	1,191	2,960	0,003
Makale	Johnson-Glenberg vd., 2014_1	0,290	0,084	0,489	-0,080	1,058	1,686	0,092
Makale	Johnson-Glenberg vd., 2014_2	0,310	0,096	0,907	0,298	1,515	2,921	0,003
Makale	Lin vd., 2013	0,321	0,103	0,731	0,103	1,360	2,282	0,022
Makale	Lindgren vd., 2016	0,189	0,036	0,419	0,049	0,789	2,217	0,027
Makale	Liu vd., 2009	0,269	0,072	1,609	1,082	2,136	5,982	0,000
Makale	Liu, 2009	0,261	0,068	0,942	0,431	1,453	3,615	0,000
Makale	Pérez-López ve Contero, 2013	0,314	0,099	0,035	-0,581	0,650	0,110	0,912
Makale	Shirazi ve Behzadan, 2015	0,257	0,066	-0,397	-0,902	0,108	-1,542	0,123
Makale	Yang ve Liao, 2014	0,301	0,091	0,524	-0,066	1,115	1,740	0,082
Makale		0,097	0,009	0,479	0,288	0,670	4,922	0,000
Tez	Abdüsselam, 2014	0,284	0,081	0,401	-0,155	0,958	1,413	0,158
Tez	Akçayır, 2016	0,231	0,054	0,555	0,101	1,008	2,395	0,017
Tez	Babur, 2016	0,303	0,092	0,169	-0,426	0,763	0,556	0,578
Tez	Baysan, 2015	0,290	0,084	-0,087	-0,655	0,482	-0,298	0,765
Tez	Doğan, 2016	0,345	0,119	1,353	0,677	2,029	3,922	0,000
Tez	Erbas, 2016	0,310	0,096	-0,128	-0,736	0,480	-0,414	0,679
Tez	Gün, 2014	0,220	0,049	0,011	-0,421	0,443	0,050	0,960
Tez	Ibili, 2013_1	0,273	0,075	0,518	-0,017	1,053	1,898	0,058
Tez	Ibili, 2013_2	0,294	0,086	0,446	-0,129	1,021	1,519	0,129
Tez	Küçük, 2015	0,243	0,059	0,666	0,189	1,142	2,739	0,006
Tez	Ladd, 2016	0,250	0,062	0,425	-0,064	0,915	1,703	0,089
Tez	Macchiarella, 2004	0,285	0,081	-0,205	-0,763	0,354	-0,718	0,473
Tez	Shapera, 2016	0,310	0,096	0,450	-0,158	1,058	1,450	0,147
Tez	Yılmaz, 2014	0,210	0,044	0,978	0,566	1,390	4,655	0,000
Tez		0,111	0,012	0,399	0,180	0,617	3,577	0,000



Şekil 25. Yayın türü düzenleyicisi için etki büyüklükleri dağılımı.

Tablo 19’da yer alan veriler makale ve tez yayın türleri arasında AG’nin akademik başarıya etkisi açısından anlamlı bir farklılık bulunmadığını ($Q_b = 0,297, p > 0,05$) göstermektedir. Bununla beraber makale için hesaplanan etki büyüklüğü (0,5) orta düzeyde, tez için hesaplanan etki büyüklüğü (0,4) ise düşük/zayıf düzeydedir.

Tablo 19

Rastgele Etkiler Modeli İle Yayın Türüne Göre Etki Büyüklüğü Hesaplamaları

Yayın Türü	k	Hedges’ g	%95 Güven Aralığı		Z	p	Q-Gruplar arası (Q_b)
			Alt Limit	Üst Limit			
Makale	24	0,479	0,288	0,670	4,922	0,000	
Tez	14	0,399	0,180	0,617	3,577	0,000	
							0,297

Makale ve tez çalışmalarından elde edilen etki büyüklükleri arasında anlamlı farklılık olmayışı araştırma türünün AG’nin akademik başarıya etkisini değiştirmedini göstermektedir.

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu araştırmada, meta-analiz yoluyla eğitim ortamlarında AG kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına olan etkileri incelenmiştir. Ayrıca yapılan kaynak taraması sonucunda AG çalışmalarının karakteristik özellikleri de analiz edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre AG araştırmalarının uzun bir geçmişinin olduğu söylenememektedir. Erişilen eğitimde ilk AG araştırması, 2001 yılında işçilerin eğitiminde AG platformu olarak HMD'nin kullanıldığı bir yüksek lisans tezidir (Tang, 2001). Eğitimde AG araştırmaları 2001 yılında başlamasına rağmen, ilk on yıllık sürede AG konusunda çok az araştırma yapıldığı görülmektedir. 2009 yılında eğitim teknolojisi araştırmalarının incelendiği bir çalışmada araştırmacılar, AG gibi yeni teknolojiler hakkındaki çalışmaların az olduğunu belirterek bu hususa dikkat çekmişlerdir (Alper & Gülbahar, 2009).

Elde edilen bulgulara göre AG çalışmalarının 2012 yılı ve sonrasında arttığı söylenebilir. Bu durumun muhtemel nedeni, birçok araştırmacının da (Martin vd., 2011; Wu vd., 2013) belirttiği üzere AG'nin mobil platformlarda kullanılması ile yeni bir çağa girmesidir. Mobil aygıtların dünya genelinde 2010 yılı sonrasında yaygınlaşması (Statista, 2017) neticesinde AG'nin daha geniş kesimler tarafından ulaşılabilir olması nedeniyle yapılan araştırmalarda bir artışın olduğu söylenebilir. Elde edilen bu bulgulara göre eğitim alanında AG kullanımının yoğun olarak araştırılmasının beş-altı yıllık bir geçmişe sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

AG araştırmalarının ülkelere göre dağılımına yönelik elde edilen bulgulara göre araştırmaların çoğunlukla Amerika kökenli kurumlarda görev yapan araştırmacılar tarafından yapıldığı görülmüştür. AG araştırmalarında Amerika'nın ilk sırada çıkmasının muhtemel nedeni, ülke genelinde sayıca oldukça fazla üniversite ve teknoloji enstitülerinin

olmasıdır. Bir diğere neden bu araştırmada yabancı dil olarak sadece İngilizce dilinin seçilmiş olmasıdır. Ayrıca gelişmiş ülkeler ekonomik nedenlerle genellikle eğitim teknolojisi uygulamaları ve araştırmalarında, gelişmekte olan ülkelere kıyasla bir adım önde olmaktadır.

AG araştırmalarında kullanılan platformlar incelendiğinde mobil platformların oldukça popüler olduğu söylenebilir. Araştırmacıların mobil platformları tercih etmesinde birtakım sebeplerin olduğu görülmektedir. Örneğın, Henrysson vd. (2005) AG için en uygun platformlardan birisinin mobil platform olduğunu belirtmektedirler. Bunun nedenlerinden biri mobil AG uygulamalarının öğrencilerin birbirleri ile daha fazla etkileşim içinde olmalarına olanak sağlamasıdır (Wang vd., 2014). Mobil aygıtların ekonomik olması, GPS kullanılabilmesi ve kolay ulaşılabilir olması da eğitimciler tarafından tercih edilmelerinin muhtemel nedenlerinden birkaçıdır. Mobil cihazların kullanılması yüz yüze öğrenme ortamına ‘taşınabilirlik’ (Zurita & Nussbaum, 2004), her zaman ve her yerde öğrenme imkânı da sağlamaktadır. Tabii ki bu noktada odak noktası hangi platformun daha çok kullanıldığı olmamakla birlikte, asıl önemli olan unsur hangi platformun daha iyi öğrenme deneyimi sağladığı ve hangisinin anlamlı öğrenmeyi daha iyi desteklediğidir (Bronack, 2011).

Bu açıdan düşünöldüğünde mobil platformların özellikle konum tabanlı AG uygulamalarını desteklemesi neticesinde öğrencilere yerinde inceleme imkânı sunması bu platformu bir adım öne çıkarmaktadır. Mobil platformların taşınabilir olması neticesinde öğrenciler arasındaki etkileşimi artırma potansiyelinin olduğu da gerçektir.

AG platformları için farklı donanımların (akıllı tahta, projeksiyon cihazı, kamera vb.) birlikte kullanımı daha fazla teknik problem riskini beraberinde getirdiğinden (Wu vd., 2013), tek parça (bütün) platformların kullanılması daha uygun olacaktır. Masaüstü bilgisayarlar da bile web kamerası ve monitör kalibrasyonu sorunu olabilmektedir. Diğere AG platformlarının mobil platformlara göre daha kompleks olması öğrencilerin dikkatlerini dağıtma ihtimalini de beraberinde getirmektedir. Örneğın, okul dışında HMD platformunu kullanan öğrenci, kask ayarlamalarını yaparken içeriğe odaklanmakta problem yaşayabilir (Wu vd., 2013). Bu açıdan bakıldığında yine mobil cihazlar ve el bilgisayarlarında ek bir donanıma ihtiyaç duyulmadan AG uygulamalarını çalıştırması nedeniyle daha az teknik problemle karşılaşma ihtimali bulunmaktadır.

AG sistemlerinde mobil platformların eğitim için tüm yönüyle olumlu olmadığı, birtakım sınırlılıklarının olduğunu da belirtmek gerekmektedir. Özellikle konum tabanlı mobil AG

uygulamalarında GPS algılama problemleri ve kapalı mekânlarda kullanımının sorunlu olması (Pérez-Sanagustín, Hernández-Leo, Santos, Kloos & Blat, 2014), öğrencilerin sınıf ortamı dışında eğitime alışkın olmaması sebebiyle okul dışındaki eğitim faaliyetlerinde konudan kopabilmesi (Chiang vd., 2014b) gibi sorunların olduğu görülebilmektedir. Sonuç olarak yapılan AG araştırmalarda mobil platformlara bir yönelimin olduğu açıktır. Bu nedenle ileriki AG araştırmalarında Kinect, 3D gözlükler gibi günümüzde kullanımı yaygınlaşan diğer platformların kullanılarak öğrenme çıktılarının araştırılmasına ihtiyaç vardır.

Yapılan bu çalışmada elde edilen bir diğer sonuç araştırmacıların ücretli/ücretsiz hazır AG uygulamalarını kullanmış olmalarıdır. Bu durum AG'nin eğitim ortamlarına entegrasyonu için önemlidir. Çünkü birçok eğitimci kendi sınıflarında teknoloji kullanımının önemini kabul etmiş olmasına rağmen (Roblyer, 1993), içerik eksikliği veya içerik geliştirmeye zaman harcamak istemediğinden (Ertmer, 1999) teknolojiyi eğitimde kullanmamaktadır. Günümüzde AppStore (Apple) veya Google Play'de ücretsiz birçok eğitsel AG uygulamaları bulmak mümkündür. Ayrıca eğitimcilerin hazır nesnelere kullanarak kısa sürede AG uygulamaları geliştirebilecekleri yazılımların sayısı da artmaktadır. Elde edilen sonuçlar da göstermektedir ki araştırmacılar, Aurasma, ARIS, LayAR ve Metaio gibi kullanıma hazır kütüphanesi bulunan ve yüksek düzeyde programlama becerisi gerektirmeyen yazılımları tercih etmektedirler.

AG araştırmalarında sınıf/eğitim düzeyi olarak üniversite öğrencilerine yönelik bir yönelimin olduğu görülmektedir. Kaynaklarda yer alan eğitim teknolojisi alanındaki benzer sistematik kaynak taraması araştırmaları da bu sonucu destekler nitelikte olup sınıf/eğitim düzeyi olarak araştırmalarda genellikle üniversite öğrencilerinin tercih edildiğini göstermektedir (Drysdale vd., 2013; Wu et al., 2012). Üniversite öğrencilerinin tercih edilmesinin muhtemel nedeni, bilimsel araştırmaların üniversitede görev yapan öğretim elemanları tarafından yapılması ve kolay ulaşılabilir örnekleme yönteminin tercih edilmesidir (Alper & Gülbahar, 2009). Bu sonucun çıkmasındaki bir diğer muhtemel neden ise araştırmacıların kendi ilgi alanlarındaki örneklem gruplarıyla çalışma yapmak istemeleridir (Küçük, Aydemir, Yıldırım, Arpacık, & Göktaş, 2013). İlk ve ortaöğretim seviyesinde bilimsel araştırma yapabilmek için gerekli izinleri almanın zorluğu ve bürokratik süreçle uğraşılacak istenmemesi de araştırmacıların daha çok üniversite düzeyindeki öğrenciler ile araştırma yapmasının sebebi olabilmektedir (Alper & Gülbahar,

2009). Ayrıca ilk ve ortaöğretim düzeyinde AG'nin kullanılabilmesi için müfredatta ve öğrenme ortamında değişiklik yapılması gerekmesi ve müfredatın yükseköğretimdeki kadar esnek olmaması nedeniyle de araştırmacılar üniversite düzeyini tercih etmiş olabilirler. Benzer şekilde Hew, Kale ve Kim (2007) yükseköğretim düzeyinde araştırma yapmanın daha kolay olduğunu, yükseköğretim sınıflarında eğitim ortamında değişikliklerin daha kolay yapılabileceğini belirtmektedirler. Son olarak küçük yaş grubundaki öğrencilerin teknolojiye sahip olma oranlarının üniversite öğrencilerine kıyasla nispeten düşük olması bu düzeyde AG çalışma sayısını düşürmüş olabilir.

Üniversite ve ilköğretim düzeyinden farklı olarak az sayıda da olsa okul öncesi seviyesinde de araştırmalar yapılmış ve olumlu öğrenme çıktıları elde edilmiştir (Han vd., 2015). Küçük yaş gruplarından verilerin toplanması ve analizinin daha zor olması (Erdoğan, 2009) okul öncesi düzeyindeki çalışmalarının az çıkmasına neden olmuş olabilir. Okul öncesi düzeyde sadece beş araştırmanın yapılmış olması AG'nin bu düzeydeki etkililiğini görebilmek açısından yeterli değildir. İleriki AG çalışmalarında okul öncesi öğrencilerinin de araştırmalara dâhil edilmesi gerekmektedir.

Yeterli araştırma yapılmamış bir diğer örneklem grubu özel eğitim öğrencileridir. AG özel gereksinimli öğrenciler için önemli potansiyele sahip olmasına rağmen (Fecich, 2014) bu örnekte yapılmış araştırma sayısı oldukça azdır. Benzer şekilde Wu vd. (2013) özel gereksinimli öğrenciler için tasarlanan AG sistemlerinin çok az sayıda olduğunu belirtmektedir. Bu nedenle ileride yapılacak çalışmalarda AG'nin özel eğitimde kullanımının ayrıntılı bir şekilde araştırılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

İncelenen araştırmalarda az oranda olsa da sınıf/eğitim düzeyi olarak yetişkinler seçilmiştir. Yetişkinlerin dâhil edildiği araştırmalarda genellikle işçilerin mesleki eğitimi için AG'nin kullanıldığı ve bu şekilde işçilerin motor becerilerinin gelişimine katkı sağlandığı söylenebilir (Gavish vd., 2015). Araştırmacılar mesleki eğitimde AG sistemlerinin kullanılmasını teşvik etmektedir. Elde edilen bu sonuç ile AG'nin yetişkin eğitiminde kullanım örneklerinin olduğu ve olumlu sonuçların alınabileceğini göstermektedir. Fakat yetişkinlerin hizmet içi eğitimlerinde AG kullanımı hakkında detaylı veri elde edilebilmesi için daha fazla araştırmaya gereksinim duyulmaktadır.

Elde edilen bulgulara göre sınıf/eğitim düzeyindeki genel eğilime bakıldığında öğretmen ve öğretim üyelerini araştırmaya dâhil eden çalışmalar oldukça az çıkmıştır. AG'nin başarılı bir şekilde eğitim ortamlarında kullanılması için öğretmen ve öğretim üyelerinin de AG

çalışmalarına dâhil edilmesi gerekmektedir. AG'nin eğitimde kullanımında eğitimciler önemli rol üstlendiği için eğitimcilerin perspektifinden bakan daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

AG araştırmalarında tercih edilen örneklem sayısının çoğunlukla 100'den düşük olduğu 100'ün üzerinde örneklem sayısına sahip olan araştırma sayısının çok az olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bu sonuç, yapılan diğer eğitim teknolojisi araştırmalarının sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Erdoğmuş, 2009). Eğitim teknolojileri çalışmalarında örneklem sayılarının genellikle düşük olması nedeniyle elde edilen sonuçların genellenebilirliği hakkında kaygı duyulmaktadır (Kucuk vd., 2013). Bilimsel araştırmalarda örneklem sayısının düşmesi, örneklem seçiminde ön yargı ve karıştırıcı değişken gibi diğer faktörlerin sonuçları etkileme olasılığını da artırabilmektedir (McMillan & Schumacher, 2010). Örneklem sayısının az olması sorunu araştırmacıların çoklu gruplar yerine tek grup üzerinden uygulama yapması ile kısmen çözülebilir. Eğitim araştırmalarında örneklem sayısının en az kaç olması gerektiği soruna cevap olarak "araştırmacının makul enerji ve zaman çerçevesinde olabildiğince çok sayıya ulaşması gerektiği" verilmektedir (Fraenkel & Wallen, 2009, s. 102).

Örneklem sayılarının genellikle 100'den az çıkmasının muhtemel nedeni, kalabalık gruplar için AG sistemleri tasarlanmasının zor ve zahmetli olmasıdır. Örneğin, AG uygulamalarının çoğunda internet bağlantısı gerektirdiğinden aynı anda yüzlerce öğrencinin interneti kullandığında teknik bir sorunla karşılaşılması gerekmektedir. Bu tür sistemlerin tasarlanması maliyetli ve güçtür. Eğitim teknolojileri araştırmalarında örneklem sayılarının yüksek olmamasının bir diğer muhtemel nedeni, zaman kısıtlılığı, resmi izin almanın zorluğu ve etik kaygılardır (Goktas vd., 2012). Bir diğer olası neden ise büyük örneklem sayısı olan araştırmaların maliyetli olmasıdır (Denscombe, 2010). Araştırmacıların en kısa sürede ve olabildiğince kolay bir şekilde uygulama yapmak istemeleri de küçük örneklem grupları üzerinden araştırma yapmalarına neden olabilmektedir.

Yapılan bu çalışmada elde edilen bir diğer sonuç AG araştırmalarının diğer alanlara kıyasla en çok fen bilimleri alanında yapıldığıdır. Fen eğitiminde hâlihazırda mevcut olan bilgisayar simülasyonları ve sanal laboratuvarlar gibi teknolojilerin AG'nin kabulünde fayda sağlamış olması muhtemeldir.

Fen eğitiminde teknoloji kullanımını konu alan araştırmalara bakıldığında teknolojinin fen eğitimine önemli katkılarının olmasına rağmen öğrencileri gerçek laboratuvar ortamından

ve ekipmanlarından uzaklaştırabileceği de söylenmektedir (Feisel & Rosa, 2005). Örneğin, gerçek ortamda gözlemlenmesi zor ve imkânsız olan konularda sanal elementlerin avantajı artarken pratik ve motor becerileri gerektiren konularda ise fiziksel laboratuvarların avantajları artmaktadır (De Jong, Linn & Zacharia, 2013). Kısaca fen alanında hem teknolojinin sunduğu olanaklardan faydalanmak hem de öğrencilerin gerçek laboratuvar ortamından ve fiziksel ekipmanlardan uzaklaşmamasını sağlamak amacıyla sanal ve gerçek deneyimlerin bir arada kombine edildiği bir sistem arayışı bulunmaktaydı (Olympiou & Zacharia, 2012; Zacharia & Olympiou, 2011). AG'nin fen alanındaki bu arayışa çözüm olabilecek potansiyeli araştırmacıları bu alanda çalışma yapmaya motive etmiş olabilir.

Bu araştırmada elde edilen bulgular incelendiğinde matematik ve tıp alanındaki AG çalışmalarının yetersizliği dikkat çekmektedir. AG'nin matematik ve geometri öğretiminde büyük potansiyelinin olduğu söylenmesine (Kaufmann & Schmalstieg, 2003) ve bu alanda AG kullanımı tavsiye edilmesine rağmen (Banu, 2012) bu konu yeterince araştırılmamıştır. Benzer şekilde tıp alanında da görüntüleme teknolojilerinin bu alan için önemli olduğu bu nedenle AG'nin tıp eğitimine yeni bir boyut kazandırdığı belirtilmesine rağmen (Azuma, 1997), tıp alanında AG çalışmaları daha başlangıç aşamasındadır. Bu noktada bir alanda çalışmanın yapılmamış olması onun ilgili alanda kullanılmadığı anlamına gelmemektedir. Fakat araştırmaların yetersiz olması kaynaklarda bir boşluğun olduğunu göstermektedir ve bu nedenle AG'nin ilgili alandaki etkililiği hakkında detaylı bilgi edinilmesine ihtiyaç duyulmaktadır.

AG araştırmalarının çoğunda kullanılan öğretim yaklaşımları açıkça belirtilmemiştir. Elde edilen bu sonuç benzer kaynak taraması araştırmalarında da belirtilmektedir (Zhu, Hadadgar, Masiello & Zary, 2014). Araştırmacıların kullanabilecekleri birçok öğrenme teorisi ve modelinin olmasına rağmen çok az araştırmacı teori veya öğrenme modeli kapsamında AG teknolojisini entegre etmiştir. Alanının daha yeni olması bu durumun muhtemel nedenidir (Alper & Gülbahar, 2009; Webster & Watson, 2002). Birçok araştırmada AG kullanımından olumlu sonuçlar elde edildiği rapor edilmesine rağmen bu olumlu sonuçların arkasındaki teorik güç izah edilmemiştir. Kısacası birçok çalışmada AG'nin eğitimdeki gücünün dayandığı kuramsal temel izah edilmemiş bir kapalı kutudur.

Uygulanan öğretim yaklaşımının belirtildiği araştırmalarda en çok oyun temelli öğrenmenin tercih edildiği tespit edilmiştir (Squire & Jan, 2007). Oyun temelli yaklaşımı seçmesine sebep olarak AG'nin öğrencilere bir veya daha fazla görevi eğlenceli ve rekabetçi bir

ortamda yerine getirerek öğrenme imkânı sağlaması ve öğrenme ortamının daha eğlenceli hâle gelmesi ile öğrenciler arasındaki bağlanımı artırması olarak belirtilmiştir. AG öğrencilere otantik öğrenme deneyimi kazandırabilecek potansiyelinin olması nedeniyle de oyun temelli yaklaşım için tercih edilmektedir (Rosenbaum, Klopfer & Perry, 2007).

AG'nin iş birliğine dayalı öğrenme yaklaşımında da tercih edildiği sonucuna ulaşılmıştır. Alhumaidan, Love Selby (2018), AG'nin iş birliğine dayalı öğrenme deneyimleri için büyük bir potansiyelinin olduğunu belirtmektedir. Dunleavy ve Dede (2014) bu noktada AG'nin kendisinden ziyade tasarlanan uygulamanın özelliklerinin bu deneyimi sağlamada önemli olduğunu vurgulamaktadır. Martín-Gutiérrez, Fabiani, Benesova, Menesesve Mora (2015) mobil platformların, özellikle akıllı telefonların AG'nin öğrenciler arasında iş birliğini artırmada kullanılabilir potansiyeli en yüksek platform olduğunu söylemektedir. Yapılan bütün bu yorumlar neticesinde AG'nin iş birliğine dayalı öğrenmeye uygun nitelikte bir teknoloji olduğu söylenebilir. Son olarak elde edilen bulgulara göre AG'nin uzaktan eğitimde dahi kullanıldığı ve bu uygulamalardan olumlu sonuçların elde edildiği açığa çıkmıştır (Andujar, Mejias & Marquez, 2011).

Yukarıda bahsedilen öğretim yaklaşımlarına ek olarak AG'nin informal öğrenme amaçlı kullanım örneklerinin de olduğu belirlenmiştir. Özellikle konum tabanlı AG uygulamalarının ile eğitimin sadece sınıf ortamında değil, okul dışında da öğrenmeye diğer bir ifade ile informal öğrenme gücünün olduğu belirtilmektedir (Sommerauer & Müller, 2014). Bu gücün belirtilmesine rağmen elde edilen sonuçlara göre AG'nin informal öğrenmede kullanımının yaygın olduğu söylenemez. İleriki AG çalışmalarında araştırmanın dayandırıldığı kuramsal temelin verilmesi, AG'nin eğitimdeki potansiyelinin izah edilebilmesi için önemli olacaktır. Ayrıca yapılacak araştırmalarda informal öğrenme gibi daha az tercih edilmiş öğretim yaklaşımlarının kullanılması ile AG'nin bu yaklaşımlardaki etkililiği hakkında detaylı veriye ulaşılması sağlanabilir.

Bu araştırmada elde edilen verilere göre AG çalışmalarında araştırma yöntemi olarak en çok nicel yöntemler tercih edilmektedir. Elde edilen bu sonuç eğitim teknolojisi alanında yapılan kaynak taraması çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir (Erdoğan, 2009; Hew vd., 2007; Ross, Morrison & Lowther, 2010). AG çalışmalarında nicel yöntemlerin tercih edilmesinin muhtemel nedeni, araştırmacıların inceledikleri değişkenler ile ilgili çıkarımsal sonuçlara nicel yöntemler kullanarak erişmek istemesidir. Örneğin, AG'nin en çok başarı değişkenine etkisinin araştırıldığı dikkate alındığında nicel yöntemlerin AG'nin başarıya

etkisini belirlemede kullanılabilir en uygun araştırma yöntemlerinden birisi olduğu söylenebilir.

Bu çalışmada, analiz edilen araştırmalarda nicel araştırma yöntemlerinin en çok tercih edilen yöntem olmasına rağmen deneysel çalışmaların çok olduğu söylenemez. Çünkü bu araştırmada incelenen 163 araştırmadan 78'i başarı değişkenini araştıran çalışmaların içerisinde 36 araştırmanın meta-analize uygun olması bu alanda kontrol gruplu deneysel desenlerin az kullanıldığını göstermektedir. Deneysel araştırma deseninin zor ve zaman alan bir yöntem olması (McMillan & Schumacher, 2010) araştırmacıların bu yöntemi kullanmalarını engellemiş olabilir.

AG çalışmalarında çok popüler olmamakla birlikte nitel araştırma yöntemlerinin de kullanıldığı belirlenmiştir. Nitel araştırma desenlerinin genelde AG sistemleri hakkında öğrenci görüşlerinin alınmasını amaçlayan çalışmalarda (örn. Huang, Li & Fong, 2016) tercih edildiği söylenebilir.

Bu araştırmada elde edilen bir diğer sonuç AG araştırmalarında en çok başarı değişkeninin araştırıldığıdır. Elde edilen bu sonuç esasen 1970 ve 1980'lerden günümüze kadar gelen "Bilgisayar teknolojisi öğrenmeyi geliştirmekte midir?" sorusuna cevap aranmasındandır (Hannafin & Young, 2008). Benzer şekilde Slavin'in (1991) belirttiği üzere araştırmalarda "neyin işe yaradığı" odak noktası olmuştur. Bu nedenle AG'nin de işe yarayıp yaramadığının belirlenmek istenmesi nedeniyle araştırmacılar başarı konusuna odaklanmış olabilir.

Araştırmacıların en çok başarı değişkenini araştırmış olmasının birçok farklı nedeni olabilir. Eğitim teknolojilerinin kabul görmesinde ilgili teknolojinin öğrencilerin akademik başarılarına olan etkisi en önemli unsurlardan birisidir. Bu nedenle araştırmacılar başarı değişkenine odaklanmış olabilir. Ayrıca Januszewski ve Molenda (2013) eğitim teknolojisi tanımında, eğitim teknolojisi için "performansın artırılmasına" değinmesi bu alanda öğrenci performansına verilen önemin bir göstergesidir.

Başarı değişkeninden sonra en çok araştırmanın görüş ve kullanılabilirlik konularında yapıldığı fakat bu konularda raporlandırılan bulguların genellikle nitel veriler olması nedeniyle meta-analize uygun olmadığı görülmektedir. Ancak bu çalışmaların bulgularının içerik analizi ile derlenmesi bu değişkenlerin sonuçlarına ilişkin detaylı bilgi verebilecektir. Tutum ve motivasyon gibi konuların ise sayıca yeterli düzeyde araştırılmadığı belirlenmiştir. Oysaki motivasyon öğrenme için büyük önem arz etmektedir (Dweck, 1986; Rodgers & Withrow-Thorton, 2005). Öğrenci başarısının yaklaşık %16'sını (Walbery, 1981) hatta

Fyans ve Maehr'e göre (1987) %38'ini etkileyen bir faktördür. Sonuç olarak eğitimde önem arz eden konularda yeterli çalışmaların olmaması nedeniyle ileriki AG çalışmalarında motivasyon ve tutum gibi konularda daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

AG'nin akademik başarıya etkisini ölçmek için yapılan bu çalışmada araştırmancının amacına uygunluğunu belirten toplam 36 araştırma meta-analize dâhil edilmiştir. Bu araştırma kapsamında toplam 2417 öğrenene ulaşılmış olup yayım yanlılığına dair herhangi bir bulguya rastlanmamıştır. Meta-analiz sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde AG'nin akademik başarıya anlamlı bir etkisinin olduğunu fakat çalışmaların akademik başarı puanlarının etki büyüklüğün 0,449 olması dolayısıyla küçük etki büyüklüğü sınırları içerisinde olmakla beraber orta büyüklük düzeylerine daha yakın olduğu görülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada genel etki büyüklüğü orta düzey üzerinden yorumlanmıştır. Zaten sosyal bilimlerdeki araştırmaların genelde orta düzeydeki etki büyüklüklerini tespit ettiği söylenebilir (Cohen, 1988). Genel etki büyüklüğünün daha iyi anlaşılması adına örnek olabilecek 50'şer kişiden oluşan deney ve kontrol gruplu bir çalışmanın verileri şu şekildedir: Deney grubu ortalaması 80, kontrol grubu ortalaması 75, deney grubu standart sapması 12, kontrol grubu standart sapması 10. Bu veriler analiz edildiğinde bu çalışmada tespit edilen genel etki büyüklüğü olan 0,449 ile aynı değerde etki büyüklüğü ortaya çıkmaktadır.

Birçok araştırmacının (Fan & Chen, 2001; Stevens, 2000) belirttiği üzere orta düzeydeki etki büyüklüğü, görünür ve dikkat çeken bir etkinin olduğunu göstermektedir. Orta düzeydeki bir etki büyüklüğü kesinlikle “önemsiz” olarak kabul edilemez. Cohen (1988) ise orta düzeydeki etki büyüklüğünü “çıplak gözle görünebilir bir büyüklük” olarak nitelendirmektedir (s. 26). Bu nedenle sonuç olarak AG'nin öğrenci başarısına dikkate değer pozitif etkisinin olduğu yorumu yapılabilir. Bu noktada Radu (2014), AG'nin öğrencilerin akademik başarılarını pozitif etkilemesinin nedenlerini izah etmiştir. Bu nedenler; (1) AG'nin kitap, video ve bilgisayar gibi hâlihazırda kullanılan diğer teknolojilere kıyasla sunduğu zengin içerik (3B nesnelere, animasyonlar vb.) ile öğrencilerin konuyu daha iyi anlamalarına yardımcı olduğu, (2) daha iyi hatırlama, uzun süreli bellekte kalıcılığı sağlaması, (3) öğrencilerin motor becerilerini artırması ve (4) öğrenciler arasındaki iş birliğini artırması olarak özetlenebilir.

Meta-analize dâhil edilen araştırmaların çoğunda öğrencilerin bu teknolojiyi eğitimde ilk kez kullandıklarının belirtilmesi gerekmektedir. Çünkü bazı araştırmalarda (örn. Di Serio

vd., 2013) AG'nin başarıya olan etkisinin kontrol dışı yenilik etkisinden dolayı olumlu çıkmış olabileceği raporlandırılmıştır.

Yapılan bu çalışmada sınıf/eğitim düzeyi düzenleyici değişken olarak belirlenerek meta-analiz hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Çalışma bulguları incelendiğinde ilk-ortaöğretim (0,5) ve üniversite (0,5) düzeyindeki etki büyüklüğü orta düzeyde, lise düzeyinde (0,3) ise düşük seviyede etki büyüklüğü olduğu ancak bu düzenleyici için anlamlı bir farklılık bulunmadığı görülmektedir. Cohen (1992), düşük seviyedeki etki büyüklüğünü (etki büyüklüğü sıfır çıkmadığı sürece) orta düzey etki büyüklüğünden gözle görülür derecede daha küçük olduğunu fakat önemsiz olarak yorumlanmaması gerektiğini belirtmektedir. Lise düzeyindeki araştırmalarda etki büyüklüğünün düşük çıkmasının muhtemel nedenleri vardır.

İlk olarak Cohen (1988), düşük seviyede etki büyüklüğü bulunduğu deneysel koşulların iyi sağlanmadığını, kontrol edilemediğini veya ölçümlerde birtakım hataların olmasından kaynaklanabileceğini belirtmiştir. Hew vd. (2007) ise eğitim teknolojileri alanında yükseköğretim düzeyi dışında deneysel araştırma yapmanın ve deneysel koşulları sağlanmasının zor olduğunu belirtmektedir. Bu açıdan bakıldığında lise düzeyinde yapılmış deneysel AG araştırmalarında dışarıdan gelen kontrol edilemez bir değişkenin (gürültü değişkenin) etkisinden dolayı etki büyüklüğü düşük çıkmış olabilir. Sonuç olarak lise düzeyinde deneysel araştırma yapmanın ve deneysel koşulları kontrol etmenin zor olması sebebiyle AG'nin lise öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi düşük düzeyde çıkmıştır şeklinde yorumlanabilir.

AG'nin eğitimde etkililiği için asıl olan tasarlanan uygulamalardır. Uygulama tasarlarken uygulanacak ortam, kullanılacak platform, kullanıcıların karakteristik özellikleri, muhtemel teknik problemler gibi birçok etken göz önünde bulundurulmalıdır. İlgili çalışmalarda tasarıma dikkat edilmediğinde AG'nin öğrenmeyi olumsuz etkileyeceği açıkça belirtilmektedir (Kruijff, Swan & Feiner, 2010). Örneğin, AG'nin kullanımının kolay olduğunu belirten araştırmacılar var iken (örn. Di Serio vd., 2013) çok zor olduğunu rapor eden araştırmacılar da vardır (örn. Muñoz-Cristóbal vd., 2015). Bu durum da AG'nin kullanılabilirliğinin değişebileceğini göstermektedir. Diğer bir ifade ile kötü tasarlanmış bir uygulama öğrencilerin kullanımı için zor olabilir. Tasarım farklılıklarına başka bir örnek vermek gerekirse Santos vd. (2014) AG'nin öğrencilerin bilişsel yüklerini düşürdüğünü belirtirken Dunleavy vd. (2009) bu teknolojinin öğrencide aşırı bilişsel yüklenmeye neden olabileceğini belirtmişlerdir. Sonuç olarak yukarıdaki örnekler incelendiğinde kötü

tasarlanmış bir uygulamadan olumsuz sonuçlar elde edilebileceği görülmektedir. Bu nedenle lise düzeyinde yapılan çalışmalarda kullanılan uygulamaların birtakım tasarım hatalarından dolayı etki büyüklüğü beklenen düzeyde çıkmamış olabilir. Ayrıca AG'nin matematik ve mühendislik alanındaki düşük etkisi nedeniyle STEM eğitiminde yeterince faydalı olamayacağı öngörülmektedir.

Sosyal ve beşeri bilimler alanında etki büyüklüğünün yüksek çıkmasının muhtemel nedenlerinden birisi bu alanda AG'nin genellikle birden fazla öğretim yaklaşımıyla kullanılmasıdır. Birden fazla öğretim yaklaşımı kullanıldığında AG'nin daha olumlu sonuçlar verebileceği araştırmacılar tarafından belirtilmektedir (Wu vd., 2013). Bir diğer muhtemel neden ise teknolojinin sosyal ve beşeri bilimler alanındaki kuramlarla daha uyumlu bir şekilde kullanılabilmesidir (Srblićinović & Škunca, 2003).

Bir diğer araştırma bulgusuna göre, uygulama alanlarından Matematik ve Mühendisliğin etki büyüklüğü düşük (0,1), fen bilimleri-tıp (0,5) ile sosyal ve beşeri bilimler alanlarında ise orta etki büyüklüğünün (0,7) olduğu görülmektedir. Ayrıca uygulama alanları arasındaki farkın anlamlı olduğu tespit edilmiş olup bu araştırmadaki düzenleyiciler arasında anlamlı farklılık sonucu veren tek grup olduğu belirlenmiştir. Matematik ve mühendislik alanında etkinin düşük çıkması bu çalışmanın dikkat çeken sonuçlardandır. Bunun muhtemel nedenlerinden bir tanesi üç boyutlu kavramlarla ilgili sanal elementlerin bilişsel yükü artırarak (Dunleavy vd., 2009) başarıyı olumsuz etkileme ihtimalidir.

Yıllar içinde gerçekleşen çalışmaların gelişen ve yaygınlaşan teknoloji neticesinde farklı etki büyüklüklerinde sonuçlar verip vermediğini tespit etmek için yıllar düzenleyicisi ile de analizler gerçekleştirilmiştir. Tespit edilen sonuçlar şaşırtıcı şekilde 2014 ve öncesi için 0,5 yani orta düzeyde etki gösterirken 2015 ve sonrası için 0,4 yani zayıf düzeyde etki göstermiştir. Ancak bu sonucun anlamlı farklılık göstermeyişi ve iki grup için elde edilen etki büyüklüklerinin birbirine oldukça yakın olması yıllar içinde elde edilen akademik başarı sonuçlarının değişkenlik göstermediğini ifade etmektedir. Elde edilen bu sonuç ayrıca AG'de HMD gibi platformların kullanıldığı geçmiş yıllardaki araştırmalar ile akıllı telefonlar gibi yeni platformların kullanıldığı güncel çalışmalar arasında anlamlı bir farklılığın olmadığını dolayısıyla AG sistemlerinde kullanılan platformların akademik başarıya etkisinin olmadığı şeklinde de yorumlanabilir.

Analiz edilen çalışmaların yazarlarının görev yaptığı kurumların bulunduğu ülkeler ise kültür ve gelişmişlik seviyesi gibi ülkeler arasında farklılık gösteren değişkenlerin AG

çalışmalarında tespit edilen akademik başarı sonuçlarını etkileyip etkilemediğinin belirlenmesi için gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar en yüksek etki büyüklüğünün Tayvan'da gerçekleştirilen çalışmalardan elde edildiğini, İspanya, Türkiye ve ABD'de elde edilen sonuçların orta düzey sınırına yakın olmakla birlikte düşük seviyede olduğunu göstermiştir. Bu değerler ülkeler düzenleyicisi için anlamlı farkındalık göstermemektedir. Elde edilen sonuçlar birbirine göre farklılık göstermekle birlikte anlamlı olmadığından ülkeler arasında AG'nin akademik başarıya etkisinin büyüklüğünün anlamlı farklılık göstermediğini söyleyebiliriz. Hâlbuki Üstün (2012) tarafından gerçekleştirilen problem temelli öğrenmenin etkililiğini inceleyen meta-analiz çalışmasında ülkeler arasında anlamlı farklılık çıkmış ve Türkiye'de gerçekleştirilen çalışmaların etki büyüklüğünün ABD'dekilere kıyasla çok daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bu durum, Üstün (2012) tarafından eğitim seviyesi gibi diğer değişkenlerin ülkeler arasında farklılık göstermesi nedeniyle oluşmuş olabilir şeklinde yorumlanmıştır. Bu açıdan düşünüldüğünde bu çalışmada incelenen diğer düzenleyici değişkenlerin çoğunda anlamlı farklılık çıkmamış olması ülkeler arasında da çıkmaması ile tutarlı bir sonuçtur.

Bu çalışmada irdelenen son düzenleyici olan yayın türüne bakıldığında diğer çoğu düzenleyicide olduğu gibi anlamlı farklılık bulunmadığı görülmektedir. Yayın türleri içinde makale 0,5 ve tezler 0,4 etki büyüklüğüne sahiptir. Bilimsel kaynaklarda yayın türleri arasında özellikle akademik dergilerden olumlu sonuçların elde edildiği araştırmaları yayımlama eğilimi ihtimalinin olabileceği belirtilmesine rağmen (Fuchs & Fuchs, 1986; Rosenthal, 1978) bu araştırmada meta-analize dâhil edilen araştırmalar için akademik dergiler lehine bir yanlılığın olmadığı söylenebilir. Elde edilen bu sonuç Springer, Stanne ve Donovan (1999) tarafından yapılan benzer bir meta-analiz çalışması sonucunu ile de benzerlik göstermektedir.

Öğretim yaklaşımı ve AG platformlarına yönelik meta-analiz hesaplamaları yapılamamasının nedeni, incelenen çalışmaların bir kısmında bu değişkenlerin raporlandırılmamasıdır. Ayrıca bu araştırmanın sistematik kaynak taraması kısmında AG yazılımının da incelenen çalışmaların tamamında belirtilmediği görülmüştür. İncelenen makalelerin SSCI veya ERIC veri tabanlarında yer alan hakem değerlendirmesi ve editör incelemesi süreçlerinden geçmiş makaleler olmasına rağmen deneysel süreçlerin açıkça ortaya konması için gerekli olan AG yazılımları ve AG platformlarına yönelik verilerin bulunmayışı, bu araştırmaların raporlandırılmasıyla ilgili eksikliklerini göstermektedir.

Öğretim yaklaşımı AG gibi teknoloji odaklı bilimsel araştırmaların kuramsal temellerinin oluşturulması için büyük önem taşımaktadır. Fakat incelenen çalışmalarda öğretim yaklaşımının eksikliğinden kaynaklanan problemler de tespit edilmiştir. Bu nedenle ileride gerçekleştirilecek eğitimde AG kullanımı konulu çalışmalarda öğretim yaklaşımı, kullanılan AG platformu ve AG yazılımlarının açıkça belirtilmesi hususuna dikkat edilmesi gerekmektedir.



KAYNAKÇA

- APA (2010). *Publication manual of the American psychological association* (6th ed.). Washington, DC: American Psychological Association.
- APA (2008). Reporting standards for research in psychology: Why do we need them? What might they be? *The American Psychologist*, 63(9), 839-851. doi: 10.1037/0003-066X.63.9.839
- Abdüsselam, M. S. (2014). *Artırılmış gerçeklik ortamı kullanılarak fizik dersi manyetizma konusunda öğretim materyalinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi*. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, Türkiye.
- Abramson, J. H., & Abramson, Z. H. (2001). *making sense of data: A self-instruction manual on the interpretation of epidemiological data*. USA: Oxford University.
- Açıkel, C. (2009). Meta-analiz ve kanıta dayalı tıp'taki yeri. *Klinik Psikofarmakoloji Bülteni*, 19(2), 164-172.
- Akçayır, M. (2016). *Fen laboratuvarında artırılmış gerçeklik uygulamalarının üniversite öğrencilerinin laboratuvar becerilerine, tutumlarına ve görev yüklerine etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Aldağ, H., & Sezgin, M. E. (2003). Çok ortamlı öğrenmede ikili kodlama kuramı ve bilişsel model. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(11), 121-135.
- Alhumaidan, H., Lo, K. P. Y., & Selby, A. (2018). Co-designing with children a collaborative augmented reality book based on a primary school textbook. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 15, 24-36. doi: 10.1016/j.ijcci.2017.11.005

- Alper, A., & Gülbahar, Y. (2009). Trends and issues in educational technologies: A review of recent research in TOJET. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 8(2), 1-12.
- Alzahrani, N. S. (2014). *Meta analysis of the effectiveness of using assistive technology to enhance social skills with students diagnosed with autism*. Yüksek Lisans Tezi, Lamar University, Texas, USA.
- Andujar, J. M., Mejias, A., & Marquez, M. A. (2011). Augmented reality for the improvement of remote laboratories: An augmented remote laboratory. *IEEE Transactions on Education*, 54(3), 492-500. doi: 10.1109/TE.2010.2085047
- Armstrong, S. L. (2016). *A meta-analysis of the effect of the physical education learning environment on student achievement*. Doktora Tezi, New Mexico University, New Mexico, USA.
- Augreality. (2017). History of AR and key researchers. [http://augreality.pbworks.com/w/page/9469037/History%20of%20AR%20and%20Key%20Researchers%20sayfasından erişilmiştir](http://augreality.pbworks.com/w/page/9469037/History%20of%20AR%20and%20Key%20Researchers%20sayfasından%20erişilmiştir).
- Ayaz, M. F. (2014). *Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin fen derslerindeki akademik başarılarına ve fen derslerine yönelik tutumlarına etkisi: bir meta-analiz çalışması*. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır, Türkiye.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385. doi: 10.1162/pres.1997.6.4.355
- Azuma, R., Bailiot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *Computer Graphics and Applications IEEE*, 21(6), 34-47.
- Babur, A. (2016). *Mobil artırılmış gerçeklik, benzetim ve gerçek nesne kullanımının öğrenme başarılarına, motivasyonlarına ve psikomotor performanslarına etkisi*. Doktora Tezi, Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya, Türkiye.
- Balemen, N. (2016). *Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının fen eğitimindeki etkililiği: meta analiz çalışması*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.

- Baysan, E. (2015). *Artırılmış gerçeklik kitap (ag-kitap) kullanımının öğrencilerin akademik başarısına etkisi ve ortamla ilgili görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Begg, C. B. (1994). Publication bias. In H. Cooper & L. V. Hedges (Eds.), *The Handbook of Research Synthesis*. New York, ABD: Russell Sage Foundation.
- Billinghurst, M., Clark, A., & Lee, G. (2015). A survey of augmented reality. *Foundations and Trends® in Human-Computer Interaction*, 8(2-3), 73-272. doi: 10.1561/11000000049
- Billinghurst, M., Kato, H., & Poupyrev, I. (2001). The MagicBook - moving seamlessly between reality and virtuality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(3), 6-8. doi: 10.1109/38.920621
- 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. doi: 10.1002/jrsm.12
- Broll, W., Lindt, I., Herbst, I., Ohlenburg, J., Braun, A. K., & Wetzel, R. (2008). Toward Next-Gen mobile AR games. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 28(4), 40-48. doi: 10.1109/MCG.2008.85
- Bronack, S. C. (2011). The role of immersive media in online education. *The Journal of Continuing Higher Education*, 59(2), 113-117. doi: 10.1080/07377363.2011.583186
- Camnalbur, M. (2008). *Bilgisayar destekli öğretimin etkililiği üzerine bir meta-analiz çalışması*. Yüksek Lisans Tezi , Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Card, N. A. (2012). *Applied meta-analysis for social science research*. New York, USA: The Guilford.
- Chalmers, I., Hedges, L. V., & Cooper, H. (2002). A brief history of research synthesis. *Evaluation & The Health Professions*, 25(1), 12-37. doi: 10.1177/0163278702025001003
- Chambers, E. A. (2004). An introduction to meta-analysis with articles from the journal of educational research (1992-2002). *The Journal of Educational Research*, 98(1), 35-45. doi: 10.3200/JOER.98.1.35-45

- Chang, H.-Y., Hsu, Y.-S., & Wu, H.-K. (2016). A comparison study of augmented reality versus interactive simulation technology to support student learning of a socio-scientific issue. *Interactive Learning Environments*, 24(6), 1148-1161. doi: 10.1080/10494820.2014.961486
- Chang, K.-E., Chang, C.-T., Hou, H.-T., Sung, Y.-T., Chao, H.-L., & Lee, C.-M. (2014). Development and behavioral pattern analysis of a mobile guide system with augmented reality for painting appreciation instruction in an art museum. *Computers & Education*, 71, 185-197. doi: 10.1016/j.compedu.2013.09.022
- Chang, R.-C., Chung, L.-Y., & Huang, Y.-M. (2016). Developing an interactive augmented reality system as a complement to plant education and comparing its effectiveness with video learning. *Interactive Learning Environments*, 24(6), 1245-1264. doi: 10.1080/10494820.2014.982131
- Chang, Y.-L., Hou, H.-T., Pan, C.-Y., Sung, Y.-T., & Chang, K.-E. (2015). Apply an augmented reality in a mobile guidance to increase sense of place for heritage places. *Educational Technology & Society*, 18(2), 166-178.
- Chen, C.-M., & Tsai, Y.-N. (2012). Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools. *Computers & Education*, 59(2), 638-652. doi: 10.1016/j.compedu.2012.03.001
- Cheng, K.-H., & Tsai, C.-C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449-462. doi: 10.1007/s10956-012-9405-9
- Chiang, T. H. C., Yang, S. J. H., & Hwang, G. J. (2014a). An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 352-365.
- Chiang, T. H. C., Yang, S. J. H., & Hwang, G. J. (2014b). Students' online interactive patterns in augmented reality-based inquiry activities. *Computers & Education*, 78, 97-108. doi: 10.1016/j.compedu.2014.05.006
- Clark, J. M., & Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3(3), 149-210. doi: 10.1007/BF01320076

- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis For The Behavioral Sciences*. New York, USA: Lawrence Erlbaum Associates.
- Cohen, J. (1990). Things I have learned (so far). *American Psychologist*, 45(12), 1304-1312.
- Cohen, J. (1992). A power primer. *Psychological Bulletin*, 112(1), 155-159.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education*. London, UK: Routledge.
- Creswell, J. W. (2009). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. CA, USA: SAGE.
- Çetinkıl, H. (2017). *Çoklu zekâ kuramına dayalı biyoloji öğretiminin akademik başarıya etkisi: bir meta analiz çalışması*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Davies, P. (2000). The relevance of systematic reviews to educational policy and practice. *Oxford Review of Education*, 26(3-4), 365-378. doi: 10.1080/713688543
- De Jong, T., Linn, M. C., & Zacharia, Z. C. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*, 340(6130), 305-308. doi: 10.1126/science.1230579
- Deeks, J. J., Altman, D. G., & Bradburn, M. J. (2001). Statistical methods for examining heterogeneity and combining results from several studies in meta-analysis. In M. Egger, G. Davey-Smith & D. Altman (Eds.), *Systematic Reviews in Health Care: Meta-Analysis in Context* (pp. 285-312). London, UK: BMJ Publishing.
- Denscombe, M. (2010). *The Good Research Guide: For Small-Scale Social Research Projects*. New York, USA: McGraw-Hill Education.
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586-596. doi: 10.1016/j.compedu.2012.03.002
- Dinçer, S. (2014). *Eğitim Bilimlerinde Uygulamalı Meta-Analiz*. Ankara, Türkiye: Pegem Akademi.
- Doğan, Ö. (2016). *Artırılmış gerçeklik ile desteklenmiş materyallerin kelime öğrenimi ve akılda kalıcılığı üzerinde etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Bolu, Türkiye.

- Doğan, Y. (2017). *Okuduğunu anlamayi geliştirmede kullanılan stratejilerin etkililiği: bir meta analiz alışması*. Yüksek Lisans Tezi, Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğe, Türkiye.
- Drysdale, J. S., Graham, C. R., Spring, K. J., & Halverson, L. R. (2013). An analysis of research trends in dissertations and theses studying blended learning. *The Internet and Higher Education*, 17, 90-100. doi: 10.1016/j.iheduc.2012.11.003
- Dunleavy, M., & Dede, C. (2014). Augmented Reality Teaching and Learning. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of Research on Educational Communications and Technology* (pp. 735-745). New York, NY: Springer.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7-22. doi: 10.1007/s10956-008-9119-1
- Dweck, C. S. (1986). Motivational processes affecting learning. *American Psychologist*, 41(10), 1040-1048.
- El Sayed, N. A. M., Zayed, H. H., & Sharawy, M. I. (2011). ARSC: Augmented reality student card. *Computers & Education*, 56(4), 1045-1061. doi: 10.1016/j.compedu.2010.10.019
- Ellis, P. D. (2010). *The Essential Guide to Effect Sizes: Statistical Power, Meta-Analysis, and the Interpretation of Research Results*. Cambridge, UK: Cambridge University.
- Erbaş, . (2016). *Mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı ve motivasyonuna etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Isparta, Türkiye.
- Erdoğmuş, F. U. (2009). *Research trends in ceit ms and phd. thesis in turkey: A content analysis* Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- 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. doi: 10.1007/BF02299597

- Estapa, A., & Nadolny, L. (2015). The effect of an augmented reality enhanced mathematics lesson on student achievement and motivation. *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 16(3), 40-48.
- Eysenck, H. J. (1952). The effects of psychotherapy: An evaluation. *Journal of Consulting Psychology*, 16(5), 319-324.
- Eysenck, H. J. (1978). An exercise in mega-silliness. *American Psychologist*, 33(5), 517-517. doi: 10.1037/0003-066X.33.5.517.a
- Fan, X., & Chen, M. (2001). Parental involvement and students' academic achievement: A meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 13(1), 1-22. doi: 10.1023/A:1009048817385
- Fecich, S. J. (2014). *The use of augmented reality-enhanced reading books for vocabulary acquisition with students who are diagnosed with special needs*. Doktora Tezi, The Pennsylvania State University, USA.
- Feisel, L. D., & Rosa, A. J. (2005). The role of the laboratory in undergraduate engineering education. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 121-130. doi: 10.1002/j.2168-9830.2005.tb00833.x
- Ferrer-Torregrosa, J., Jiménez-Rodríguez, M. Á., Torralba-Estelles, J., Garzón-Farinós, F., Pérez-Bermejo, M., & Fernández-Ehrling, N. (2016). Distance learning ects and flipped classroom in the anatomy learning: comparative study of the use of augmented reality, video and notes. *BMC Medical Education*, 16(1), 230. doi: 10.1186/s12909-016-0757-3
- Ferrer-Torregrosa, J., Torralba-Estelles, J., Jimenez-Rodríguez, M. A., García, S., & Barcia, J. M. (2015). ARBOOK: Development and assessment of a tool based on augmented reality for anatomy. *Journal of Science Education and Technology*, 24(1), 119-124. doi: 10.1007/s10956-014-9526-4
- Fraenkel, J., & Wallen, N. (2009). *How to Design and Evaluate Research in Education*. New York, USA: McGraw-Hill.
- Fuchs, L. S., & Fuchs, D. (1986). Effects of systematic formative evaluation: A meta-analysis. *Exceptional Children*, 53(3), 199-208. doi: 10.1177/001440298605300301

- Furió, D., González-Gancedo, S., Juan, M. C., Seguí, I., & Costa, M. (2013). The effects of the size and weight of a mobile device on an educational game. *Computers & Education, 64*, 24-41. doi: 10.1016/j.compedu.2012.12.015
- Furió, D., Juan, M. C., Seguí, I., & Vivó, R. (2015). Mobile learning vs. traditional classroom lessons: a comparative study. *Journal of Computer Assisted Learning, 31*(3), 189-201. doi: 10.1111/jcal.12071
- Fyans, L. J., & Maehr, M. L. (1987). *Sources of Student Achievement: Student Motivation, School Context and Family Background*. Paper presented at the Annual Convention of the American Psychological Association USA.
- Gavish, N., Gutiérrez, T., Webel, S., Rodríguez, J., Peveri, M., Bockholt, U., & Tecchia, F. (2015). Evaluating virtual reality and augmented reality training for industrial maintenance and assembly tasks. *Interactive Learning Environments, 23*(6), 778-798. doi: 10.1080/10494820.2013.815221
- Gervautz, M., & Schmalstieg, D. (2012). Anywhere interfaces using handheld augmented reality. *Computer, 45*(7), 26-31.
- Glass, G. V. (1976). Primary, secondary, and meta-analysis of research. *Educational Researcher, 5*(10), 3-8. doi: 10.3102/0013189X005010003
- Glass, G. V. (1982). Meta-analysis: An approach to the synthesis of research results. *Journal of Research in Science Teaching, 19*(2), 93-112. doi: 10.1002/tea.3660190202
- Glass, G. V., Smith, M. L., & McGaw, B. (1981). *Meta-Analysis In Social Research*. CA, USA: Sage.
- Glasziou, P. P., & Sanders, S. L. (2002). Investigating causes of heterogeneity in systematic reviews. *Statistics in Medicine, 21*(11), 1503-1511. doi: 10.1002/sim.1183
- Goktas, Y., Kucuk, S., Aydemir, M., Telli, E., Arpacik, O., Yildirim, G., & Reisoglu, I. (2012). Educational technology research trends in Turkey: A content analysis of the 2000-2009 decade. *Educational Sciences: Theory and Practice, 12*(1), 191-199.
- Gözüyeşil, E., & Dikici, A. (2014). Beyin temelli öğrenmenin akademik başarıya etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri, 14*(2), 1-20.
- Green, J., Green, T., & Brown, A. (2017). Augmented reality in the K-12 classroom. *TechTrends, 61*(6), 603-605.

- Gün, E. (2014). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Han, J., Jo, M., Hyun, E., & So, H. J. (2015). Examining young children's perception toward augmented reality-infused dramatic play. *Educational Technology Research and Development*, 63(3), 455-474. doi: 10.1007/s11423-015-9374-9
- Hannafin, R. D., & Young, M. (2008). Research on educational technologies. In M. Spector, M. D. Merrill, J. V. Merriënboer & M. Driscoll (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (Third ed., pp. 731-739). New York, USA: Routledge.
- Hayes, S. L. (2016). *A synthesis of the methods to reduce mathematics anxiety in pre-service elementary school teachers through a meta-analysis*. Doktora Tezi, St. John's University, New York, USA.
- He, Y. (2016). *Meta-analysis and systematic review of the effects of language proficiency on students' mathematics learning outcomes*. Doktora Tezi, Washington State University, Washington, USA.
- Hedges, L. V. (1992). Modeling publication selection effects in meta-analysis. *Statistical Science*, 7(2), 246-255.
- Hedges, L. V., & Olkin, I. (1985). *Statistical Methods for Meta-Analysis*. Orlando, USA: Academic.
- Henrysson, A., Billingham, M., & Ollila, M. (2005). *Face to Face Collaborative AR on Mobile Phones*. Paper presented at the Proceedings of the 4th IEEE/ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality, Vienna, Austria.
- Hew, K. F., Kale, U., & Kim, N. (2007). Past research in instructional technology: results of a content analysis of empirical studies published in three prominent instructional technology journals from the year 2000 through 2004. *Journal of Educational Computing Research*, 36(3), 269-300. doi: 10.2190/K3P8-8164-L56J-33W4
- Hsiao, H-S., Chang, C-S., Lin, C-Y., & Wang, Y-Z. (2016). Weather observers: A manipulative augmented reality system for weather simulations at home, in the

- classroom, and at a museum. *Interactive Learning Environments*, 24(1), 205-223. doi: 10.1080/10494820.2013.834829
- Hsiao, K-F., Chen, N-S., & Huang, S-Y. (2012). Learning while exercising for science education in augmented reality among adolescents. *Interactive Learning Environments*, 20(4), 331-349. doi: 10.1080/10494820.2010.486682
- Huang, T.-C., Chen, C.-C., & Chou, Y.-W. (2016). Animating eco-education: To see, feel, and discover in an augmented reality-based experiential learning environment. *Computers & Education*, 96, 72-82. doi: 10.1016/j.compedu.2016.02.008
- Huang, Y., Li, H., & Fong, R. (2016). Using augmented reality in early art education: A case study in Hong Kong kindergarten. *Early Child Development and Care*, 186(6), 879-894. doi: 10.1080/03004430.2015.1067888
- Huedo-Medina, T. B., Sánchez-Meca, J., Marín-Martínez, F., & Botella, J. (2006). Assessing heterogeneity in meta-analysis: Q statistic or I² index? *Psychological Methods*, 11(2), 193-206. doi: 10.1037/1082-989X.11.2.193
- Hwang, G.-J., Tsai, C.-C., & Yang, S. J. (2008). Criteria, strategies and research issues of context-aware ubiquitous learning. *Journal of Educational Technology & Society*, 11(2), 81-91.
- Ibáñez, M. B., Di Serio, Á., Villarán, D., & Delgado-Kloos, C. (2016). Support for augmented reality simulation systems: The effects of scaffolding on learning outcomes and behavior patterns. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 9(1), 46-56. doi: 10.1109/TLT.2015.2445761
- Ibáñez, M. B., Di Serio, Á., Villarán, D., & Delgado-Kloos, C. (2014). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71, 1-13. doi: 10.1016/j.compedu.2013.09.004
- İbili, E. (2013). *Geometri dersi için artırılmış gerçeklik materyallerinin geliştirilmesi, uygulanması ve etkisinin değerlendirilmesi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Januszewski, A., & Molenda, M. (2013). *Educational Technology: A Definition with Commentary*. New York, USA: Routledge.

- Jensen, K. J. (2015). *A meta-analysis of the effects of problem-and project-based learning on academic achievement in grades 6-12 populations*. Doktora Tezi, Seattle Pacific University, Seattle, USA.
- Johnson-Glenberg, M. C., Birchfield, D. A., Tolentino, L., & Koziupa, T. (2014). Collaborative embodied learning in mixed reality motion-capture environments: Two science studies. *Journal of Educational Psychology*, *106*(1), 86-104.
- Johnson, L., Laurence, F., & Smith, R. (2006). *The 2006 horizon report*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Kaufmann, H., & Schmalstieg, D. (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Computers & Graphics*, *27*(3), 339-345. doi: 10.1016/S0097-8493(03)00028-1
- Kaya, M. (2016). *Öğretmen yetiştirme standartları konusunda bir sistematik literatür inceleme*. Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye.
- Ke, F., & Hsu, Y.-C. (2015). Mobile augmented-reality artifact creation as a component of mobile computer-supported collaborative learning. *The Internet and Higher Education*, *26*, 33-41. doi: 10.1016/j.iheduc.2015.04.003
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., & Woolard, A. (2006). "Making it real": Exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, *10*(3), 163-174. doi: 10.1007/s10055-006-0036-4
- Kim, M. J., & Cho, M. E. (2014). Studying children's tactile problem-solving in a digital environment. *Thinking Skills and Creativity*, *12*, 1-13. doi: 10.1016/j.tsc.2013.11.001
- Kirk, R. E. (1996). Practical significance: A concept whose time has come. *Educational and Psychological Measurement*, *56*(5), 746-759. doi: 10.1177/0013164496056005002
- Kitchenham, B. (2004). *Procedures for Performing Systematic Reviews*. Keele University, UK.
- Klopfer, E. (2008). *Augmented Learning: Research and Design of Mobile Educational Games*. Cambridge, MA: MIT.

- Klopfer, E., & Sheldon, J. (2010). Augmenting your own reality: Student authoring of science-based augmented reality games. *New Directions for Youth Development*, 2010(128), 85-94. doi: 10.1002/yd.378
- Kruijff, E., Swan, J. E., & Feiner, S. (2010, 13-16 Oct. 2010). *Perceptual issues in augmented reality revisited*. Paper presented at the 2010 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality.
- Kucuk, S., Aydemir, M., Yildirim, G., Arpacik, O., & Goktas, Y. (2013). Educational technology research trends in Turkey from 1990 to 2011. *Computers & Education*, 68, 42-50. doi: 10.1016/j.compedu.2013.04.016
- Kunkel, A. K. (2015). *The effects of computer-assisted instruction in reading: a meta-analysis*. Doktora Tezi, University of Minnesota, Minnesota, USA.
- Küçük, S. (2015). *Mobil artırılmış gerçeklikle anatomi öğreniminin tıp öğrencilerinin akademik başarıları ile bilişsel yüklerine etkisi ve öğrencilerin uygulamaya yönelik görüşleri*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Ladd, M. (2016). *Comparing the effects of augmented reality phonics and scripted phonics approaches on achievement of at-risk kindergarten students*. Doktora Tezi, University of West Georgia, Carrollton, USA.
- Lakens, D. (2013). Calculating and reporting effect sizes to facilitate cumulative science: A practical primer for t-tests and ANOVAs. *Frontiers in Psychology*, 4(863). doi: 10.3389/fpsyg.2013.00863
- Liao, Y.-K. C. (2007). Effects of computer-assisted instruction on students' achievement in Taiwan: A meta-analysis. *Computers & Education*, 48(2), 216-233.
- Lin, H.-C. K., Hsieh, M.-C., Wang, C.-H., Sie, Z.-Y., & Chang, S.-H. (2011). Establishment and usability evaluation of an interactive ar learning system on conservation of fish. *Turkish Online Journal of Educational Technology-TOJET*, 10(4), 181-187.
- Lin, T.-J., Duh, H. B.-L., Li, N., Wang, H.-Y., & Tsai, C.-C. (2013). An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system. *Computers & Education*, 68, 314-321. doi: 10.1016/j.compedu.2013.05.011

- Lindgren, R., Tscholl, M., Wang, S., & Johnson, E. (2016). Enhancing learning and engagement through embodied interaction within a mixed reality simulation. *Computers & Education, 95*, 174-187. doi: 10.1016/j.compedu.2016.01.001
- Lipsey, M. W., & Wilson, D. B. (2001). *Practical meta-analysis*. USA: Sage.
- Liu, T.-Y., Tan, T.-H., & Chu, Y.-L. (2009). Outdoor natural science learning with an RFID-supported immersive ubiquitous learning environment. *Journal of Educational Technology & Society, 12*(4), 161-175.
- Liu, T. Y. (2009). A context-aware ubiquitous learning environment for language listening and speaking. *Journal of Computer Assisted Learning, 25*(6), 515-527. doi: 10.1111/j.1365-2729.2009.00329.x
- Lu, S.-J., & Liu, Y.-C. (2015). Integrating augmented reality technology to enhance children's learning in marine education. *Environmental Education Research, 21*(4), 525-541. doi: 10.1080/13504622.2014.911247
- Macchiarella, N. D. (2004). *Effectiveness of video-based augmented reality as a learning paradigm for aerospace maintenance training*. Doktora Tezi, Nova Southeastern University, Florida, USA.
- Martín-Gutiérrez, J., Fabiani, P., Benesova, W., Meneses, M. D., & Mora, C. E. (2015). Augmented reality to promote collaborative and autonomous learning in higher education. *Computers in Human Behavior, 51*, 752-761. doi: 10.1016/j.chb.2014.11.093
- Martín-Gutiérrez, J., Luís Saorín, J., Contero, M., Alcañiz, M., Pérez-López, D. C., & Ortega, M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. *Computers & Graphics, 34*(1), 77-91. doi: 10.1016/j.cag.2009.11.003
- Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M., & Peire, J. (2011). New technology trends in education: Seven years of forecasts and convergence. *Computers & Education, 57*(3), 1893-1906. doi: 10.1016/j.compedu.2011.04.003
- Mathews, J. (2010). Using a studio-based pedagogy to engage students in the design of mobile-based media. *English Teaching: Practice and Critique, 9*(1), 87-102.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning*. UK: Cambridge university.

- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2010). *Research in education: Evidence based inquiry*. New York, USA: Longman.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1995). *Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum*. Paper presented at the Photonics for Industrial Applications, Boston, USA.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D., & Group, T. P. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Med*, 6(7), e1000097.
- Muñoz-Cristóbal, J. A., Jorrín-Abellán, I. M., Asensio-Pérez, J. I., Martínez-Monés, A., Prieto, L. P., & Dimitriadis, Y. (2015). Supporting teacher orchestration in ubiquitous learning environments: A study in primary education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 8(1), 83-97. doi: 10.1109/TLT.2014.2370634
- Najjar, L. J. (1996). Multimedia information and learning. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 5, 129-150.
- Olympiou, G., & Zacharia, Z. C. (2012). Blending physical and virtual manipulatives: An effort to improve students' conceptual understanding through science laboratory experimentation. *Science Education*, 96(1), 21-47. doi: 10.1002/sce.20463
- Paivio, A. (1991). Dual coding theory: Retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology*, 45(3), 255-287.
- Pérez-López, D., & Contero, M. (2013). Delivering educational multimedia contents through an augmented reality application: A case study on its impact on knowledge acquisition and retention. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(4), 19-28.
- Pérez-Sanagustín, M., Hernández-Leo, D., Santos, P., Kloos, C. D., & Blat, J. (2014). Augmenting reality and formality of informal and non-formal settings to enhance blended learning. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(2), 118-131. doi: 10.1109/TLT.2014.2312719
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: A meta-review and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533-1543. doi: 10.1007/s00779-013-0747-y

- Rains, C. L. (2015). *The impact of school-wide professional development on student achievement: A meta-analysis from an effective schools perspective*. Doktora Tezi, Ball State University, Indiana, USA.
- Rekimoto, J. (1996). *Tilting operations for small screen interfaces*. Paper presented at the Proceedings of the 9th annual ACM symposium on User interface software and technology, Seattle, Washington, USA.
- Roblyer, M. (1993). Why use technology in teaching? Making a case beyond research results. *Florida Technology in Education Quarterly*, 5(4), 7-13.
- Rodgers, C. (2014). *Augmented reality books and the reading motivation of fourth-grade students*. Doktora tezi, Union University, ABD.
- Rodgers, D. L., & Withrow-Thorton, B. J. (2005). The effect of instructional media on learner motivation. *International Journal of Instructional Media*, 32(4), 333-340.
- Rosenbaum, E., Klopfer, E., & Perry, J. (2007). On location learning: Authentic applied science with networked augmented realities. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 31-45. doi: 10.1007/s10956-006-9036-0
- Rosenthal, R. (1978). Combining results of independent studies. *Psychological Bulletin*, 85(1), 185-193. doi: 10.1037/0033-2909.85.1.185
- Rosenthal, R. (1979). The file drawer problem and tolerance for null results. *Psychological Bulletin*, 86(3), 638-641.
- Rosenthal, R. (1995). Writing meta-analytic reviews. *Psychological Bulletin*, 118(2), 183-192.
- Rosenthal, R., & DiMatteo, M. R. (2001). Meta-analysis: Recent developments in quantitative methods for literature reviews. *Annual Review of Psychology*, 52(1), 59-82. doi: 10.1146/annurev.psych.52.1.59
- Ross, S. M., Morrison, G. R., & Lowther, D. L. (2010). Educational technology research past and present: Balancing rigor and relevance to impact school learning. *Contemporary Educational Technology*, 1(1), 17-35.
- Rothstein, H. R., Sutton, A. J., & Borenstein, M. (2005). Publication bias in meta-analysis. In H. R. Rothstein, A. J. Sutton & M. Borenstein (Eds.), *Publication bias in meta-*

- analysis: Prevention, assessment and adjustments*. West Sussex, England: John Wiley & Sons.
- Sánchez-Meca, J., & Marín-Martínez, F. (2010). Meta Analysis. In P. Peterson, E. Baker & B. McGaw (Eds.), *International Encyclopedia of Education* (pp. 274-282). Oxford, UK: Elsevier.
- Santos, M. E. C., Chen, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Miyazaki, J., & Kato, H. (2014). Augmented reality learning experiences: Survey of prototype design and evaluation. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(1), 38-56. doi: 10.1109/TLT.2013.37
- Sarier, Y. (2013). *Eğitim kurumu müdürlerinin liderliği ile okul çıktıları arasındaki ilişkilerin meta-analiz yöntemi ile incelenmesi*. Doktora Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye.
- Schmidt, N. W. (2016). *Trends in K-12 science, technology, engineering, and mathematics (STEM) education and student achievement: A meta-analysis*. Doktora Tezi, Stephen F. Austin State University, Texas, USA.
- Shapera, D. M. (2016). *Exploring the use of augmented reality to support cognitive modeling in arts education*. Doktora Tezi, Arizona State University, Arizona, USA.
- Shelby, L. B., & Vaske, J. J. (2008). Understanding meta-analysis: A review of the methodological literature. *Leisure Sciences*, 30(2), 96-110. doi: 10.1080/01490400701881366
- Shirazi, A., & Behzadan, A. H. (2015). Content delivery using augmented reality to enhance students' performance in a building design and assembly project. *Advances in Engineering Education*, 4(3), 1-24.
- Slavin, R. E. (1991). Synthesis of research of cooperative learning. *Educational Leadership*, 48(5), 71-82.
- Smith, D. A. (1996). *A meta-analysis of student outcomes attributable to the teaching of science as inquiry as compared to traditional methodology*. Doktora Tezi, Temple University, USA.

- Smith, T. E. (2017). *The effects of teacher training on teachers' family engagement practices, attitudes, and knowledge: A meta-analysis*. Doktora Tezi, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska.
- Sommerauer, P., & Müller, O. (2014). Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition. *Computers & Education, 79*, 59-68. doi: 10.1016/j.compedu.2014.07.013
- Sotiriou, S., & Bogner, F. X. (2008). Visualizing the invisible: Augmented reality as an innovative science education scheme. *Advanced Science Letters, 1*(1), 114-122. doi: 10.1166/asl.2008.012
- Springer, L., Stanne, M. E., & Donovan, S. S. (1999). Effects of small-group learning on undergraduates in science, mathematics, engineering, and technology: A meta-analysis. *Review of Educational Research, 69*(1), 21-51. doi: 10.3102/00346543069001021
- Srbljinović, A., & Škunca, O. (2003). An introduction to agent based modelling and simulation of social processes. *Interdisciplinary Description of Complex Systems, 1*(1-2), 1-8.
- Squire, K., & Klopfer, E. (2007). Augmented reality simulations on handheld computers. *Journal of the Learning Sciences, 16*(3), 371-413. doi: 10.1080/10508400701413435
- Squire, K. D., & Jan, M. (2007). Mad city mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. *Journal of Science Education and Technology, 16*(1), 5-29. doi: 10.1007/s10956-006-9037-z
- Statista. (2017). Number of smartphones sold to end users worldwide from 2007 to 2017 (in million units). <https://www.statista.com/statistics/263437/global-smartphone-sales-to-end-users-since-2007/> sayfasından erişilmiştir.
- Stevens, J. (2000). *Intermediate Statistics: A Modern Approach*. NJ, USA: Lawrence Erlbaum Associates.
- Sung, Y.-T., Chang, K.-E., & Yang, J.-M. (2015). How effective are mobile devices for language learning? A meta-analysis. *Educational Research Review, 16*, 68-84.

- Sung, Y.-T., Chang, K.-E., & Liu, T.-C. (2016). The effects of integrating mobile devices with teaching and learning on students' learning performance: A meta-analysis and research synthesis. *Computers & Education, 94*, 252-275.
- Tang, K. H. (2001). *Comparative effectiveness of augmented reality in object assembly*. Yüksek Lisans Tezi, Michigan State University, Michigan, USA.
- Topçu, P. (2009). *Cinsiyetin bilgisayar tutumu üzerindeki etkisi: Bir meta analiz çalışması*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye.
- Ural, G. (2014). *İlköğretimde fen ve teknoloji öğretimi üzerine türkiye'de yapılan araştırmaların meta-analizi*. Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- Üstün, U. (2012). *Probleme dayalı öğrenme geleneksel öğretim yöntemine kıyasla fen eğitiminde ne derece etkilidir? Bir meta-analiz çalışması*. Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Üstün, U., & Eryılmaz, A. (2014). Etkili araştırma sentezleri yapabilmek için bir araştırma yöntemi: Meta-analiz. *Eğitim ve Bilim, 39*(174), 1-32.
- Üstünel, M. F. (2016). *Ödevin akademik başarıya etkisi: Bir meta analiz çalışması*. Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Antalya, Türkiye.
- Vaughan, T. (2006). *Multimedia: Making it work*. McGraw-Hill Technology Education.
- Viera, A. J., & Garrett, J. M. (2005). Understanding interobserver agreement: The kappa statistic. *Family Medicine, 37*(5), 360-363.
- Walbery, T. (1981). A psychological theory of educational productivity. In F. H. Farley & N. Gordon (Eds.), *Psychology and education*. CA, USA: McCutchan.
- Wandera, S. (2017). *Continuing the conversation about face-to-face, online, and blended learning a meta-analysis of empirical literature*. Doktora Tezi, Wilmington University, USA.
- Wang, H.-Y., Duh, H. B.-L., Li, N., Lin, T.-J., & Tsai, C.-C. (2014). An investigation of university students' collaborative inquiry learning behaviors in an augmented reality simulation and a traditional simulation. *Journal of Science Education and Technology, 23*(5), 682-691. doi: 10.1007/s10956-014-9494-8

- Webster, J., & Watson, R. T. (2002). Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. *MIS Quarterly*, 26(2), xiii-xxiii.
- Whiston, S. C., & Li, P. (2011). Meta-analysis: A systematic method for synthesizing counseling research. *Journal of Counseling & Development*, 89(3), 273-281. doi: 10.1002/j.1556-6678.2011.tb00089.x
- Wolf, F. M. (1986). *Meta-Analysis: Quantitative Methods For Research Synthesis*. California, USA: Sage.
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49. doi: 10.1016/j.compedu.2012.10.024
- Wu, W.-H., Jim Wu, Y.-C., Chen, C.-Y., Kao, H.-Y., Lin, C.-H., & Huang, S.-H. (2012). Review of trends from mobile learning studies: A meta-analysis. *Computers & Education*, 59(2), 817-827. doi: 10.1016/j.compedu.2012.03.016
- Yang, M. T., & Liao, W. C. (2014). Computer-assisted culture learning in an online augmented reality environment based on free-hand gesture interaction. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(2), 107-117. doi: 10.1109/TLT.2014.2307297
- Yen, J.-C., Tsai, C.-H., & Wu, M. (2013). Augmented Reality in the Higher Education: Students' Science Concept Learning and Academic Achievement in Astronomy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 103, 165-173.
- Yılmaz, R. M. (2014). *Artırılmış gerçeklik teknolojisiyle 3 boyutlu hikaye canlandırmanın hikaye kurgulama becerisine ve yaratıcılığa etkisi*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Yoon, S. A., Elinich, K., Wang, J., Steinmeier, C., & Tucker, S. (2012). Using augmented reality and knowledge-building scaffolds to improve learning in a science museum. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 7(4), 519-541. doi: 10.1007/s11412-012-9156-x
- Zacharia, Z. C., & Olympiou, G. (2011). Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. *Learning and Instruction*, 21(3), 317-331. doi: 10.1016/j.learninstruc.2010.03.001

- Zarraonandia, T., Aedo, I., Díaz, P., & Montero, A. (2013). An augmented lecture feedback system to support learner and teacher communication. *British Journal of Educational Technology*, 44(4), 616-628. doi: 10.1111/bjet.12047
- Zhu, E., Hadadgar, A., Masiello, I., & Zary, N. (2014). Augmented reality in healthcare education: An integrative review. *PeerJ*, 2, 1-17. doi: 10.7717/peerj.469
- Zurita, G., & Nussbaum, M. (2004). Computer supported collaborative learning using wirelessly interconnected handheld computers. *Computers & Education*, 42(3), 289-314. doi: 10.1016/j.compedu.2003.08.005



EKLER



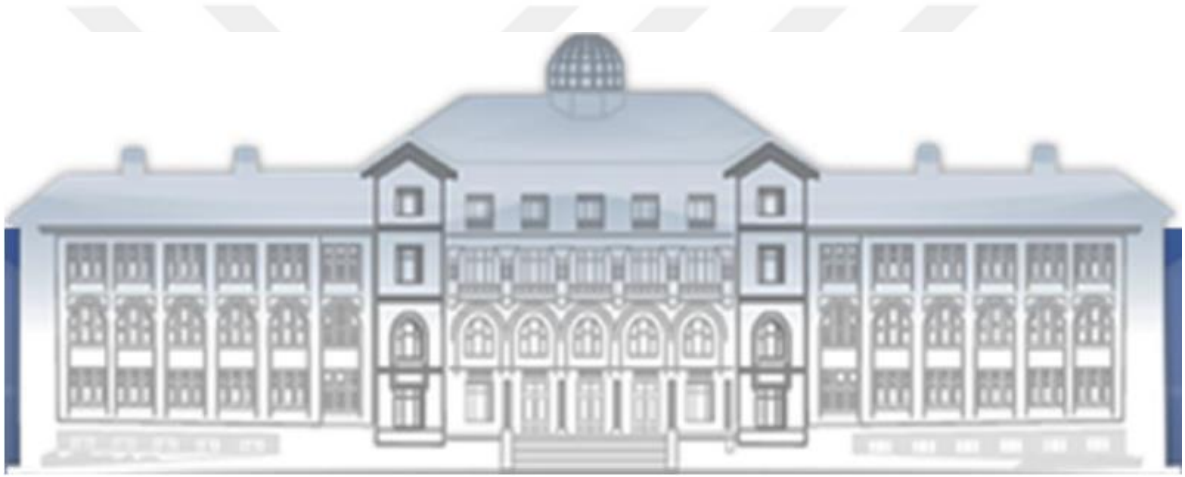
EK 1. Meta- Analize Dâhil Edilen Çalışmaların Künyeleri

	Yazarlar	Yayın Yılı	Çalışmanın Adı	Çalışmanın Türü	Uygulama Alanı	Sınıf/Eğitim Düzeyi
1	Abdüsselam, M. S.	2014	Artırılmış gerçeklik ortamı kullanılarak fizik dersi manyetizma konusunda öğretim materyalinin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi	Doktora Tezi (Yerli)	Fen Bilimleri	Lise
2	Akçayır, M.	2016	Fen laboratuvarında artırılmış gerçeklik uygulamalarının üniversite öğrencilerinin laboratuvar becerilerine, tutumlarına ve görev yüklerine etkisi	Doktora Tezi (Yerli)	Fen Bilimleri	Üniversite
3	Babur, A.	2016	Mobil artırılmış gerçeklik, benzetim ve gerçek nesne kullanımının öğrenme başarılarına, motivasyonlarına ve psikomotor performanslarına etkisi	Doktora Tezi (Yerli)	Mühendislik	Üniversite
4	Baysan, E.	2015	Artırılmış gerçeklik kitap (AG-kitap) kullanımının öğrencilerin akademik başarısına etkisi ve ortamla ilgili görüşleri	Doktora Tezi (Yerli)	Mühendislik	Üniversite
5	Chang, K.-E., Chang, C.-T., Hou, H.-T., Sung, Y.-T., Chao, H.-L., & Lee, C.-M.	2014	Development and behavioral pattern analysis of a mobile guide system with augmented reality for painting appreciation instruction in an art museum	Makale (SSCI)	Beşeri Bilimler	Üniversite
6	Chang, Y.-L., Hou, H.-T., Pan, C.-Y., Sung, Y.-T., & Chang, K.-E.	2015	Apply an augmented reality in a mobile guidance to increase sense of place for heritage places	Makale (SSCI)	Sosyal Bilimler	Üniversite
7	Chang, R.-C., Chung, L.-Y., & Huang, Y.-M.	2016	Developing an interactive augmented reality system as a complement to plant education and comparing its effectiveness with video learning	Makale (SSCI)	Fen Bilimleri	İlkokul
8	Chang, H.-Y., Hsu, Y.-S., & Wu, H.-K.	2016	A comparison study of augmented reality versus interactive simulation technology to support student learning of a socio-scientific issue	Makale (SSCI)	Fen Bilimleri	Lise
9	Chen, C.-M., & Tsai, Y.-N. (2012)	2012	Interactive augmented reality system for enhancing library instruction in elementary schools	Makale (SSCI)	Sosyal Bilimler	İlkokul

10	Chiang, T. H. C., Yang, S. J. H., & Hwang, G.-J.	2014	An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities	Makale (SSCI)	Fen Bilimleri	İlkokul
11	Doğan, Ö.	2016	Artırılmış gerçeklik ile desteklenmiş materyallerin kelime öğrenimi ve akılda kalıcılığı üzerinde etkisi	Doktora Tezi (Yerli)	Sosyal Bilimler	Üniversite
12	Erbaş, Ç.	2016	Mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı ve motivasyonuna etkisi	Doktora Tezi (Yerli)	Fen Bilimleri	Lise
13	Estapa, A., & Nadolny, L.	2015	The effect of an augmented reality enhanced mathematics lesson on student achievement and motivation	Makale (ERIC)	Matematik	Lise
14	Ferrer-Torregrosa, J., Torralba-Estelles, J., Jimenez-Rodríguez, M. A., García, S., & Barcia, J. M.	2015	ARBOOK: Development and assessment of a tool based on augmented reality for anatomy	Makale (SSCI)	Tıp	Üniversite
15	Ferrer-Torregrosa, J., Jiménez-Rodríguez, M. Á., Torralba-Estelles, J., Garzón-Farinós, F., Pérez-Bermejo, M., & Fernández-Ehrling, N.	2016	Distance learning ects and flipped classroom in the anatomy learning: comparative study of the use of augmented reality, video and notes	Makale (SSCI)	Tıp	Üniversite
16	Furió, D., Juan, M. C., Seguí, I., & Vivó, R.	2015	Mobile learning vs. traditional classroom lessons: a comparative study	Makale (SSCI)	Fen Bilimleri	İlkokul
17	Gavish, N., Gutiérrez, T., Webel, S., Rodríguez, J., Peveri, M., Bockholt, U., & Tecchia, F.	2015	Evaluating virtual reality and augmented reality training for industrial maintenance and assembly tasks	Makale (SSCI)	Mühendislik	Yetişkin
18	Gün, E.	2014	Artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisi	Doktora Tezi (Yerli)	Matematik	Ortaokul
19	Hsiao, H.-S., Chang, C.-S., Lin, C.-Y., & Wang, Y.-Z.	2016	Weather observers: A manipulative augmented reality system for weather simulations at home, in the classroom, and at a museum	Makale (SSCI)	Sosyal Bilimler	Ortaokul

20	Huang, T.-C., Chen, C.-C., & Chou, Y.-W.	2016	Animating eco-education: To see, feel, and discover in an augmented reality-based experiential learning environment	Makale (SSCI)	Fen Bilimleri	Ortaokul
21	Ibáñez, M. B., Di Serio, Á., Villarán, D., & Delgado Kloos, C.	2014	Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness	Makale (SSCI)	Fen Bilimleri	Lise
22	Ibáñez, M. B., Á, D.-S., Villarán-Molina, D., & Delgado-Kloos, C.	2016	Support for augmented reality simulation systems: The effects of scaffolding on learning outcomes and behavior patterns	Makale (SSCI)	Fen Bilimleri	Lise
23	İbili, E.	2013	Geometri dersi için artırılmış gerçeklik materyallerinin geliştirilmesi, uygulanması ve etkisinin değerlendirilmesi	Doktora Tezi (Yerli)	Matematik	Ortaokul
24	Johnson-Glenberg, M. C., Birchfield, D. A., Tolentino, L., & Koziupa, T.	2014	Collaborative embodied learning in mixed reality motion-capture environments: Two science studies	Makale (ERIC)	Fen Bilimleri	Lise
25	Küçük, S.	2015	Mobil artırılmış gerçeklikle anatomi öğreniminin tıp öğrencilerinin akademik başarıları ile bilişsel yüklerine etkisi ve öğrencilerin uygulamaya yönelik görüşleri	Doktora Tezi (Yerli)	Tıp	Üniversite
26	Ladd, M.	2016	Comparing the effects of augmented reality phonics and scripted phonics approaches on achievement of at-risk kindergarten students	Doktora Tezi (Yabancı)	Beşeri Bilimler	Okul Öncesi
27	Lin, T.-J., Duh, H. B.-L., Li, N., Wang, H.-Y., & Tsai, C.-C.	2013	An investigation of learners' collaborative knowledge construction performances and behavior patterns in an augmented reality simulation system	Makale (SSCI)	Fen Bilimleri	Üniversite
28	Lindgren, R., Tscholl, M., Wang, S., & Johnson, E.	2016	Enhancing learning and engagement through embodied interaction within a mixed reality simulation	Makale (SSCI)	Fen Bilimleri	Ortaokul
29	Liu, T.-Y., Tan, T.-H., & Chu, Y.-L.	2009	Outdoor natural science learning with an RFID-supported immersive ubiquitous learning environment	Makale (SSCI)	Fen Bilimleri	İlkokul
30	Liu, T. Y.	2009	A context-aware ubiquitous learning environment for language listening and speaking	Makale (SSCI)	Sosyal Bilimler	Ortaokul

31	Macchiarella, N. D.	2004	Effectiveness of video-based augmented reality as a learning paradigm for aerospace maintenance training	Doktora Tezi (Yabancı)	Fen Bilimleri	Üniversite
32	Pérez-López, D., & Contero, M.	2013	Delivering educational multimedia contents through an augmented reality application: A case study on its impact on knowledge acquisition and retention	Makale (ERIC)	Fen Bilimleri	İlkokul
33	Shapera, D. M.	2016	Exploring the use of augmented reality to support cognitive modeling in arts education	Doktora Tezi (Yabancı)	Beşeri Bilimler	Üniversite
34	Shirazi, A., & Behzadan, A. H.	2015	Content delivery using augmented reality to enhance students' performance in a building design and assembly project	Makale (ERIC)	Mühendislik	Üniversite
35	Yang, M. T., & Liao, W. C.	2014	Computer-assisted culture learning in an online augmented reality environment based on free-hand gesture interaction	Makale (SSCI)	Sosyal Bilimler	Üniversite
36	Yılmaz, R. M.	2014	Artırılmış gerçeklik teknolojisiyle 3 boyutlu hikaye canlandırmanın hikaye kurgulama becerisine ve yaratıcılığa etkisi	Doktora Tezi (Yerli)	Sosyal Bilimler	İlkokul



GAZİ GELECEKTİR...