

**ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK İLE İLGİLİ YAPILAN
MATEMATİK EĞİTİMİ ARAŞTIRMALARININ EĞİLİMLERİ
TRENDS OF MATHEMATICS EDUCATION RESEARCH ON
AUGMENTED REALITY**

*Kenan KONUR**
*Betül KESKİN***

Özet

Bu çalışmada, matematik eğitiminde artırılmış gerçeklik ile ilgili yapılan akademik çalışmaların eğilimlerinin raporlaştırılması amaçlanmaktadır. Çalışma betimsel bir araştırmadır ve taranan veri tabanları sınırlılığında bir tür alan yazını taramasıdır. Çalışma sürecinde Web of Science veri tabanlarında “Augmented Reality” ve “Mathematics” anahtar kelimeleri kullanılarak eğitime ilişkin kategorilerde arama yapılmıştır. Çalışmanın veri setini, araştırmacı tarafından belirlenen kriterlere uygun 2010-2022 yılları arasında yayımlanan 122 akademik çalışma oluşturmaktadır. Çalışma sonuçlarına göre artırılmış gerçeklik ile ilgili yapılan matematik eğitimi araştırmalarının sayısı 2016 yılı ve sonrasında ilerleyen yıllara paralel olarak artış göstermiştir. Bu araştırmalarda en sık yayın yapılan dil İngilizce olurken en çok yapılan akademik çalışma türü makale ve bildiri olmuştur. En sık kullanılan araştırma modelleri sırasıyla deneysel, sistematik derleme ve taramadır. Öte yandan ABD, Meksika ve İspanya ise sırasıyla artırılmış gerçeklik ile ilgili matematik eğitimi çalışmalarının en çok yayımlandığı üç ülkedir. Artırılmış gerçeklik ile ilgili matematik eğitimi çalışmalarında en sık kullanılan anahtar kelimeler ise “augmented reality”, “mathematics”, “stem”, “virtual reality”, “technology”, “stem education” ve “math education” olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Matematik Eğitimi, Artırılmış Gerçeklik, İçerik Analizi, Web of Science.

* Arş. Gör., Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü Sivas / TÜRKİYE kkonur@cumhuriyet.edu.tr ORCID: 0000-0001-8708-9009

** Yüksek Lisans Öğrencisi, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı Sivas / TÜRKİYE 20199423006@cumhuriyet.edu.tr ORCID: 0000-0002-3341-2656

Abstract

This study aims to report the trends of academic studies on augmented reality in mathematics education. The study is descriptive research and is a kind of literature review within the limited databases scanned. During the study, a search was made in the categories related to education by using the keywords "Augmented Reality" and "Mathematics" in Web of Science (WoS) databases. The data set of the study consists of 122 academic studies published between 2010-2022 in accordance with the criteria determined by the researcher. According to the results of the study, the number of mathematics education research on augmented reality has increased in 2016 and later in parallel with the following years. While the most frequently published language in these studies was English, the most common type of academic study was articles and papers. The most commonly used research models are experimental, systematic review and screening, respectively. On the other hand, USA, Mexico, and Spain are the three countries where mathematics education studies related to augmented reality are published the most, respectively. The most frequently used keywords in mathematics education studies related to augmented reality were "augmented reality", "mathematics", "stem", "virtual reality", "technology", "stem education" and "math education".

Keywords: Mathematics Education, Augmented Reality, Descriptive Content Analysis, Web of Science.

Giriş

Türk eğitim sistemi, öğrencilerin bilgi, beceri ve davranışlarını belirlemiş olduğu yetkinliklerle bütünleştirip hem ulusal hem de uluslararası düzeyde donanımlı bireyler yetiştirmeyi amaçlamaktadır. Türkiye Yeterlilikler Çerçevesinde (TYÇ) sekiz anahtar yetkinlik; Anadilde iletişim, yabancı dillerde iletişim, matematiksel yetkinlik ve bilim/teknolojide temel yetkinlikler, dijital yetkinlik, öğrenmeyi öğrenme, sosyal ve vatandaşlıkla ilgili yetkinlikler, inisiyatif alma ve girişimcilik, kültürel farkındalık ve ifade olarak belirlenmiştir. Bu yetkinliklerden dijital yetkinlik, bilgiye erişim ve bilginin değerlendirilmesi, saklanması, üretimi, sunulması ve alışverişi için bilgisayarların kullanılması aracılığıyla ortak ağlara katılım sağlanması ve iletişim kurulması gibi temel beceriler yoluyla desteklenmektedir (MEB, 2018). Eğitim teknolojileri öğrencilere, matematiksel kavramların çoklu temsillerini keşfetmeleri, soyut kavramları somutlaştırmaları konusunda etkileşimli olarak imkân sağlamaktadır. Özellikle soyut düşünme becerisi gerektiren matematik, geometri gibi derslerde yer alan kavramları kâğıt, kalem, cetvel gibi araçlarla somutlaştırmaya çalışmak ilgili kavramların içselleştirilmesinde ve görselleştirilmesinde yeterli olmayabilir (İbili & Şahin, 2013). Eğitim teknolojisi, öğrenme-öğretme ortamlarını etkili bir şekilde tasarlayan, öğrenmeyi zenginleştiren, öğrenme ve öğretmede meydana gelen sorunları çözen, öğrenme ürününün kalitesini ve kalıcılığını artıran akademi sistemler bütünüdür (İşman, 2011). Artırılmış Gerçeklik (AG)'in başlıca avantajları öğrenme kazanımları, motivasyon, etkileşim ve iş

birliğıdir (Bacca Acosta, J. L. vd., 2014). Buradan hareketle matematik eğitiminde eğitim teknolojilerine yer verilmesi, eğitim teknolojilerindeki yenilikleri takip edilmesi ve uygulanması, öğrencilerin soyut kavramları somutlaştırmaları ve bu kavramları içselleştirmeleri açısından öğrencilere etkili öğrenme fırsat sunacaktır. Bu teknolojilerden arasında öğrenciler için etkili ve aktif öğrenme fırsatları sunan AG teknolojisi önemli bir yere sahiptir (İbili & Şahin, 2013).

AG, gerçekliği sanallıkla birleştiren önemli bir teknolojidir (Akçayır & Akçayır, 2017; Azuma, 1997). AG ve Sanal Gerçeklik (SG) kavramları birbirleriyle karıştırılabilmektedir (Carmigniani vd., 2011). Sanal ortamların veya daha yaygın olarak SG'nin bir varyasyonu olan AG, gerçek dünya üzerine bindirilmiş veya gerçek dünya ile birleştirilmiş sanal nesnelere birlikte gerçek dünyayı görmemize izin veren yani kullanıcıya sanal ve gerçek nesnelere aynı mekânda bir arada yer almasını sağlayan bir teknolojidir (Azuma, 1997). Kullanıcı SG'de sentetik bir ortamda bulunmakta ve gerçek dünyayı görememekten, AG'de sanal ve gerçek nesnelere bir aradadır. AG teknolojisi endüstri, moda, askeriye, tıp, gezi, pazarlama, müze ve eğitim gibi birçok alanda çok sık olarak kullanılmaktadır (Akçayır & Akçayır, 2017). AG'nin temel amacı ek bilgi sağlamanın yanı sıra ilgilenilen bir konuyu açıklamaktır. AG eğitici oyunlar ve laboratuvar deneyleri için AG de büyüyen alanlardır (Bacca Acosta, J. L. vd., 2014). Eğitimde, AG, öğrenme ve öğretme deneyimlerini zenginleştirmek için pedagojik araçlar tasarlamak için kullanılmıştır (Garzón vd., 2017). AG teknolojisi, öğrenim alanında öğrencilerin öğrenmesini teşvik etmek için kullanılır. Böylece içeriğin çalışılmasını kolaylaştıran eğlenceli ve eğlenceli bir etkileşim yoluyla gerçekliğin fiziksel unsurlarını mobil cihazlar aracılığıyla gözlemlemeyi sağlayan bir araç haline gelir. Aynı şekilde, AG, öğrenciyeye daha fazla bilginin akılda kalmasını sağlayarak öğretme ve öğrenmenin hizmetinde bir araç olarak hareket eder ve karmaşık fenomenlerin anlaşılmasını geliştirmek amacıyla sürdürülebilir uygulamalar geliştirme fırsatı sunar (Edwards, 2013; Park vd., 2014). AG uygulamasının eğitim ortamlarında kullanılmaya uygun ve etkili öğrenmeyi destekler nitelikte olduğunu belirten Diegmann vd. (2015), AG'nin 14 farklı faydasını belirlemiş ve bu faydalarından %20'sinden fazlasını oluşturan iki faydasını "İyileştirilmiş Öğrenme Eğrisi" ve "Artan Motivasyon" olarak adlandırmıştır. Öte yandan AG uygulamalarının multimodal olanakları, duyuşsal ve fiziksel yetersizliği olan bireylerin terapi süreçlerini desteklemek için iyi bir seçenek gibi görünmektedir. Bu terapi süreçlerinde bireylerin karşılaştıkları zorluklardan biri olan belirli görevlerin gerçekleştirilmesinde bireylerin motivasyonlarını arttıran bir etken olarak karşımıza çıkmaktadır (Correa, Ficheman & Lopes, 2009). AG teknolojisinin eğitimde kullanılmasının diğer bir nedeni ise eğitimde var olan eksiklikleri ve problemleri AG teknolojisi ile çözüme anlayışının var olduğudur (Abdusselam

& Karal, 2020). Ayrıca AG için sunulan olanaklar pahalı öğrenme materyallerinin gerekli olduğu bazı öğrenme deneyimlerini gerçekleştirmenin maliyetini azaltabilir. Yani, AG'nin ekonomik açıdan sınırlı kaynaklara sahip öğretim kurumlarında öğrenme materyallerine ulaşmayı kolaylaştıracağı söylenebilir. Bu anlamda, sanal nesnelere farklı türde sanal materyaller olarak öğrencilerin elleri gibi gerçek nesnelere birleştirmek öğrencilerin keşfetme becerilerinin gelişimi için fırsat sağlayabilir.

Ülkelerin büyüme ve gelişmesinin temel dinamiklerinden en önemlisi teknolojidir. Teknolojinin geliştirilmesini etkileyen faktörler arasında bilimsel araştırma ve geliştirmeyi desteklemek yer almaktadır (Ağır, 2010). Türkiye'de bilimsel araştırma ve geliştirmeyi destekleyecek nitelikte planlamalar yapılmaktadır. Bu planlamalarda bilimsel çalışmaların ülke kalkınmasındaki önemi vurgulanmaktadır (T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı, 2019). Bilimsel çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular, bilimsel tartışmalar ve öneriler eşliğinde ilgili alana sunularak sorunların çözümüne yardımcı olmaktadır. Eğitim alanında yapılan çalışmalar da benzer olarak; eğitsel sorunların çözüme kavuşturulması, eğitim hizmetlerinin iyileştirilmesi ve geliştirilmesi, eğitim politikalarına yön verilmesi ve yenilikçi stratejilerin oluşturulması gibi konulara fayda sağlamaktadır. Buradan hareketle bilim insanlarının yapmış olduğu çalışmaları diğer bilim insanları ile paylaşılmasının önemli olduğu söylenebilir.

Literatür incelendiğinde, AG uygulamasına ilişkin yapılmış farklı içerik analizi çalışmalarına rastlanmıştır. İçten ve Bal (2017) AG teknolojisi üzerine yapılan akademik çalışmalara ilişkin içerik analizi çalışması yapmışlardır. Çalışmalarında 2010-2016 yılları arasında ulusal ve uluslararası 27 dergide yayımlanmış 34 tane akademik çalışmaya yer vermişlerdir. Elde ettikleri verilerde yer alan çalışmaların; yayın yıllarına, yayımlandığı dergi veya kitaplara, AG işaretçi kullanım türüne, görüntüleme sistem türüne, uzamsal görüntüleme sistemleri dağılımına, taşınabilir görüntüleme sistemleri dağılımına, başa monte edilen görüntüleme sistemleri dağılımına (HMD), kullanıcı ve cihaz etkileşim yöntemine, kullanılan AG araçlarına (fireworks) göre dağılımlarını incelemişlerdir. Ciproso vd. (2018), çalışmalarında WoS bilimsel veri tabanlarından SG için toplam 21.667 ve AG için 9.944 çalışmayı veri setine dahil etmişlerdir. Veri setinde yer alan çalışmaların yazar, başlık, özet, ülke ve tüm referanslar (alıntı analizi için gerekli) gibi özelliklerine göre dağılımlarını incelemişlerdir. Garzon vd. (2019) eğitim ortamlarında AG teknolojisinin eğilimlerini, olanaklarını ve zorluklarını belirlemişlerdir. 2012-2018 yılları arasında bilimsel dergilerde yayımlanan ve konferanslarda sunulan 61 tane çalışmayı analiz etmişlerdir. Araştırmanın verilerini, Social Sciences Citation Index (SSCI) veri tabanında indekslenen bilimsel dergiler ve Conference Proceedings Citation Index-Science (CPCI-

S) veri tabanında indekslenen konferans bildirileri oluşturmaktadır. Bu çalışmaların verilerine ulaşmak için WoS veri tabanlarını kullanmışlardır. Akkuş, Güzel ve Özhan (2021) ise 2011-2019 yılları arasında eğitim teknolojileri alanında uluslararası 10 SSCI dergideki son 9 yıllık “Artırılmış Gerçeklik” konulu toplam 77 akademik çalışmalarına dahil ederek bu çalışmaları makale sınıflama formu kullanılarak 8 farklı kategoride (yayımlandıkları dergiler, yapıldıkları yıllar, çalışma alanları, örneklem düzeyleri, değişkenler, araştırma modelleri, veri toplama araçları ve AG uygulamasının gerçekleştirilme durumları) analiz etmişlerdir. Batdı ve Gürgen-Akıcı (2022), Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının (AGU) akademik başarıya etkisini ortaya çıkarmak ve öğretim ortamında kullanılmasının bilişsel, duyuşsal ve sosyal boyuttaki etkililiğini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmanın meta-analiz boyutu kapsamına 2015-2021 yılları arasında Web of Science, Taylor & Francis Online, ERIC (EBSCO), Science Direct, Wiley Online Library Full Collection, Springer LINK, Scopus (A&I), ProQuest ve Yükseköğretim Kurulu (YÖK) Ulusal Tez Merkezi, CU THESES, Federation of Egyptian Universities, Egyptian periodicals, Journal of the Faculty of Education, Assiut University, Journal of the Faculty of Education, Benha University, Journal of Educational Sciences, Ain Shams University veri tabanlarında yayımlanmış dili Türkçe, İngilizce ve Arapça olan çalışmaları dahil etmişlerdir. Meta-tematik analiz boyutu kapsamına ise Ulusal Tez Merkezi, Google Scholar ve Dergi Park veri tabanları olmak üzere üç ayrı veri tabanından 2015-2022 yılları arasında yayımlanmış, nitel olarak yürütülmüş, katılımcı görüşüne sahip ve yayın dilinin Türkçe olan çalışmaları dahil etmişlerdir. Toplam meta-tematik analiz için 13, meta analiz için ise 28 adet çalışma araştırmaya dâhil edilmiştir. Yapılan bu çalışmalar incelendiğinde, söz konusu çalışmaların nicelik olarak yeterli olmadığı, yayınlara ilişkin değerlendirmelerin sınırlı yayın türü üzerine olduğu ve eğilim üzerine yapılan bu tür çalışmaların olabildiğince güncel veri setleriyle yenilenmesi gerekliliğinden yola çıkarak çalışmamızın alan yazına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Genel olarak matematik eğitiminde AG ile ilgili yapılan çalışmaların içerik analizini ortaya koyan kapsamlı bir çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Matematik eğitiminde AGU’nu ele alan bu çalışma uygulamanın uluslararası eğilimini ortaya koyacaktır. Bu sebeple, yapılan bu çalışmanın literatürdeki bu eksikliği gidermede faydalı olacağı düşünülmektedir. Bu çalışma güncel kalma potansiyeline sahip bir çalışmadır ve yeni çalışmalar yapıldıkça güncellenebilir (Gough, Oliver & Thomas, 2017). Bu sayede araştırma ortamının bir resmi yeni araştırmacılar için erişilebilir olacaktır.

Bu kapsamda, yapılan bu araştırmanın amacı, matematik eğitiminde AGU’na ilişkin yayımlanan ve WoS veri tabanlarında indekslenen yayınları

betimsel olarak analiz etmektir. Araştırmanın amacı doğrultusunda aşağıdaki sorulara cevap aranmıştır.

Matematik eğitiminde artırılmış gerçekliğe ilişkin yayımlanan akademik çalışmaların;

- Sayısının yıllara göre dağılımı nasıldır?
- Yayımlandığı dillere göre dağılımı nasıldır?
- Yayımlandığı yayın türüne göre dağılımı nasıldır?
- Kullanılan araştırma modellerine göre dağılımı nasıldır?
- Yayımlandığı kaynaklara göre dağılımı nasıldır?
- Yayımlandığı ülkelere göre dağılımı nasıldır?
- Atıf sayılarına göre dağılımı nasıldır?
- En sık kullanılan anahtar kelimelerinin dağılımı nasıldır?

Yöntem

Araştırma Deseni

Araştırma probleminin çözümüne yönelik olarak geliştirilecek yöntemin; araştırma probleminin doğasına, araştırmanın amacına ve araştırmacının bireysel özelliklerine göre belirlenmesi gerekmektedir (Creswell, 1994). Bu çalışmada betimsel içerik analizi kullanılmıştır. Betimsel içerik analizi; belirli bir konu üzerinde yapılan çalışmaların ele alınıp eğilimlerinin ve araştırma sonuçlarının tanımlayıcı bir boyutta değerlendirilmesini içeren sistematik çalışmalardır (Sözbilir vd., 2012).

Çalışma grubu

Bu araştırmanın verilerini 2022 yılı ağustos ayına kadar geçen sürede WoS veri tabanlarında yayınlanan ve araştırmacı tarafından belirlenen kriterlere uygun 122 akademik çalışma oluşturmaktadır. Bu kapsamda yapılan bu çalışma ile birbirlerinden bağımsız olarak yayınlanan kitap bölümleri, bildiriler, araştırma makaleleri ve derleme makaleler incelenip düzenlenerek alandaki genel eğilimler belirlenmiştir.

Veri Toplama Aracı

Henüz bir bilginin değerini ve kalıcılığını ölçen bir yöntem geliştirilmemiş olsa da bilim insanlarının bilimsel performanslarının ölçülmesinde ve bilimsel araştırmaların incelenmesinde sıklıkla uluslararası atıf dizinleri kullanılmaktadır (Ertekin, 2014). Araştırma sorularını yanıtlamak ve araştırma verilerine en uygun stratejiyi kullanarak belirlemek için WoS veri tabanları kullanılmıştır. Web of Science, kullanıcıların SCIE, SSCI, AHCI ve ESCI atıf indekslerinde olmak üzere dünyadaki en prestijli,

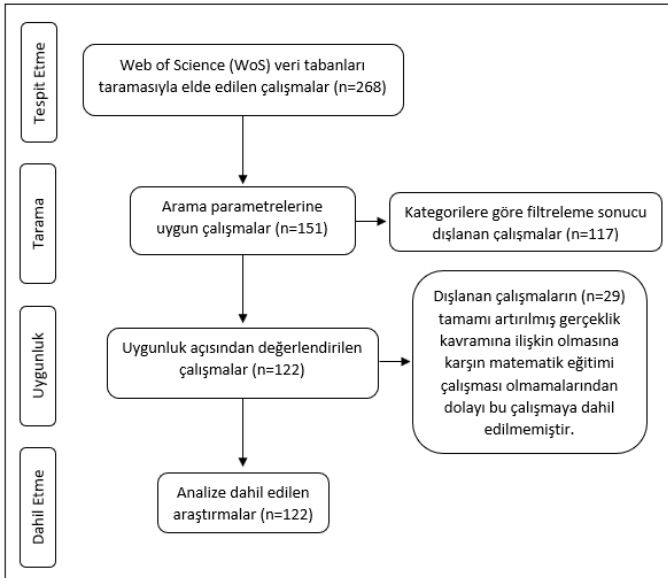
yüksek etkili toplam 22.200'ün üzerinde derginin ve 282 milyonunun üzerinde kaydın güncel ve geçmişe dönük literatürü aramasına olanak tanımaktadır. Ayrıca benzersiz bir arama yöntemi ve alıntı yapılan referans araması sağlamaktadır.

Veri setini oluşturmak için seçilen çalışmalar aşağıdaki kriterlere göre belirlenmiştir:

- Araştırma sorularına ilişkin çalışmalar
- Çalışmanın konusunun “Augmented Reality” ve “Mathematics” ilişkili olması

Yapılan araştırma matematik eğitime odaklandığı için verilen kriterleri sağlayan çalışmalar WoS üzerinden “Eğitim Araştırmaları”, “Eğitim Bilimsel Disiplinler” ve “Özel Eğitim” kategorileri ile filtrelenerek eğitim odaklı olmayan (n=117) ve matematik eğitime ilişkin olmayan (n=29) makaleler araştırma kapsamı dışında tutulmuştur. Veri seti oluşturulurken gerçekleştirilen akış şeması Şekil 1’de gösterilmektedir.

Şekil 1. Veri Seti Oluşturma Süreci



“Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J. & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *Annals of Internal Medicine*, 151(4), 264-269.” kaynağından uyarlanmıştır.

Ayrıca Sözbilir, Kutu ve Yaşar (2012) tarafından geliştirilen “Makale Sınıflama Formu” revize edilerek çalışmaya uyarlanmıştır. Bu form aracılığıyla veri setine dahil edilen 122 çalışma betimsel analize tabi tutulmuştur.

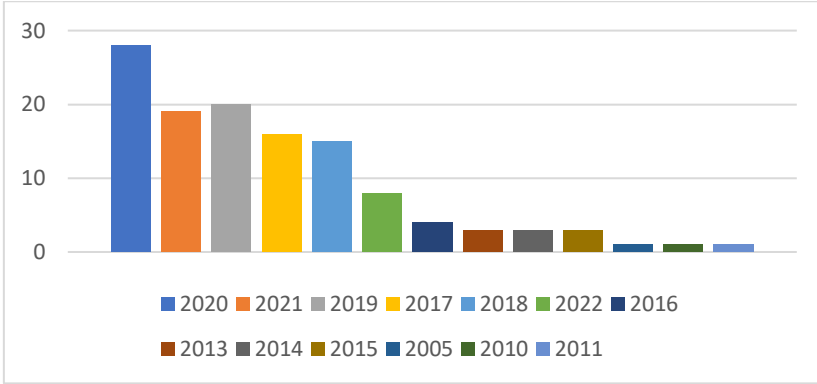
Verilerin Analizi

Araştırmada herhangi bir süre kısıtlamasına gidilmemiş olsa da erişilebilen veriler 2010-2022 yılları arasını kapsamaktadır. Belirtilen aralıkta toplam 122 çalışma yayın sınıflama formundaki kriterlere göre kodlanıp sınıflandırılarak kategorize edilmiştir. Kategorize edilen verilere ilişkin yüzde ve frekans değerleri hesaplanmıştır. Ayrıca araştırma kapsamında incelenen çalışmaların anahtar kelimeleri Word Art çevrimiçi yazılımı kullanılarak kelime bulutu şeklinde görsel olarak haritalandırılmıştır.

Bulgular

Araştırma sorusuna ilişkin bulgular: Yayın Sayısı

WoS'ta yer alan matematik eğitimi araştırmalarında AG ile ilgili yayımlanan çalışmaların yıl bazında dağılımı Grafik 1'de yer almaktadır.



Grafik 1. Matematik Eğitiminde AG ile İlgili Çalışmaların Yıllara Göre Sayısal Dağılımı (WoS, Ekim, 2022)

Grafik 1'de yer alan verilere göre AG ile ilgili olarak en fazla yayın yapılan yıllar 2020 (f=28), 2019 (f=20) ve 2021 (f=19) olmuştur. Daha sonra en sırasıyla 2017 (f=16), 2018 (f=15), 2022 (f=8), 2016 (f=4), 2013 (f=3), 2014 (f=3), 2015 (f=3), 2005 (f=1), 2010 (f=1), 2011 (f=1) olmuştur. Grafik bir bütün olarak değerlendirildiğinde ilerleyen yıllara göre yapılan yayın sayılarında bir artış olduğu görülmektedir.

Araştırma sorusuna ilişkin bulgular: Yayın Dili

WoS'ta yer alan matematik eğitimi araştırmalarında AG ile ilgili yayımlanan çalışmaların hazırlandıkları dillere göre frekans ve yüzde dağılımı Tablo 1'de yer almaktadır.

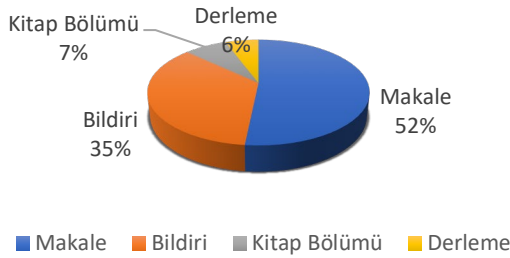
Tablo 1. Matematik Eğitiminde AG ile İlgili Çalışmaların Hazırlandıkları Dillere Göre Dağılımı (WoS, Ekim, 2022)

Diller	f	%
İngilizce	114	93,44
İspanyolca	8	6,56
Toplam	122	100

Tablo 1'de yer alan veriler incelendiğinde AG ile ilgili olarak İngilizce ve İspanyolca olmak üzere iki farklı dilde yayın yapıldığı görülmektedir. Yayın yapılan dil büyük oranda İngilizcedir (f=114).

Araştırma sorusuna ilişkin bulgular: Yayın Türü

WoS'ta yer alan matematik eğitimi araştırmalarında AG ile ilgili yayımlanan çalışmaların hazırlandıkları yayın türlerine göre dağılımı Grafik 2'de yer almaktadır.



Grafik 2. Matematik Eğitiminde AG ile İlgili Yayımlanan Çalışmaların Yayın Türüne Göre Dağılımı (WoS, Ekim, 2022)

Grafik 2'de yer alan veriler incelendiğinde matematik eğitiminde AG ile ilgili olarak yayımlanan çalışmaların büyük bir kısmının makalelerden (f=63) sonrasında ise bildirilerden (f=43) oluştuğu görülmektedir. Diğer yayın türlerini ise kitap bölümü (f=9) ve derlemeden (f=7) oluşturmaktadır.

Araştırma sorusuna ilişkin bulgular: Araştırma Modeli

WoS'ta yer alan matematik eğitimi araştırmalarında AG ile ilgili yayımlanan çalışmaların araştırma modellerine göre frekans ve yüzde dağılımı Tablo 2'de yer almaktadır.

Tablo 2. Matematik Eğitimi Araştırmalarında AG ile İlgili Yayımlanan Çalışmaların Araştırma Modellerine Göre Dağılımı (WoS, Ekim,2022)

Araştırma Modeli	f	%
Deneyssel	39	31,97
SistematiK Derleme	33	27,05
Tarama	20	16,39
Tasarım Tabanlı	16	13,11
Vaka/Örnek Olay	8	6,56
Karma	5	4,10
Tek Denekli	1	0,82
Toplam	122	100

Tablo 2'de yer alan matematik eğitiminde AG ile ilgili yapılan çalışmalarda en sık kullanılan araştırma modelleri sırasıyla deneyssel (f=39), sistematiK derleme (f=33) ve taramadır (f=20). AG kavramının doğası gereği yapılan çalışmaların bir kısmını ise tasarım tabanlı (f=16) çalışmalarda oluşturulmaktadır. Yapılan çalışmalarda kullanılan diğeri araştırma modelleri ise sırasıyla vaka/örnek olay (f=8), karma (f=5) ve tek deneklidir (f=1).

Tasarım tabanlı çalışmaların katılımcılardan veri toplanmadan doğrudan belli konuların öğretimini kolaylaştırmak veya zenginleştirmek amaçlı olmaları özelliğinden dolayı bu çalışmalarda diğeri bir tabloda ilişkili oldukları farklı disiplinlere göre sınıflandırılarak yer verilmiştir. WoS'ta yer alan matematik eğitimi araştırmalarında AG ile ilgili yayımlanan tasarım tabanlı çalışmaların farklı disiplinlere göre frekans ve yüzde dağılımı Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3. *Matematik Eğitimi Araştırmalarında AG ile İlgili Yayımlanan Tasarım Tabanlı Çalışmaların Disiplinlere Göre Dağılımı (WoS, Ekim,2022)*

Disiplinler	f	%
Geometri-Analitik Geometri	5	31,25
Analiz	2	12,50
Özel Eğitim Otizm (spektrumu, işitme yetersizliği)	2	12,50
Disiplinler arası (mimari, kültür ve tarih, fizik, biyoloji, sosyal bilimler)	4	25
Diğer (temel aritmetik kavramlar, yuvarlama, kinestetik öğrenme)	3	18,75
Toplam	16	100

Tablo 3'te yer alan matematik eğitimi araştırmalarında AG ile ilgili yayımlanan tasarım tabanlı çalışmaların büyük oranda (f=5) Geometri ve Analitik Geometri disiplinlerinde yapıldığı görülmektedir. Bundan başka tasarım tabanlı, mimari, kültür ve tarih, fizik, biyoloji ve sosyal bilimler ile matematiğin bir arada yer aldığı (f=4), özel öğrenme güçlüğü olan öğrenciler ile yapılmış olanlar (f=2) ve analiz dersi katı cisimler konusunda 3D görselleştirmelerden yararlanan (f=2) çalışmalar mevcuttur. Diğer kategorisinde yer alan çalışmalar (f=3) ise temel matematiksel kavramlar, yuvarlama ve kinestetik öğrenme etkinliklerine ilişkin yapılan çalışmalardır.

Araştırma sorusuna ilişkin bulgular: Kaynaklar

WoS'ta yer alan matematik eğitimi araştırmalarında AG ile ilgili yayımlanan çalışmaların hazırlandıkları yayımlandığı kaynaklara göre dağılımı Tablo 4'te yer almaktadır. Yayımlanan kaynaklarının sayısının fazla olması nedeniyle (n=46) tabloda yalnızca yayım sayısı fazla olan ilk 10 kaynağa yer verilmiştir.

Tablo 4. *Matematik Eğitimi Araştırmalarında AG ile İlgili Yayımlanan Çalışmaların Yayımlandığı İlk 10 Kaynak (WoS, Ekim,2022)*

Yayıncı	f	%
Springer Nature	19	12,58
Iated-Int Assoc Technology Education & Development	14	9,28
IEEE- Institute of Electrical and Electronics Engineers	12	7,94
Wiley	10	6,62

Mdpi – Publisher of Open Access Journals	9	5,96
Taylor & Francis	9	5,96
Elsevier	8	5,30
Brill Sense	6	3,97
Sage	6	3,97
Rwth Aachen	5	3,31

Tablo 4’te yer alan veriler incelendiğinde AG ile ilgili yayımlanan çalışmalara ilişkin yayın yapılan kaynakların büyük bir kısmını Springer Nature (f=19), Iated-Int Assoc Technology Education & Development (f=14) ve IEEE- Institute of Electrical and Electronics Engineers (f=12) oluşturmaktadır.

Araştırma sorusuna ilişkin bulgular: Ülkeler

WoS’ta yer alan matematik eğitimi araştırmalarında AG ile ilgili yayımlanan çalışmaların ülkelere göre dağılımı Tablo 5’te yer almaktadır. Ülkelere göre yayımlanan kaynak sayısının fazla olması nedeniyle (n=41) tabloda yalnızca yayım sayısı fazla olan ilk 10 ülkeye yer verilmiştir.

Tablo 5. *Matematik Eğitimi Araştırmalarında AG ile İlgili Yayımlanan Çalışmaların Yayımlandığı İlk 10 Ülke (WoS, Ekim,2022)*

Ülke	f	%
Amerika Birleşik Devletleri	17	11,26
Meksika	15	9,93
İspanya	15	9,93
Çin Halk Cumhuriyeti	12	7,95
Tayvan	12	7,95
Türkiye	12	7,95
Kıbrıs	10	6,62
Hindistan	8	5,30
İngiltere	7	4,64
Avusturya	6	3,97

Tablo 5’te yer alan veriler incelendiğinde AG ile ilgili yayımlanan çalışmalara ilişkin yayın yapılan ülkelerin başında Amerika Birleşik Devletleri (f=17), Meksika (f=15) ve İspanya (f=15) yer almaktadır.

Araştırma sorusuna ilişkin bulgular: Atıflar

WoS’ta yer alan matematik eğitimi araştırmalarında AG ile ilgili yayımlanan çalışmalardan en fazla atıf alan 10 çalışmaya Tablo 6’da yer verilmiştir.

Tablo 6. Matematik Eğitiminde AG ile İlgili Yayımlanan Çalışmalardan En Fazla Atıf Yapılanlar ve Atıf Sayıları (WoS, Ekim,2022)

Yayın Bilgisi	Atıf sayısı
Ibáñez, M.-B., & Delgado-Kloos, C. (2018). <i>Augmented reality for STEM learning: A systematic review. Computers & Education, 123, 109–123.</i> doi:10.1016/j.compedu.2018.05.002	227
Bujak, K. R., Radu, I., Catrambone, R., MacIntyre, B., Zheng, R., & Golubski, G. (2013). <i>A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. Computers & Education, 68, 536–544.</i> doi:10.1016/j.compedu.2013.02.017	218
Sommerauer, P., & Müller, O. (2014). <i>Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition. Computers & Education, 79, 59–68.</i> doi:10.1016/j.compedu.2014.07.013	149
Chiang, T. H. C., Yang, S. J. H., & Hwang, G.-J. (2014). <i>Students’ online interactive patterns in augmented reality-based inquiry activities. Computers & Education, 78, 97–108.</i> doi:10.1016/j.compedu.2014.05.006	135
Lin, H.-C. K., Chen, M.-C., & Chang, C.-K. (2013). <i>Assessing the effectiveness of learning solid geometry by using an augmented reality-assisted learning system. Interactive Learning Environments, 23(6), 799–810.</i> doi:10.1080/10494820.2013.817435	60
Ozdemir, M., Sahin, C., Arcagok, S. & Demir, M. K. (2018). The Effect of Augmented Reality Applications in the Learning Process: A Meta-Analysis Study. <i>Eurasian Journal of Educational Research, 18 (74), 165-186.</i> doi: 10.14689/ejer.2018.74.9	43
Cai, S., Liu, E., Yang, Y., & Liang, J.-C. (2018). <i>Tablet-based AR technology: Impacts on students’ conceptions and approaches to learning mathematics according to their self-efficacy. British Journal of Educational Technology.</i> doi:10.1111/bjet.12718	38
Demitriadou, E., Stavroulia, K.-E., & Lanitis, A. (2019). <i>Comparative evaluation of virtual and augmented reality for</i>	35

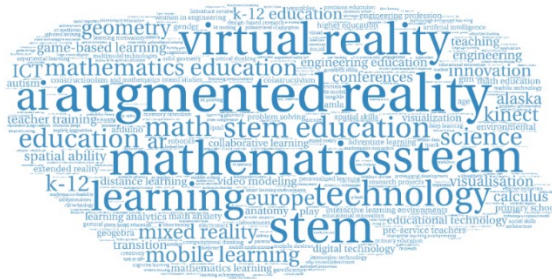
<i>teaching mathematics in primary education. Education and Information Technologies.</i> doi:10.1007/s10639-019-09973-5	
Ibili, E., Resnyansky, D., & Billinghamurst, M. (2019). <i>Applying the technology acceptance model to understand maths teachers' perceptions towards an augmented reality tutoring system.</i> <i>Education and Information Technologies.</i> doi:10.1007/s10639-019-09925-z	33
Rau, P.-L. P., Zheng, J., Guo, Z., & Li, J. (2018). <i>Speed reading on virtual reality and augmented reality.</i> <i>Computers & Education, 125, 240–245.</i> doi:10.1016/j.compedu.2018.06.016	32

Tablo 6’da yer alan veriler incelendiğinde en çok atıf alan yayının Ibáñez ve Delgado-Kloos (2018) tarafından yayımlanan “Augmented reality for STEM learning: A systematic review.” isimli makale olduğu görülmektedir. Bu yayını sırasıyla Bujak, K. R. vd. (2013) tarafından yayımlanan “A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom” ve Sommerauer ve Müller (2014) tarafından yayımlanan “Augmented reality in informal learning environments: A field experiment in a mathematics exhibition” isimli makaleler izlemektedir. Her üç makale de “Computers and Education” dergisinde yayımlanmıştır.

Araştırma sorusuna ilişkin bulgular: Anahtar Kelime Analizi

Matematik eğitiminde AG ile ilgili yayımlanan çalışmalarda yer alan anahtar kelimelerle ilgili sıklığı belirten veriler Şekil 2’de yer alan kelime bulutu görselinde yer almaktadır. Çalışmalarda yer alan anahtar kelimenin frekansı ile kelime bulutunda yer alan anahtar kelimelerin boyutu orantılı olarak temsil edilmiştir. Yani daha fazla tekrarlanan anahtar kelimeye görselde daha büyük boyutta yer almaktadır.

Şekil 2. Matematik Eğitiminde AG ile İlgili Çalışmaların Anahtar Kelime Sıklığı (WoS, Ekim, 2022)



Matematik eğitiminde AG ile ilgili yapılan çalışmalar incelendiğinde en çok kullanılan 10 anahtar kelimenin “augmented reality” (f=359),

“mathematics” (f=76), “stem” (f=63), “virtual reality” (f=45), “technology” (f=42), “stem education” (f=40), “mathematics education” (f=35), “learning” (f=30), “mobile learning” (f=25), “education” (f=24) ve “steam” (f=23) olduğu belirlenmiştir. Şekil 2’de yer alan kelime bulutu görselinde ilgili anahtar kelimelere tekrar edilme sıklıklarına göre yer verilmiştir.

Sonuç

Matematik eğitiminde yapılan AG çalışmalarının eğilimlerini belirlemek için yola çıkılan bu çalışmada toplanan verilerin analizleri sonucunda, matematik eğitiminde AG çalışmalarının sayısının son yıllarda arttığı söylenebilir. Son yıllarda mobil teknolojilerin artmasının yapılan AG çalışmaların artmasında bir etkidir. Bunun yanında farklı alanlarda kullanılan bir teknoloji olan AG, eğitimin farklı disiplinlerinde de etkili bir eğitim aracı olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle son 4 yılda yapılan çalışmalarda artış olduğu görülmektedir. 2022 yılında çalışma sayılarında bir azalma görülüyor olsa da verilerin 2022 yılı içerisinde Ekim ayına kadar olan çalışmaları içermesinin bu durumda etkili olduğu söylenebilir.

Yayın dilinin yüksek oranda İngilizce olmasının sebebi, bilim dilinin İngilizce olarak yaygın kullanımı ve WoS veri tabanlarında indekslenen dergi ve kitapların İngilizce dilini tercihlerinden kaynaklandığı şeklinde yorumlanabilir. Türkiye’de AG ile ilgili yapılan tezleri inceleyen Altınpulluk (2018) da benzer bir sonuca ulaşmıştır.

Yapılan çalışmaların yayın türü incelendiğinde büyük bir kısmının makalelerden oluştuğu görülmektedir. Bilim insanlarının alana katkı sağlamak için makaleleri tercih etmeleri beklenen bir sonuçtur. Eğitim üzerine farklı alanlarda yürütülen benzer çalışmalarda da (Hwang, G. J. & Tu, Y. F., 2021; Bray, A. & Tangney, B., 2017; Loveless, 2003) benzer sonuçlara ulaşılmıştır. Makale türünün tercih edilmesinin bir başka nedeni ise veri tabanlarında yer alan nitelikli dergilerin artması ve bu doğrultuda online veri tabanları aracılığıyla makale türünün görünürlüğünün artması gösterilebilir. Makaleler sonrasında makale tercihlerine ilişkin bahsedilen sebepler doğrultusunda en sık yayın yapılan çalışma türü bildiriler olmuştur.

Yapılan araştırmalarda en sık kullanılan araştırma modellerini deneysel araştırmalar, sistematik derlemeler ve tarama çalışmaları oluşturmaktadır. Chen vd., (2016), eğitimde AG ile ilgili yapılan çalışmalara ilişkin yaptıkları araştırmada, bu çalışmanın bulgularına benzer olarak çalışmaların büyük bölümünün deneysel çalışmalarından oluştuğunu belirtmişlerdir. AG kavramının doğası gereği yapılan çalışmaların bir kısmında ise katılımcılardan veri toplanmadan doğrudan belli konuların öğretimini kolaylaştırmak veya zenginleştirmek amaçlı tasarım tabanlı çalışmaların yer aldığı görülmüştür. Tasarım tabanlı çalışmalar, kuramsal temele dayanan eğitim tasarımlarının (Collins vd., 2016), tasarım, kuram ve

uygulama aşamalarını barındıran araştırma yöntemidir. İncelenen çalışmalar arasında yer alan tasarım tabanlı araştırmalarının yeni bir yöntem olmasından kaynaklı eğitim araştırmaları topluluğunda tanınabilirliğinin düşük olduğu söylenebilir. Tasarım tabanlı çalışmaların belirtilen özelliğinden dolayı yapıldığı disipline göre sınıflandırılması farklı bir tabloda yer almıştır.

Tasarım tabanlı çalışmalar ayrıca incelendiğinde geometri ve analitik geometri disiplinlerinde daha çok kavramların görselleştirilmesine yönelik çalışmalar yapıldığı görülmüştür. İstatistiksel, cebirsel ve aritmetik kavramları anlamak için zengin bir görselleştirme sağlayan geometri, hem iki boyutlu (2D) hem de üç boyutlu (3D) çeşitli şekil ve şekillerin özelliklerinin incelenmesini içeren bir matematik dalıdır (Fabiya, 2017). Geometri ve analitik geometri derslerinde 3 boyutlu cisimlerin ve ilgili üç boyutlu kavramların 2 boyutlu düz bir kağıt ya da sınıf içerisinde yazı tahtasında görselleştirilmesi zor olabilir. AG bahsedilen bu kavramların görselleştirilmesinde kolaylık sağlarken öğrenme sürecini geliştirip öğrenci merakını uyandırarak motivasyonlarını artırmakta ve uygun öğrenme ortamlarının oluşturmasında faydalı olmaktadır (Yingprayoon, 2015). Yapılan bu çalışmalarda öğrencilerin ilgili kavramları daha kolay ve anlamlı şekilde anlamalarına destek olarak AG kullanılmıştır. Bu sonuçlar matematik eğitiminde AG'ye ilişkin yapılan tasarım tabanlı çalışmaların daha çok geometri derslerine yönelik olmasını destekler niteliktedir.

Matematik eğitiminde AG ile ilgili yayımlanan çalışmalara ilişkin yayın yapılan kaynakların büyük bir kısmını Springer Nature, Iated-Int Assoc Technology Education & Development ve IEEE- Institute of Electrical and Electronics Engineers oluşturduğu görülmektedir. Bu kaynakların ilk sıralarda yer almasının sebebi, yayın yapılan kaynakların araştırmacılar açısından farklı disiplinlere ilişkin yayınlar barındırması dolayısıyla geniş bir kitleye hitap etmesi, açık erişime sahip olmaları ve teknoloji-eğitim alanında diğer kaynaklara göre tanınırlıklarının yüksek olmasıdır. Bu durum bahsedilen kaynakların alan için etki değerinin yüksek olduğu şeklinde yorumlanabilir.

ABD, WoS'ta matematik eğitimi araştırmaları kategorisinde AG kavramına ilişkin yayımlanan akademik çalışmaların yayımlandığı ülkelerin başında gelmektedir. Meksika ve İspanya ise bu konuda ABD'den sonra en fazla akademik çalışma yapılan iki ülke olmuştur. Bu ülkelerin bilim insanlarını destekleyen köklü kurumlara sahip olmaları bu sonucu destekler niteliktedir. Türkiye ise bu sıralamada Çin Halk Cumhuriyeti ve Tayvan ile birlikte 4. sırayı paylaşmaktadır. Bu durum Türkiye'deki bilim insanları tarafından alandaki ihtiyacı karşılamak üzere uluslararası çalışmaların takip edildiği şeklinde yorumlanabilir.

İlgili alanda atıfta bulunulan referanslar sıralaması incelendiğinde Ibáñez ve Delgado-Kloos (2018)'in yapmış olduğu çalışmanın en fazla atıf

alan çalışma olduğu görülmektedir. Bu çalışmayı sırasıyla Bujak (2013); Sommerauer ve Müller (2014)'ün çalışmaları izlemektedir. Bu durumun çalışmaların yayın yıllarının daha eski olması ve matematik eğitiminde AG kavramına ilişkin kapsamlı bilgiler içermesinden dolayı yeni çalışmalara kaynak sağlayan ve yol gösteren nitelikte çalışmalar olmalarından kaynaklı olduğu şeklinde yorumlanabilir.

Matematik eğitiminde AG kavramına ilişkin yapılan çalışmalarda kullanılan ve kelime bulutunda yer verilen anahtar kelimelerin sırasıyla “augmented reality”, “mathematics”, “stem”, “virtual reality”, “technology”, “stem education”, “mathematics education”, “learning”, “mobile learning”, “education” ve “steam” olduğu görülmektedir. Anahtar kelimeler, yapılan çalışmaların içeriğini yansıtan en önemli kelimeler olduklarından, araştırmacıların araştırmaların kapsamı hakkında kısa zamanda bir ön fikir sahibi olmalarına olanak sağlar. Araştırmacılar, araştırma raporunda öne çıkmasını ve vurgu yapılmasını düşündüğü yönlerini temel olarak belirlerler. Buradaki amaç belirlemiş oldukları anahtar kelimeler aracılığıyla yapmış oldukları çalışmalara diğer araştırmacıların kolaylıkla ulaşabilmeleridir (Tatar ve Tatar, 2008). Buradan hareketle en sık kullanılan kelimelerin AG ve matematik eğitimi ile bunların bileşenlerinden oluşması beklenen bir durumdur.

Öneriler

Bu çalışmada WoS'ta yer alan matematik eğitiminde AG kavramına ilişkin çalışmaların eğiliminin araştırılmasına yer verilmiştir. Bu bağlamda yapılan bu çalışmanın araştırmacılara konuya ilişkin fikir sunması ve yapacakları araştırmalara yol göstermesi bakımından katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışma sonuçları doğrultusunda aşağıdaki öneriler sunulabilir:

- Yapılacak yeni çalışmalarda matematik eğitiminde AG kavramına ilişkin yapılan ulusal ve uluslararası tez çalışmalarının eğilimi incelenebilir.
- Bu çalışma WoS veri tabanları ile sınırlıdır. Alanla ilgili daha bütüncül çıkarımlara ulaşmak için farklı ulusal ve uluslararası veri tabanlarında taranan akademik çalışmalar incelenebilir.
- Yapılan çalışma sonuçlarına göre tasarım temelli çalışmaların sayısının diğer çalışma modellerine göre daha az olduğu görülmektedir. Bu kapsamda araştırmacılar tarafından AG sınıf tasarımı ve değerlendirme araştırması veya AG'e ilişkin öğrenme kaynakları tasarlama ve uygulama gibi tasarım temelli çalışmalara yer verilebilir.
- Yapılan çalışma sonuçlarına göre özel öğrenme güclüğü olan öğrenciler ile ilgili çok az çalışmaya rastlanılmıştır. Bu bağlamda özel eğitimin, daha fazla çalışmanın yapılabileceği potansiyel bir

alan olduğu söylenebilir. Buradan hareketle özel eğitimde ilgili çalışmaların sayısı artırılması alana katkı sağlayacaktır.

Kaynaklar

- Abdusselam, M. S., & Karal, H. (2020). The effect of using augmented reality and sensing technology to teach magnetism in high school physics. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(4), 407-424.
- Ağır, H. (2010). Türkiye ile Güney Kore'de bilim ve teknoloji politikalarının karşılaştırılması. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 5(2), 43-55.
- Akçayır, M., & Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: a systematic review of the literature. *Educational Research Review* 20:1-11. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2016.11.002>
- Akkuş, İ., Güzel, Y., & Özhan, U. (2021). Eğitimde Artırılmış Gerçeklik Konulu Uluslararası Yayınların İçerik Analizi: 2011-2019 Dönemi. *SDU International Journal of Educational Studies*, 8(1), 36-50. <https://doi.org/10.33710/sduijes.774044>
- Altınpulluk, H. (2018). Türkiye'de Artırılmış Gerçeklikle İlgili Hazırlanan Tezlerin Bibliyometrik Analiz Yöntemiyle İncelenmesi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 8 (1), 248-272. <https://doi.org/10.17943/etku.337347>
- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. In *Presence Teleoperators Virtual Environments* 6(4):355-385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Bacca Acosta, J. L., Baldiris Navarro, S. M., Fabregat Gesa, R., & Graf, S. (2014). Augmented reality trends in education: a systematic review of research and applications. *Journal of Educational Technology and Society*, 2014, vol. 17, num. 4, p. 133-149. <http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.17.4.133>
- Batdı, V., & Gürgen-Akıcı, B. (2022). Doküman İncelemesinde Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarına İlişkin Nitel Ve Nicel Verileri Karşılaştırma: Bir Karma-Meta Yöntemi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(83), 997-1016. <https://doi.org/10.17755/esosder.1060318>
- Bray, A., & Tangney, B. (2017). Technology usage in mathematics education research—A systematic review of recent trends. *Computers & Education*, 114, 255-273. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.07.004>
- Carmigniani J, Furht B, Anisetti M, Ceravolo P, Damiani E, Ivkovic M (2011) Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimedia Tools Applications* 51(1):341-377. <https://doi.org/10.1007/s11042-010-0660-6>
- Chen, P., Liu, X., Cheng, W., & Huang, R. (2017). A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016. *Innovations in smart learning*, 13-18. https://doi.org/10.1007/978-981-10-2419-1_2
- Cipresso, P., Giglioli, I. A. C., Raya, M. A., & Riva, G. (2018). The past, present, and future of virtual and augmented reality research: a network and cluster analysis of the literature. *Frontiers in psychology*, 2086. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.02086>
- Collins, A., Joseph, D., & Bielaczyc, K. (2016). Design research: Theoretical and methodological issues. In *Design-based research: clarifying the terms* (pp. 15-42). Psychology Press. eBook ISBN 9780203764565
- Correa, A. G. D., Ficheman, I. K., Nascimento, M. Do, & Lopes, R. D. D. (2009). Computer assisted music therapy: A case study of an augmented reality musical system for children with cerebral palsy rehabilitation. *Proceedings of*

- the Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies (pp. 218–220). <http://doi.org/10.1109/ICALT.2009.111>
- Creswell, J. W. (1994). *Research design qualitative & quantitative approaches*. Sage Publication, USA.
- Diegmann P, Schmidt-Kraepelin M, Eynden S Van Den, Basten D (2015) Benefits of augmented reality in educational environments - A systematic literature review. *Benefits* 3(6(2015)):1542-1556
- Edwards, C. (2013). Better than reality? *Engineering & Technology*, 8(4), 28-31. <https://doi.org/10.1049/et.2013.0402>
- Ertekin, C. (2014). Bilimsel Araştırma ve Bilimsel Performans Ölçümü. *Türk Nöroloji Dergisi*, 20(2), 32-36. <https://doi.org/10.4274/tnd.80269>
- Fabiyi, T. R. (2017). Geometry concepts in mathematics perceived difficult to learn by senior secondary school students in Ekiti State Nigeria. *IOSR Journal of Research & Method in Education*, 7(1), 83-90. <https://doi.org/10.9790/7388-0701018390>
- Garzón J, Pavón J, Baldiris S (2017) Augmented reality applications for education: five directions for future research. In: International conference on augmented reality, virtual reality and computer graphics, vol 1. Springer, Berlin, Heidelberg, pp 402-414. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-40651-0>
- Gough, D., Oliver, S., & Thomas, J. (Eds.). (2017). *An introduction to systematic reviews*. Sage.
- Hwang, G. J., & Tu, Y. F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review. *Mathematics*, 9(6), 584. <https://doi.org/10.3390/math9060584>
- İbili, E., & Şahin, S. (2013). Artırılmış gerçeklik ile interaktif 3d geometri kitabı yazılımın tasarımı ve geliştirilmesi: ARGE3D. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13(1), 1-8.
- İçten, T., & Güngör, B. A. L. (2017). Artırılmış gerçeklik teknolojisi üzerine yapılan akademik çalışmaların içerik analizi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4), 401-415. <https://doi.org/10.17671/gazibtd.290253>
- İşman, A. (2011). *Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı* (4. Baskı.). Ankara: Pegem Akademi.
- Loveless, T. (2003). Trends in MATH. *The Brookings Review*, 21(4), 40.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB] (2018). *Ortaöğretim matematik dersi (9, 10, 11 ve 12. sınıflar) öğretim programı*. Ankara.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & PRISMA Group*. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *Annals of internal medicine*, 151(4), 264-269.
- Park, K. D., & Chung, J. H. (2014). A study on the Image Augmented Reality Card using Augmented Reality. *Journal of digital convergence*, 12(8), 467-474. <https://doi.org/10.14400/JDC.2014.12.8.467>
- Sozibilir, M., Kutu, H., & Yasar, M. D. (2012). Science education research in Turkey: A content analysis of selected features of published papers. In *Science Education Research and Practice in Europe* (pp. 341-374). Brill.
- Tatar, E., & Tatar, E. (2008). Fen bilimleri ve matematik eğitimi araştırmalarının analizi I: anahtar kelimeler. *İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 9(16), 89-103.

Kenan KONUR-Betül KESKİN
Artırılmış Gerçeklik ile İlgili Yapılan Matematik Eğitimi Araştırmalarının Eğilimleri
Trends of Mathematics Education Research on Augmented Reality

- T.C. Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2019). *On birinci kalkınma planı* (2019-2023).
- Yingprayoon, J. (2015). Teaching mathematics using augmented reality. In *20th Asian Technology Conference in Mathematics* (pp. 384-391).