



A Systematic Analysis of Published Articles on Augmented Reality in The Field of Mathematics and Geometry Education¹

Gülay ÇETİNTAV², Ramazan YILMAZ³

Received: 21 February 2022, Accepted: 29 June 2022

ABSTRACT

In our age, there is a need for individuals who solve problems, think creatively, reason, reason and establish relationships. These skills are associated with mathematics. Like many countries in the world, mathematics achievement in our country has not reached the desired level. While there are negative attitudes towards the mathematics lesson, some subjects remain abstract for students. Materials have a great effect on the concretization of abstract concepts. The materials have been transferred to the digital environment over time. Augmented reality technology is also used in education. There are many studies on the use of augmented reality in mathematics. However, when studies are examined, it is possible to come across contradictory results. Therefore, in this study, it was aimed to determine trends by systematically examining 36 articles on the use of augmented reality in mathematics and geometry teaching. Criteria for the research questions were determined and 36 articles accessed from the Web of Science database were examined according to these criteria. Looking at the data, studies on the subject area have increased over the years. 52% of primary school students participated in the studies, in which the experimental method was used the most, and questionnaires and achievement tests were prominent as data collection tools. Articles on various topics were found. However, the subject of three-dimensional geometric objects is in the first place. In the results, the authors mentioned the positive effects of augmented reality on success, learning by having fun, students' spatial skills, interests and motivations.

Keywords: Mathematics, Geometry, Augmented Reality, Systematic Review


Ethical Committee Date / Number : This study was declared by the author as a study that does not require ethics committee approval.


EXTENDED ABSTRACT

Purpose and Significance

Several studies have been found on the use of AR in mathematics and geometry. Different results have been obtained from these studies. As a result of the examinations, the positive effects of AR on student success, attitude, permanence in learning, and many variables were mentioned. However, some opinions argue that AR does not affect success, does

¹ This study presented in 9. EJERCongress (Eurasian Educational Research Congress) at 24.06.2022.

² Master student, Bartın University, Science Faculty, gulaycetintav@gmail.com  [0000-0002-1042-7660](https://orcid.org/0000-0002-1042-7660)

³ Assoc. Prof. Dr., Bartın University, Science Faculty, ryilmaz@bartin.edu.tr  [0000-0002-2041-1750](https://orcid.org/0000-0002-2041-1750)

not affect motivation, and even negatively affects the learning process. This study aims to obtain information about a general view of the use of AR in mathematics and geometry.

Within the scope of the research, the years in which the articles were published, their methods, keywords, countries, data collection tools were searched, and trends were determined. The topics covered, variables, participants, and the results achieved were analyzed in detail.

Methods

A systematic review was carried out in this study. Thirty-six articles on the research topic were analyzed. The items in the research questions were determined as criteria, and the articles were examined according to these criteria. The Web of Science database was searched with the keywords "augmented reality", "geometry" and "math". Among the listed articles, articles published after 2016 and until 15.10.2021 were preferred. It was seen that 145 articles were listed after the year limitation. The abstracts of the articles were read, and it was determined that 38 articles were related to education. Two articles not written in English were not included in the study. The remaining 36 articles formed the data of the research. According to the determined criteria, a form was created in the Microsoft Excel program, and the data obtained by examining 36 articles were processed into this form. Graphs and visuals have been prepared to make the data easier and more understandable. Microsoft Excel, VOSviewer, and MAXQDA programs were used for these processes.

Results

When the data were examined, 15 articles and the most publications of 2020 were found. However, it is known that the articles up to October 2021 were included when collecting the study's data. Therefore, it is estimated that more studies will be published by the end of the year. It has been observed that practical methods are more preferred in studies on AR in mathematics and geometry teaching. While the experimental method was used in 22 articles, it was determined that 8 articles applied literature, 5 articles case studies, and 1 article mixed method. The countries where the articles were prepared were examined. The Asian continent ranks first with 22 articles. Europe is in second place with nine articles. It has been determined that there are 5 articles from North America and one article each from Africa and South America. As a result of the examination, it is seen that different data collection tools are used. It can be said that the surveys ranked first with a rate of 39%, followed by success tests with a rate of 35%. Scales are 16%, the interview is 8%, and observation is 2%. It is seen that educators, students, and adults are selected as participants in the studies. Primary school students were the most preferred participants, with a rate of 52%. Secondary school students took part in the studies 22%, undergraduate students 13%, and educators 10%. Researchers have dealt with different topics in the field of mathematics and geometry. The review concluded that AR support was mostly used in teaching 3D geometric objects with 11 articles. 5 articles on algebraic concepts have been published. 2 articles were found on solid bodies, basic principles in geometry, statistical probability, and mathematical concepts.

Discussion and Conclusions

As technology gains importance in our lives, technology in education becomes more widespread. Considering the research findings, it was determined that there was an increase in the articles published after 2016 and until October 2021 in general. When the methods encountered in the research were examined, experimental methods were found in 22 of 36 articles. It is an expected result that the practical method should be preferred to reveal the results of the studies on the use of technology in education more clearly. When the participant levels were analyzed, it was seen that most of the students were selected. It is reflected in the findings that the number of studies on educators is low. For this reason, it is recommended to conduct more studies for educators. Considering the results of the articles, it was determined that the authors mainly emphasized the positive effects of AR on teaching. Its contributions to student motivation, academic success, collaborative learning, concretizing abstract concepts, and making learning environments enjoyable are mentioned. It is known that technical issues are essential in AR's more effective use and dissemination. In the future, research can be conducted that investigates AR applications used in educational environments in detail.

Matematik ve Geometri Eğitimi Alanında Artırılmış Gerçeklik ile İlgili Yayınlanmış Makalelerin Sistemik Olarak İncelenmesi¹

Gülay ÇETİNTAV², Ramazan YILMAZ³

Başvuru Tarihi: 21 Şubat 2022, **Kabul Tarihi:** 29 Haziran 2022

ÖZET

Çağın ihtiyaçları düşünüldüğünde problem çözen, yaratıcı düşünen, akıl yürüten, muhakeme ve ilişki kuran bireylere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu beceriler matematik ile ilişkilidir. Ancak ülkemizin ulusal ve uluslararası sınavlarda matematik alanında istenilen başarıya ulaşamadığı düşünülmektedir. Matematik derslerinde soyut kavramların somutlaştırılmasında materyallerin etkisi büyüktür. Son yıllarda eğitimde dijital materyaller sıklıkla kullanılmaya başlamıştır. Artırılmış gerçeklik teknolojisi de eğitimde yerini almıştır. Artırılmış gerçekliğin matematik dersinde kullanımına yönelik pek çok çalışma olduğu görülmektedir. Ancak sonuçlar incelendiğinde çelişkili sonuçlara rastlamak mümkündür. Bu nedenle bu çalışmada matematik ve geometri öğretiminde artırılmış gerçeklik kullanımına yönelik 36 makale sistemik olarak incelenerek genel görünüm hakkında bilgi edinmek amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında araştırma sorularına yönelik ölçütler belirlenmiş ve Web Of Science veri tabanından erişilen 36 makale bu ölçütlere göre analiz edilmiştir. Bulgulardan yola çıkılarak konu alanına yönelik çalışmaların yıllara göre artış gösterdiği söylenebilir. Elde edilen sonuçlara göre en çok deneysel yöntemin tercih edildiği tespit edilirken, veri toplama aracı olarak anketlerin ve başarı testlerinin kullanıldığı çalışmalarda %52 oranında ilköğretim öğrencilerinin katılımcı olarak bulunduğu belirlenmiştir. Araştırmada matematik ve geometri derslerinin çeşitli konularında artırılmış gerçeklik kullanıldığı tespit edilmiştir. Ancak üç boyutlu geometrik cisimlerin öğretiminde daha çok tercih edildiği ortaya çıkmıştır. Sonuçlarda ise yazarların daha çok artırılmış gerçekliğin akademik başarıya, öğrenme ortamlarının eğlenceli kıldığına, öğrencilerin uzamsal becerilerine, ilgi ve motivasyonlarına olumlu etkilerinden söz edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Matematik, Geometri, Artırılmış Gerçeklik, Sistemik İnceleme

Etik Kurul İzni Tarih / Sayı : Bu çalışma yazar tarafından etik kurul izni gerektirmeyen çalışma olarak beyan edilmiştir


1. Giriş

1.1. Matematik ve geometri öğretimi

Toplumların gelişmişlik seviyelerinde eğitimin önemli etkisi bulunmaktadır. İçinde bulunduğumuz çağın şartları göz önüne bulundurulduğunda eğitimde problem çözen, yaratıcı düşünen, üreten ve toplumun ihtiyaçlarına cevap veren bireyler yetiştirmek hedeflenmelidir. Akıl yürütme, ilişkilendirme, problem çözme gibi beceriler matematik ile ilişkilidir (Kırnap Dönmez & Dede, 2020). Eğitimin her kademesinde olduğu gibi iş hayatında ve günlük yaşantıda matematik becerilerinin rolü büyüktür. Ülkemizde matematik dersinin anlaşılabilirliğinin zor olduğunu (Işık ve diğ., 2010) savunan, derse yönelik olumsuz tutumu olan geniş bir kitlenin olduğu düşünülmektedir. Ayrıca ulusal ve uluslararası sınavlarda öğrencilerin matematik başarılarının istenilen seviyeye ulaşamadığı görülmektedir. Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) 2018 sonuçları incelendiğinde sınava 79 ülke katılmış ve Türkiye matematik alanında 42. sırada yer alırken; 37 Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Teşkilatı (OECD) ülkesi içerisinde 33. olmuştur (Kırnap Dönmez & Dede, 2020). Benzer şekilde TIMMS 2011 sınavına ülkemizden katılan öğrencilerin matematik düzeyine bakıldığında düşük düzey altında kalan öğrenci sayısının çok yüksek olduğu görülmektedir (Ölçüoğlu & Çetin, 2016). Araştırmalar sonucunda Türkiye'nin katılım gösterdiği uluslararası sınavlarda ülkemizin matematik başarısının diğer ülkelere göre nispeten düşük kaldığı söylenebilir (Sarier, 2020). Matematik karmaşık olarak kabul edilmektedir ve bu nedenle matematik öğretimini etkileyen faktörlerin araştırılması önemlidir (Sapazhanov ve diğ., 2020).

Öğretmenlerin konuya hakimiyeti, öğretim teknikleri ve stratejileri, sınıf yönetimi, iletişim becerileri, öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumları, sınıf ortamı, çevresel etkenler gibi pek çok faktör matematik başarısında önemli rol oynamaktadır (Suan, 2014). Bununla birlikte matematik ve geometri

¹ Bu çalışma 24.06.2022 tarihinde 9. EJERCongress'te (Uluslararası Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresi/International Eurasian Educational Research Congress) sözlü bildiri olarak sunulmuştur.

² Yüksek Lisans öğrencisi, Bartın Üniversitesi, Fen Fakültesi, gulaycetintav@gmail.com  0000-0002-1042-7660

³ Doç. Dr., Bartın Üniversitesi, Fen Fakültesi, ryilmaz@bartin.edu.tr  0000-0002-2041-1750

alanında bazı konular öğrenciler için soyut kalmaktadır. Öğrenciler soyut kavramları zihinlerinde canlandırmakta zorluk yaşadıkları için konuyu öğrenmekte sıkıntı yaşamaktadırlar. Soyut kavramları somutlaştırmak için öğretmenler derslerinde çeşitli materyaller kullanmaktadırlar. Öğrenmeyi somut hale getiren ve öğrenmede kalıcılığı sağlayan ancak taşınabilirlik, maliyet, erişilebilirlik ve kullanılabilirlik açısından problem oluşturabilecek materyaller zamanla dijital ortama taşınmıştır (Akkuş & Özhan, 2017). Özellikle mobil uygulamalarla birlikte eğitim alanında uygulamalar güncellenmekte ve içerikler zenginleştirilmektedir. Bu değişimler sonucunda birçok teknolojiyle birlikte Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisi de eğitimde yerini almıştır.

1.2. Eğitimde artırılmış gerçeklik teknolojisi

AG teknolojisi, dijital cihazlarda var olan ve görüntülenen gerçek nesnelere ile sanal nesnelere birleştirmektedir (Azuma, 1997; Mailizar & Johar, 2021). Bu sayede AG, kullanıcının gerçek dünyaya yönelik algısını ve etkileşimini geliştirmektedir (Carmigniani ve diğ., 2011). AG uygulamaları sinema, sanat, sağlık, turizm, oyun, eğlence gibi çeşitli sektörlerde kullanıldığı gibi eğitim sektöründe de kullanılmaktadır. AG destekli öğrenme ortamlarının pek çok olumlu etkisinden söz edilmektedir. Seferoğlu ve Tutulmaz (2017) çalışmalarında AG uygulamalarının önemini şu şekilde sıralamışlardır.

AG teknolojileri;

- Bireylerin gerçek yaşam deneyimlerine katkı sağlar
- Öğrenme ortamlarını eğlenceli hale getirir
- Ders konularının gerçek yaşam ile ilişkilendirilmesine olanak sağlar
- Farklı yaş gurupları için kullanılabilir
- İşbirlikli çalışma ortamlarında etkilidir.

Öğretimde AG'nin kullanılması çeşitli beceriler ve teknik altyapı gerektirmektedir. Eğitimcilerin teknolojiyi kullanmakta zorluk yaşamaları ve öğretim ortamlarında ihtiyaç duyulan teknik desteğin bulunmaması AG'nin eğitimde yaygınlaşmasını olumsuz etkilemektedir. AG destekli uygulamaların öğrenme sürecinde etkili olabilmesi için eğitimler tarafından uygun şekilde rehberlik yapılması gerekmektedir, aksi halde AG'nin öğretime etkisi ve öğrencilerin tutumları olumsuz etkilenebilir (İbili ve diğ., 2020).

1.3. Matematik ve geometri öğretiminde artırılmış gerçeklik teknolojisi

Matematik ve geometri öğretiminde AG teknolojisinin kullanımına yönelik pek çok çalışmaya rastlanmıştır. Farklı sınıf seviyelerindeki öğrencilerin katılımcı olduğu çalışmalarda ele alınan konular değişkenlik göstermektedir. Yapılan çalışmalarda araştırmacıların sonuçlarında benzerlikler olduğu gibi farklılıklarda bulunmaktadır.

Özdemir ve Özçakır (2019) kesirler konusunda AG destekli materyaller kullanmışlardır. Katılımcılarını 5. sınıf öğrencilerinin oluşturduğu çalışmalarında öğrencilerin akademik başarılarını ve matematik dersine karşı tutumlarını incelemişlerdir. Araştırma sonucunda AG teknolojilerinin öğrencilerin ders başarısını ve tutumunu olumlu etkilediğini belirtmişlerdir. Altıok (2020) simetri konusunda AG uygulamalarını kullanmanın 3. sınıf öğrencileri üzerindeki etkilerini incelemiştir. AG'nin öğrenci başarısını olumlu etkilediğini, öğrenme sürecini eğlenceli kıldığını, soyut ifadeleri somutlaştırdığını ve bireysel öğrenmeye katkı sunduğunu söylemiştir. Olumlu etkilerine değindiği gibi olumsuz etkilerine de vurgu yapmıştır. Bazı öğrencilerin AG uygulamalarını kullanmaktan çekindikleri için motivasyonun düştüğünü, bazı öğrencilerin ise gereğinden fazla istekli olması nedeniyle cihazı paylaşmak istememesi gibi durumların yaşandığını çalışmasının sonuçlarına yansıtmıştır. Schutera ve diğ. (2021) matematik öğretiminde artırılmış gerçekliğin potansiyelini araştırmıştır. AG desteği ile fiziksel görevlerin daha kolay öğrenildiği ve öğrencilerin birlikte çalışma yeteneklerinin teşvik edildiği sonucuna ulaşılmıştır. Sun ve Chen (2019) ilkökul öğrencilerinin geometri öğreniminde AG uygulamalarını kullanmanın etkisini incelemiştir. Öğrencilerin uzamsal becerilerinin gelişmesinde, öğrenme performanslarının artmasında ve konunun kavratılmasında AG'nin önemli etkisi olduğuna değinmiştir. Öğrencilerin daha az bilişsel çabayla öğrenme etkinliklerine daha aktif katılım gösterdiğini de belirtmiştir.

1.4. Problem Durumu

Alan yazın incelendiğinde matematik ve geometri öğretiminde AG teknolojisinin kullanımını araştıran çeşitli araştırmalar olduğu görülmektedir. Bu çalışmalarda AG'nin öğrencinin başarısına (Cai ve diğ., 2020), motivasyonuna (Chen, 2019), tutumuna, öğrenmede kalıcılığa (Gargrish ve diğ., 2021) ve çeşitli değişkenlere olumlu etkilerinden söz edilmektedir. Bu sonuçların aksine, bazı araştırmaların sonuçları da AG'nin akademik başarıya anlamlı etki etmediğini (Ozdemir ve diğ., 2018), uzamsal yeteneklere katkısı olmadığını (Gün & Atasoy, 2017), ders motivasyonunu yükseltmediğini hatta öğrenme sürecini olumsuz etkilediğini (İbili & Şahin, 2015) savunan görüşlere de rastlanmıştır. Bu durumun çelişkili bulgular oluşturması nedeniyle, bu çalışmada sistematik tarama yapılarak genel görünüm hakkında bilgi edinilmeye çalışılmıştır.

Yapılan araştırmalar sonucunda AG uygulamalarının daha çok fen alanında yoğunlaştığı (Timur & Özdemir, 2018) matematik derslerinde nadiren kullanıldığı (Schutera ve diğ., 2021) görülmüştür. Aydoğdu, (2021) çalışmasında Türkiye'de artırılmış gerçeklikle ilgili eğitim alanında yapılan lisansüstü tezleri incelemiş ve çalışmasında 76 tezin en çok fen alanında ve genel AG kullanımına yönelik olduğunu belirlemiş ve matematik alanında ise 5 çalışmaya rastlamıştır. Bu çalışmanın matematik ve geometri derslerinde AG kullanımını yaygınlaştırmak, alandaki eksikleri ve ihtiyaçları belirlemek için bu çalışmanın araştırmacılara katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu nedenle araştırmada aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

1. Makalelerin yayınlandığı yıllar nasıl dağılım göstermiştir?
2. Makalelerde tercih edilen yöntemler neler olmuştur?
3. Makalelerde sıklıkla kullanılan anahtar kelimeler nelerdir?
4. Makalelerin yapıldığı ülkeler nerelerdir? Dağılımları nasıldır?
5. Makalelerde hangi veri toplama araçları kullanılmıştır?
6. Makalelerde tercih edilen düzeyleri ve sınıf seviyeleri nelerdir?
7. Matematik ve geometri öğretiminde hangi konularda AG desteği kullanılmıştır?
8. AG destekli materyaller öğretimin hangi aşamasında kullanılmıştır?
9. Makalelerde incelenen değişkenler ve ulaşılan sonuçlar nelerdir?

2. Yöntem

2.1. Etik Kurul İzni

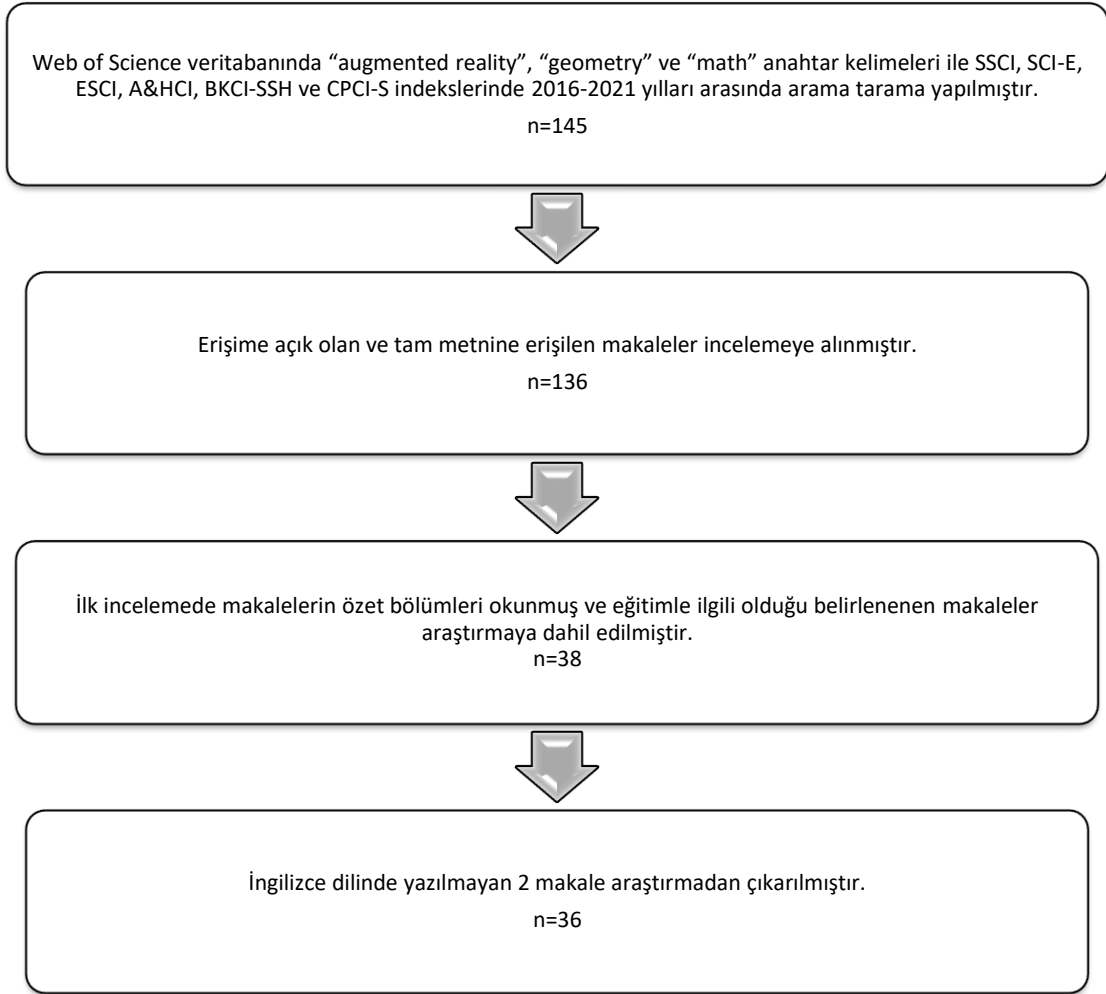
Bu araştırmanın verilerini erişime açık olan makaleler oluşturmaktadır. Bu nedenle araştırma için etik kurul iznine ihtiyaç duyulmamıştır.

2.2. Araştırmanın modeli

Bu çalışmada sistematik inceleme yapılarak nitel doküman analizi sunulmuştur. Araştırma konusuna yönelik 36 makale analiz edilmiştir. Araştırma sorularında yer alan makalelerin yılları, yöntemleri, anahtar kelimeleri, yapıldığı kıtalar, katılımcı düzeyleri, değişkenleri, sonuçları ve ele alınan konuları ölçüt olarak belirlenmiş ve makaleler bu ölçütlere göre incelenmiştir. Birbirleri ile ilişkili ve benzer olan araştırmalara yönelik genellenebilir sonuçlar ortaya koymak için doküman analizi tercih edilmektedir.

2.3. Verilerin Toplanması

Web of Science veritabanında "augmented reality", "geometry" ve "math" anahtar kelimeleri ile SSCI, SCI-E, ESCI, A&HCI, BKCI-SSH ve CPCI-S indekslerinde arama yapılmıştır. Listelenen makalelerden 2016 yılı sonrası ve 15.10.2021 tarihine kadar yayınlanan makaleler tercih edilmiştir. Yıl sınırlaması sonrasında 145 makalenin listelendiği görülmüştür. Makalelerden 9 tanesinin tam metnine erişilememiştir. Geriye kalan makalelerden 38 tanesinin eğitim ile ilgili olduğu tespit edilmiştir. İngilizce dilinde yazılmayan 2 makale araştırmaya dahil edilmemiştir. Geriye kalan 36 makale araştırmanın verilerini oluşturmuştur. Verilerin analizi için incelenen makalelerin seçimi şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Makalelerin seçim aşaması

Araştırmaya dâhil edilen 36 makalenin seçim aşamaları şekil 1’de detaylı olarak verilmiştir. İlk aşamada 145 makale listelenmiş ama 136 makaleye erişim sağlanmıştır. Makalelerin özet bölümleri incelendiğinde matematik ve geometri eğitimi alanı dışında farklı branşlara, nokta bulutu, şehir planlaması, mimarlık, sağlık, sahne geometrisi, projektör ve kamera sistemleri gibi çeşitli alanlara yönelik pek çok çalışmaya rastlanmıştır. Bu makaleler araştırma konusu dışında olduğu için araştırmaya dahil edilmemiştir. Almanca ve İspanyolca dilinde yazılan birer makalede araştırmadan çıkarılmıştır.

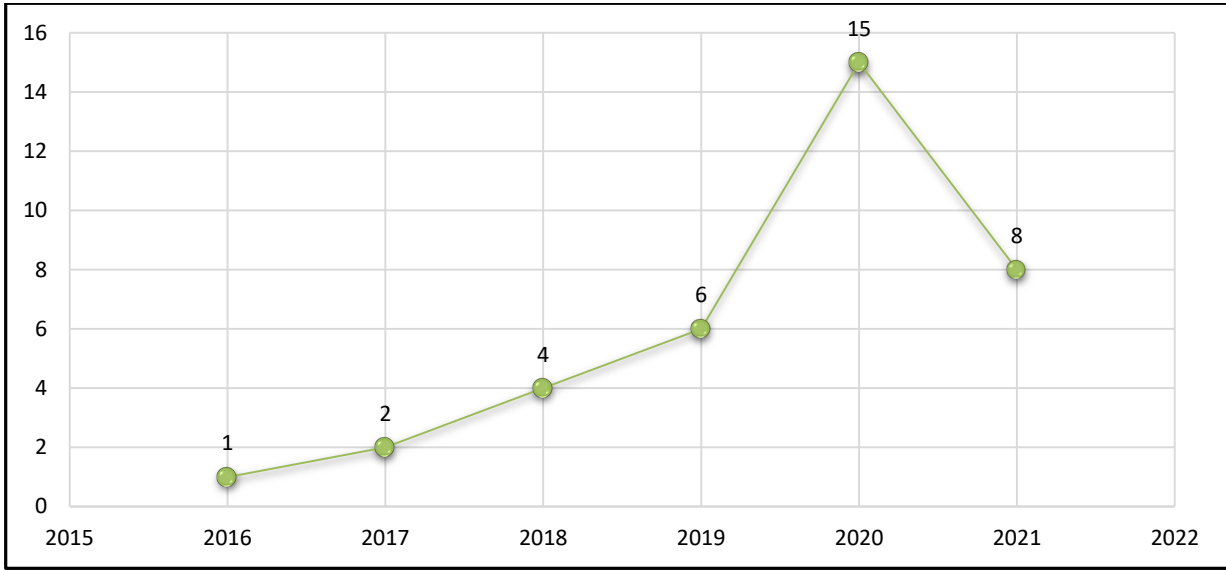
2.4. Verilerin analizi

Araştırmanın soruları göz önünde bulundurularak 36 makale analiz edilmiştir. Araştırma sorularına yanıt bulmak için ölçütler belirlenmiş ve bu ölçütlere göre Microsoft Excel programında form oluşturulmuş ve 36 makalenin incelenmesiyle elde edilen veriler bu forma işlenmiştir. Verilerin daha kolay ve net anlaşılabilir olması için grafikler ve görseller hazırlanmıştır. Bu işlemler için Microsoft Excel ve VOSviewer programlarından faydalanılmıştır. VosViewer yazılımı ile ağ verilerine bağlı görselleştirilmiş haritalar oluşturmak mümkündür (Demir ve Gedik, 2022).

3. Bulgular

Bu bölümde 36 makalenin incelenmesi sonucu ortaya çıkan veriler görsellerle ve grafiklerle desteklenerek sunulmuştur.

3.1. Makalenin yayınlandığı yıllar

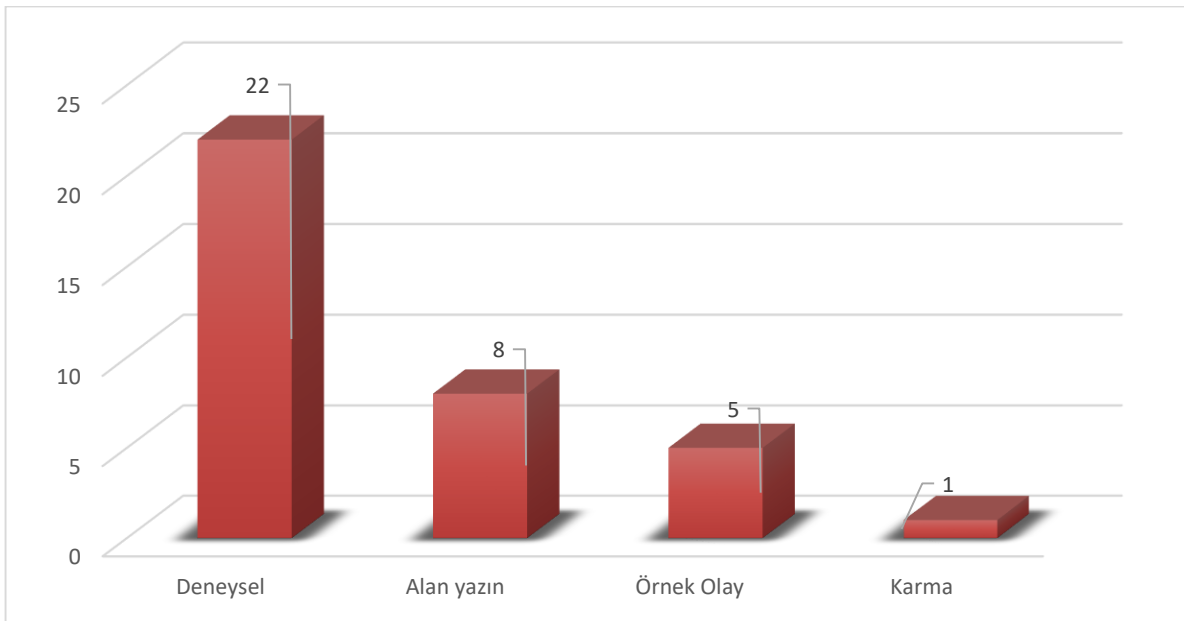


Şekil 2. Makalelerin yayınlandığı yıllara göre dağılımları

Şekil 2 incelendiğinde 15 makale ile en çok 2020 yılına ait yayına rastlandığı söylenebilir. Ancak araştırmanın verileri toplanırken 2021 ayının ekim ayına kadar olan makalelerin dahil edildiği bilinmektedir. Bu nedenle yılsonuna kadar daha çok çalışmanın yayınlanacağı tahmin edilmektedir. Genel veriler incelendiğinde ise yıllara göre araştırma konusuyla ilgili çalışmaların sayısında artış olduğu görülmektedir.

3.2. Makalelerin tercih edilen araştırma yöntemleri

Makaleler incelenirken farklı araştırma yöntemleri ile karşılaşılmıştır. Tercih edilen yöntemleri ve kullanılma sıklıklarını gösteren grafik Şekil 2’de görüldüğü gibidir.

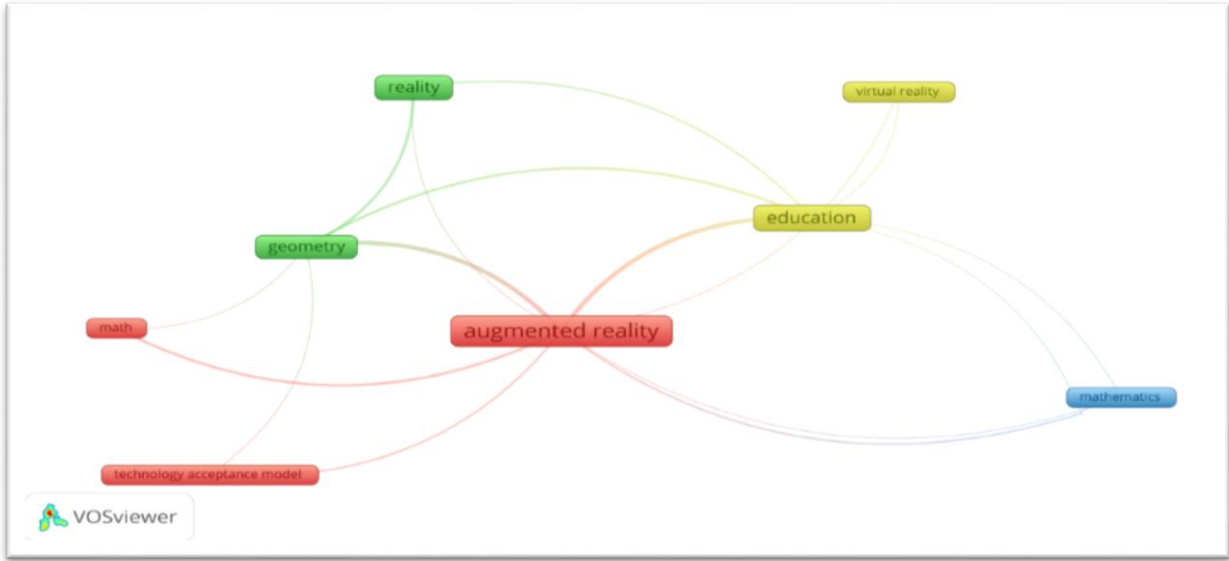


Şekil 3. Makalelerin araştırma yöntemleri ve kullanılma sıklığı

Şekil 3 incelendiğinde matematik ve geometri öğretiminde AG kullanımına yönelik çalışmalarda uygulamaya yönelik yöntemlerin daha çok tercih edildiği görülmüştür. Deneysel yöntem 22 makalede kullanılırken, 8 makalede alan yazın, 5 makalede örnek olay ve 1 makalede ise karma yöntemin uygulandığı tespit edilmiştir.

3.3. Makalelerde sıklıkla karşılaşılan anahtar kelimeler

Makalelerin analizi yapılırken karşılaşılan anahtar kelimelerden 3 ve daha fazla tekrarlanan anahtar kelimeler ile bu anahtar kelimeler arasındaki bağların detaylı verildiği görsel şekil 4'tedir.

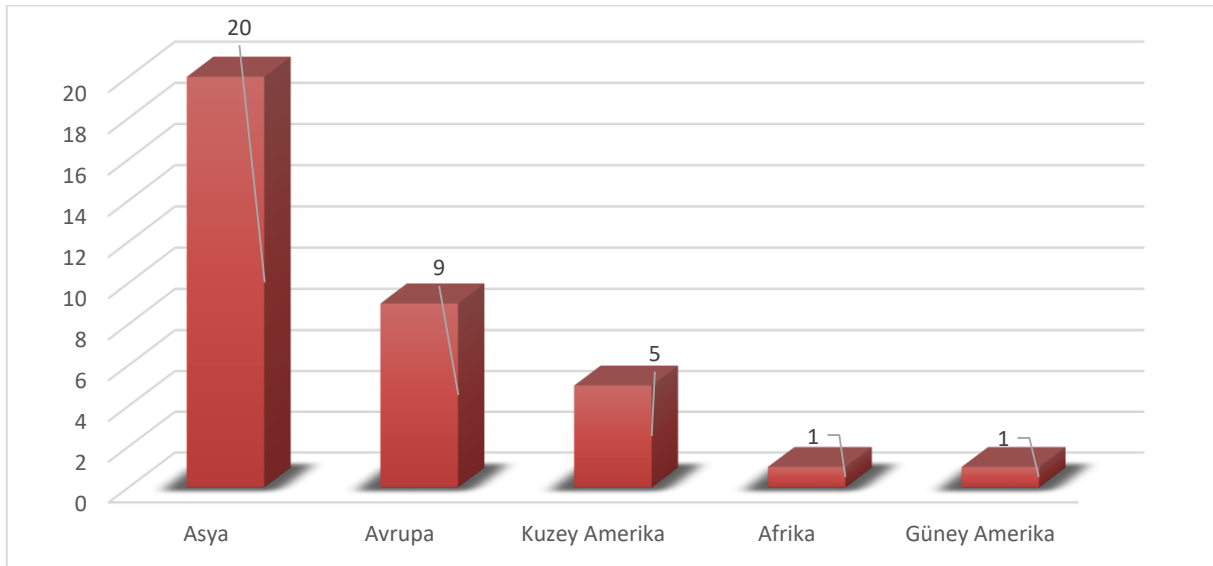


Şekil 4. Sıklıkla kullanılan anahtar kelimeler

Araştırmada sıklıkla rastlanan anahtar kelimeler “augmented reality” (artırılmış gerçeklik), “education” (eğitim), “geometry”, “reality”, “math”, “mathematics”, “virtual reality” (sanal gerçeklik), “tecnology acceptance model” (teknoloji kabul modeli) olmuştur (Şekil 3).

3.4. Makalelerin hazırlandığı kıtalar ve ülkeler

Değerlendirilen makalelerin hazırlandığı kıtalar ve ülkelerde incelenmiştir. Kıta isimleri ve karşılaşıma sıklığı şekil 4'te verilmiştir.



Şekil 45. Makalelerin kıtalara göre dağılımı

Şekil 5'te görüldüğü gibi farklı kıtalarda makale hazırlandığı görülmüştür. Asya kıtası 22 makale ile ilk sırada yer almaktadır. Avrupa ise 9 makale ile ikinci sıradadır. Kuzey Amerika'ya ait 5, Afrika ve güney Amerika kıtalarına ait ise birer makale olduğu belirlenmiştir. Ülkeler bazında elde edilen verilerin oluşturduğu görsel şekil 5'tedir.

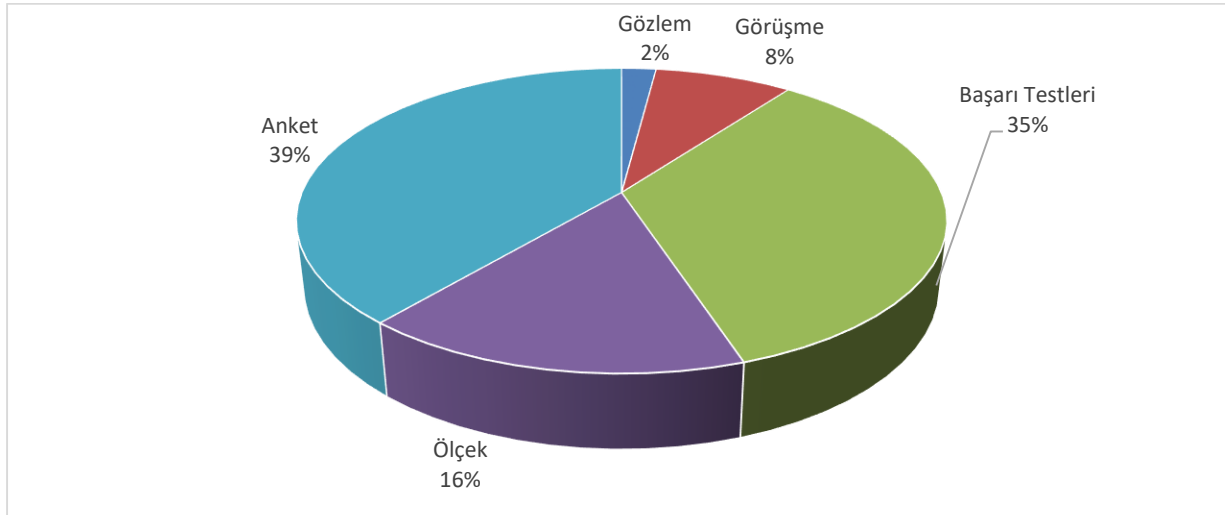


Şekil 6. Makalelerin ülkelere göre yoğunluğu

İncelenen makalelerin hazırlandığı ülkelere bakıldığında Asya kıtasında 7 makale ile Türkiye 1. sırada Tayvan 4 makale ile 2. sırada yer almaktadır. Avrupa'da 5 makale ile İspanya en çok makaleye sahiptir. Kuzey Amerika'da ise 3 makale ile Meksika ilk sıradadır.

3.5. Veri toplama araçları ve kullanım sıklıkları

Yapılan inceleme sonucunda farklı veri toplama araçlarının kullanıldığı görülmektedir. Tek veri toplama aracı kullanılan makaleler olduğu gibi birden fazla veri toplama aracının kullanıldığı makalelerde bulunmaktadır. Şekil 6'da karşılaşılan veri toplama araçları ve yoğunlukları verilmiştir.

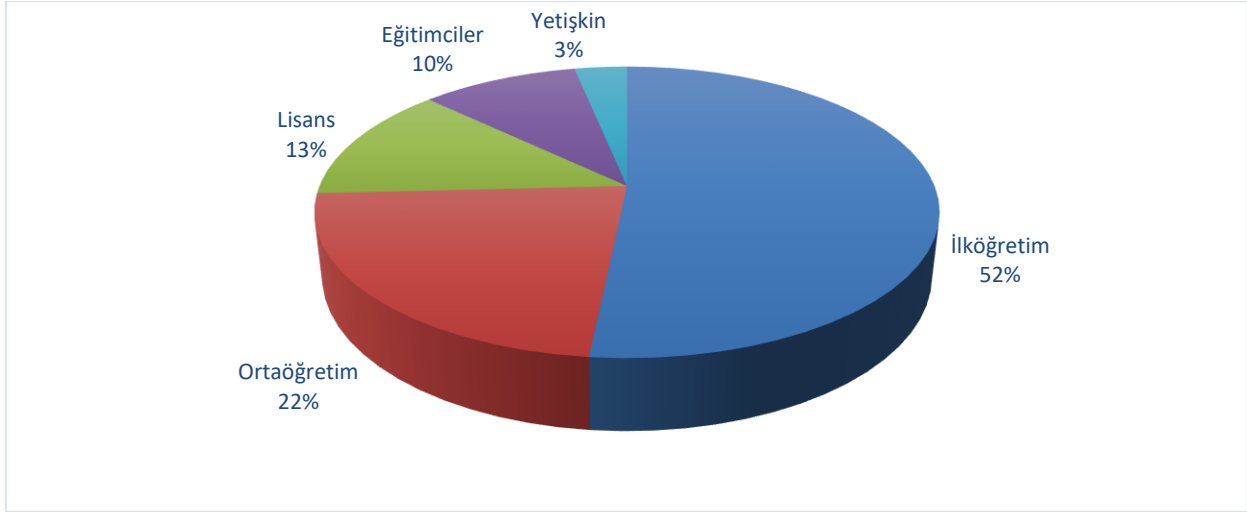


Şekil 7. Makalelerde karşılaşılan veri toplama araçları ve dağılımları

Şekil 7'de çeşitli veri toplama araçları bulunmaktadır. Anketlerin %39 oran ile 1. sırada olduğu bunu %35'lik oran ile başarı testlerinin takip ettiği söylenebilir. Ölçekler %16, görüşme %8 ve gözlem ise %2 orandadır.

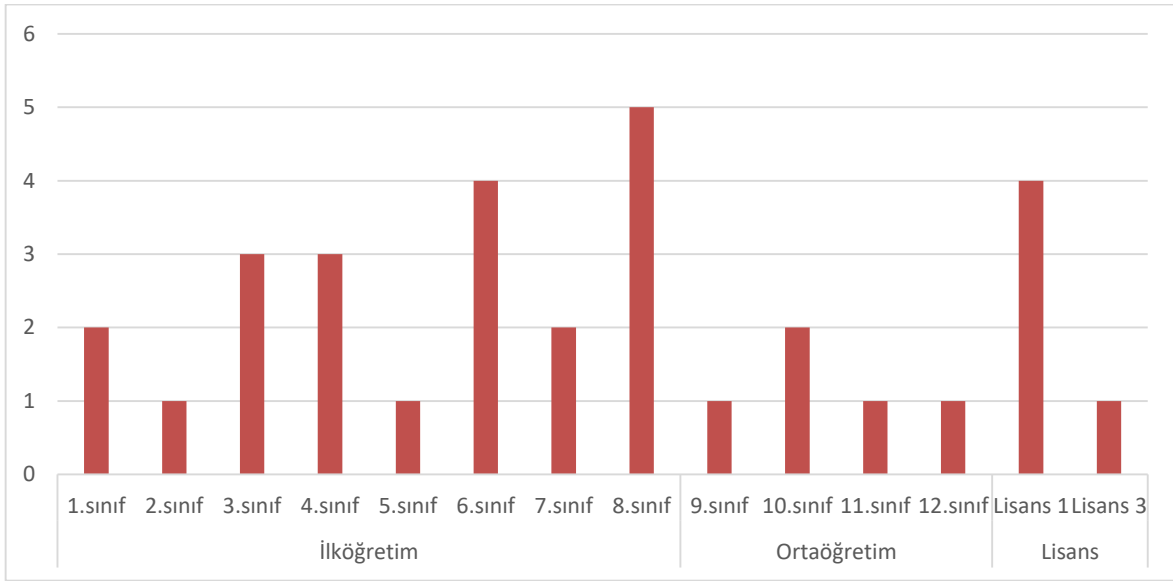
3.6. Makalelerdeki katılımcı seviyeleri

Araştırmada incelenen makalelerin 28 tanesinin katılımcılara yönelik yapıldığı belirlenmiştir. Katılımcıların seviyeleri ve yoğunlukları ise şekil 7'de görüldüğü gibidir.



Şekil 8. Katılımcı seviyeleri ve dağılımları

Şekil 8 incelendiğinde çalışmada eğitimcilerin, öğrencilerin ve yetişkinlerin katılımcı olarak seçildiği görülmektedir. İlköğretim öğrencileri %52 oran ile en çok tercih edilen katılımcılar olmuşlardır. Ortaöğretim öğrencileri %22, lisans öğrencileri %13, eğitimciler ise %10 oranında katılımcı olarak çalışmada yer almışlardır. Katılımcıların sınıf bazında dağılımları ise aşağıda verilmiştir.

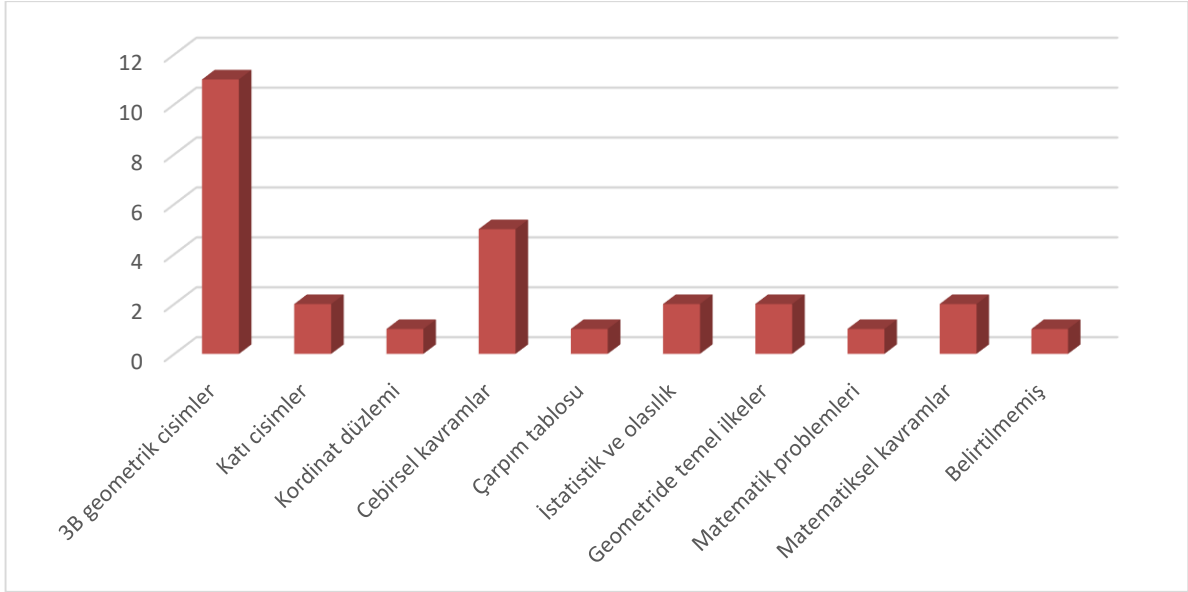


Şekil 9. Katılımcı öğrencilerin sınıf bazında dağılımları

Katılımcı olan öğrencilerin sınıf seviyelerinin dağılımı incelendiğinde 8. sınıfların 5 makalede, 6. sınıf ve lisans1 öğrencilerinin 4 makalede katılımcı olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 8). Katılımcıların 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin oluşturduğu 3'er makaleye rastlanmıştır. Ayrıca 1., 7. ve 10. sınıf öğrencileri ise 2'şer makalede katılımcı olmuşlardır. Genel olarak değerlendirildiğinde sınıf bazında çok büyük farklılıklar görülmemiştir.

3.7. AG uygulamalarının kullanıldığı matematik ve geometri konuları

Araştırmada matematik ve geometri derslerinin çeşitli konularında AG uygulamalarının kullanıldığı belirlenmiştir. Şekil 9'da bu konular ayrıntılı olarak verilmiştir.



Şekil 10. Makalelerde karşılaşılan AG destekli matematik ve geometri konuları

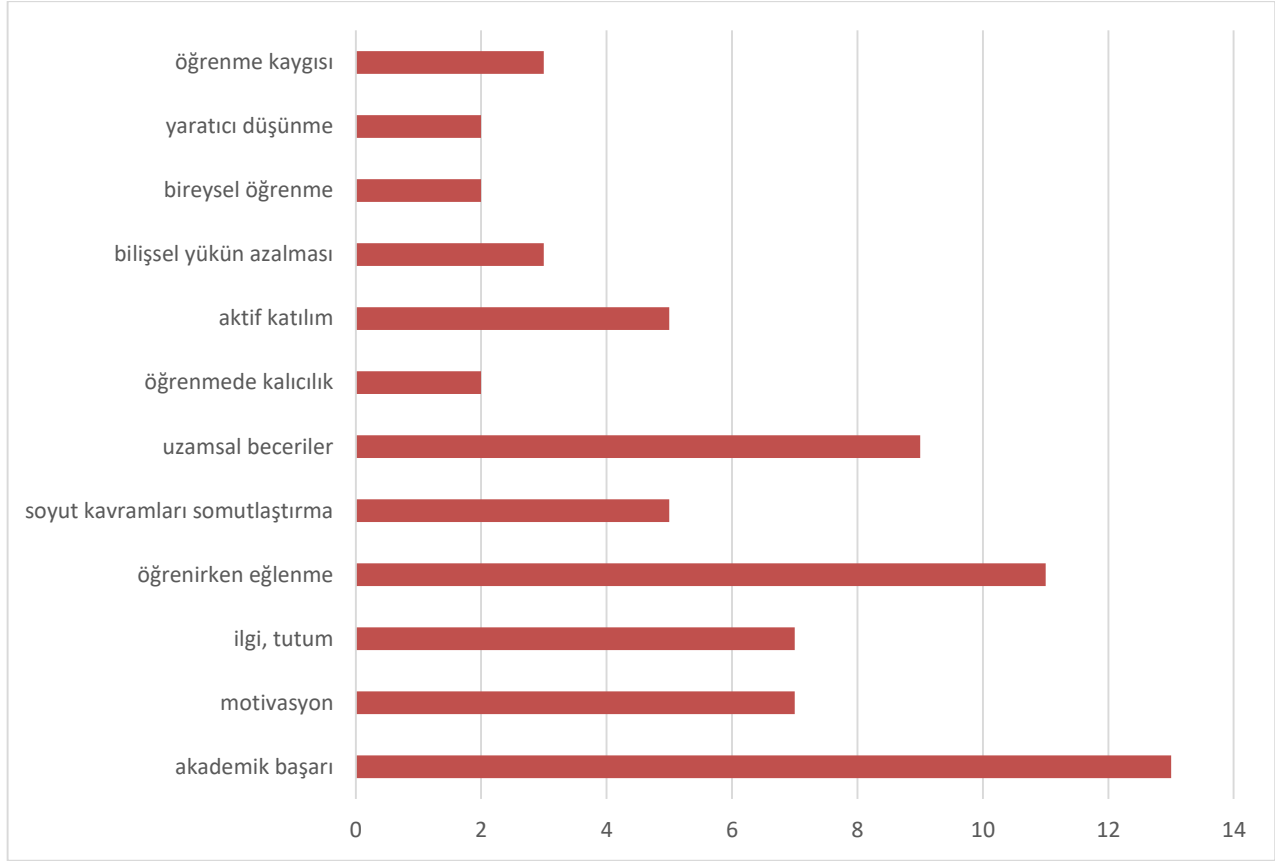
Şekil 10 incelendiğinde araştırmacıların matematik ve geometri alanında farklı konuları ele aldıkları görülmektedir. İncelemede 11 makale ile en çok 3B geometrik cisimlerin öğretilmesinde AG desteğinin kullanıldığı sonucu ortaya çıkmıştır. Cebirsel kavramlar konusuna yönelik 5 makale yayınlanmıştır. Katı cisimler, geometride temel ilkeler, istatistik olasılık ve matematiksel kavramlar konularına yönelik 2'şer makaleye rastlanmıştır.

3.8. AG destekli materyallerin kullanıldığı ortamlar

Bu bölümde AG destekli materyallerin öğrenmenin hangi aşamasında kullanıldığı araştırılmıştır. Araştırmada 28 makalenin belli bir katılımcı kitlesine yönelik ve uygulamaya dayalı olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışmaların 25 tanesinde AG materyallerinin derste, 2 tanesinde ders sonrasında evlerinde, 1 tanesinde ise ters yüz edilmiş sınıf ortamında kullandıkları tespit edilmiştir.

3.9. Araştırmacıların eriştiği sonuçlar ve önerileri

Makalelerde ulaşılan sonuçlar analiz edilmiştir. Araştırmacıların ele aldığı değişkenler göz önünde bulundurduğunda benzerlik gösteren sonuçlara ulaşılmıştır. Makalelerde incelenen değişkenler ve ulaşılan sonuçların yoğunlukları şekil 10'da detaylı olarak gösterilmiştir.



Şekil 11. Makalelerde ele alınan değişkenler ulaşılan sonuçlar

Araştırmadan elde edilen verilere bakıldığında 13 makalede AG teknolojisi kullanmanın akademik başarıyı arttırdığına, 11 makalede öğrenme ortamlarını eğlenceli kıldığına ve 9 makalede öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirdiğine yönelik sonuçlara ulaşılmıştır (Şekil 10). Katılımcıların derse yönelik ilgi, tutum ve motivasyonlarında artış olduğunu savunan 7’şer makaleye rastlanmıştır. Bunların dışında AG uygulamalarının soyut kavramları somutlaştırmaya ve derslerde aktif katılıma olumlu etkisine değinen 5’şer makale vardır. Ayrıca AG destekli öğrenme ortamlarının öğrenme kaygısında azalma, yaratıcı düşünme becerilerinde gelişime, bilişsel yükün azalmasına ve öğrenmede kalıcılık gibi olumlu pek çok etkileri olduğu söylenebilir.

4. Sonuçlar ve Tartışma

Bu makalede matematik ve geometri öğretiminde AG kullanımına yönelik hazırlanan makalelerin belli ölçütlere göre incelenmesi amaçlanmıştır. Teknolojinin hayatımızdaki yeri önem kazandıkça eğitimde teknoloji kullanımı da yaygınlaşmaktadır. Araştırmanın bulgularına bakıldığında 2016 sonrası ve 2021 yılının ekim ayına kadar yayınlanan makalelerde genel olarak yıllara göre artış olduğu tespit edilmiştir.

Araştırmada karşılaşılan yöntemler incelendiğinde 36 makalenin 22’sinde deneysel yöntemle rastlanmıştır. Akkuş ve Özhan (2017) eğitimde AG konulu 2011-2019 dönemine ait uluslararası yayınların içeriklerini analiz etmiştir. 77 makalenin incelendiği çalışmada %64,9 oranıyla en çok deneysel yöntemin seçildiğini belirtmiştir. Benzer bir çalışmada Sünger (2019) tarafından yapılmış olup, çalışmada konu ile ilgili en çok uygulamaya dayalı ve karma yöntemlerin kullanıldığı, desen olarak ise deneysel ve gömülü desenlerin daha çok tercih edildiği saptanmıştır. Eğitimde teknoloji kullanımına yönelik çalışmaların sonuçlarını daha net ortaya koyabilmek için deneysel yöntemin tercih edilmesi tahmin edilen ve alanyazın ile desteklenen bir sonuçtur.

Makalelerde ilköğretim, ortaöğretim, lisans öğrencileri, eğitimciler ve yetişkinler gibi çeşitli katılımcı düzeylerine rastlanmıştır. İlköğretim öğrencileri %52, ortaöğretim öğrencileri %22 orana sahiptir. Eğitimciler ise %10 oranında kalmıştır. Araştırma için daha çok öğrencilerin seçildiği eğitimcilere yönelik ise az sayıda çalışma olduğu söylenebilir. Aydoğdu (2021) çalışmasında katılımcıları incelediğinde sırasıyla

en çok ortaokul ve üniversite öğrencileri üzerinde araştırma yapıldığını belirtmiştir. Öğrenci bazında en az çalışmanın ise okul öncesi öğrencilerine ait olduğunu ifade etmiştir.

Kıtalar ve ülkeler arası sıralamada Asya kıtası 20 makale ile birinci sıradadır. Bunu 9 makale ile Avrupa kıtası takip etmiştir. Ülke bazında değerlendirildiğinde ise Türkiye 7, İspanya 5 makale ile ilk sıralarda yer almaktadır. Ülkemizde artırılmış gerçeklik teknolojilerinin kullanılmasında, teknolojinin eğitime entegrasyonunu sağlamak amacıyla geliştirilen FATİH Projesinin etkili olduğu düşünülmektedir. Veri toplamak için anketler, başarı testleri, ölçekler, görüşme ve gözlem gibi çeşitli veri toplama araçları kullanılmıştır. Dağılımlarına bakıldığında ise anketler %39 başarı testleri %35 oran ile en çok kullanılan araçlar olmuşlardır.

Makalelerin sonuçları ele alındığında yazarların daha çok AG'nin öğretime yönelik olumlu etkilerine vurgu yaptıkları belirlenmiştir. Öğrenci motivasyonuna, akademik başarıya, işbirlikçi öğrenmeye, soyut kavramları somutlaştırmaya katkılarından ve öğrenme ortamlarının eğlenceli hale getirilmesinden bahsedilmiştir. Quintero ve diğ. (2019) AG'nin başlıca avantajlarının motivasyonu arttırmak ve etkileşimi kolaylaştırmak olduğunu vurgulamışlardır. Ayrıca özel öğretim öğrencilerinin ilgisini çekmesi, öğrenme sürecindeki verimliliği arttırması, öğrenci dikkatini güçlendirmesi, bilişsel becerilerin gelişmesi ve öğrenme sürecinden keyif alma gibi olumlu etkilerine de değinmişlerdir.

AG'nin öğrenme ortamlarında kullanılmasında eğitimcilerin teknolojiye karşı tutumlarının önemli etkisi olduğu düşünülmektedir. Öğretmenlerin AG uygulamalarını bilmemeleri ve okullarda araştırmacı ve sorgulayıcı yaklaşıma dayalı yöntem ve teknikler kullanabilecekleri ortamların bulunmaması AG'nin eğitimde yaygınlaşmasını olumsuz etkilemektedir (Timur ve Özdemir, 2018). Öğrenme ortamlarında teknik altyapı desteğinin arttırılması, öğretmenlere yönelik eğitimlerin verilmesi ve AG uyumlu içeriklerin zenginleştirilip eğitimcilere kullanım izni verilmesi AG'nin eğitimde daha çok kullanılacağını düşündürmektedir.

5. Sınırlılıklar

Bu makalenin verilerini Web of Science veri tabanından erişilen ve 2016-2021 yılları arasında yayınlanan makaleler oluşturmaktadır. Matematik ve geometri öğretiminde AG kullanımını yaygınlaştırmak için mevcut çalışmada kısıtlı alanlara yönelik makaleler incelenmiştir.

6. Öneriler

AG'nin daha etkili kullanılmasında ve yaygınlaştırılmasında teknik konuların önemli olduğu bilinmektedir. Gelecekte eğitim ortamlarında kullanılan AG uygulamalarını detaylı araştıran bir araştırma yapılabilir. Eğitimcilere yönelik yapılan araştırma sayısının az olduğu bulgularına yansımıştır. Bu nedenle eğitimcilere yönelik daha fazla çalışma yapılması tavsiye edilmektedir.

Kaynaklar

- Akkuş, İ., & Özhan, U. (2017). Matematik ve geometri eğitiminde artırılmış gerçeklik uygulamaları. *İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(8), 19–34. <https://doi.org/10.29129/inujgse.358421>
- Altıok, S. (2020). Artırılmış gerçeklik destekli simetri öğretiminin ilkökul öğrencilerinin akademik başarılarına etkileri ve öğrenci görüşleri. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 10(1), 177–200.
- Aydoğdu, F. (2021). Türkiye’de artırılmış gerçeklikle ilgili eğitim alanında yapılan lisansüstü tezlerin incelenmesi. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 11(2).
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385. <https://doi.org/10.1162/pres.1997.6.4.355>
- Cai, S., Liu, E., Shen, Y., Liu, C., Li, S., & Shen, Y. (2020). Probability learning in mathematics using augmented reality: impact on student’s learning gains and attitudes. *Interactive Learning Environments*, 28(5), 560–573. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1696839>
- Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., & Ivkovic, M. (2011). Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimedia Tools and Applications*, 51(1), 341–377. <https://doi.org/10.1007/s11042-010-0660-6>
- Chen, Y. C. (2019). Effect of mobile augmented reality on learning performance, motivation, and math anxiety in a math course. *Journal of Educational Computing Research*, 57(7), 1695–1722. <https://doi.org/10.1177/0735633119854036>
- Demir, Y. E., & Gedik, M. (2022). Engelli kavramı ile ilgili akademik yayınların VOSviewer ile bibliyometrik analizi. *Toplumsal Politika Dergisi*, 3(1), 12–25.
- Gargrish, S., Kaur, D. P., Mantri, A., Singh, G., & Sharma, B. (2021). Measuring effectiveness of augmented reality-based geometry learning assistant on memory retention abilities of the students in 3D geometry. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(6), 1811–1824. <https://doi.org/10.1002/cae.22424>
- Gün, E. T., & Atasoy, B. (2017). The effects of augmented reality on elementary school students’ spatial ability and academic achievement. *Eğitim ve Bilim*, 42(191), 31–51. <https://doi.org/10.15390/EB.2017.7140>
- İbili, E., Çat, M., Resnyansky, D., Şahin, S., & Billinghamurst, M. (2020). An assessment of geometry teaching supported with augmented reality teaching materials to enhance students’ 3D geometry thinking skills. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 51(2), 224–246. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1583382>
- İbili, E., & Şahin, S. (2015). Geometri öğretiminde artırılmış gerçeklik kullanımının öğrencilerin bilgisayara yönelik tutumlarına ve bilgisayar öz-yeterlilik algılarına etkisinin incelenmesi. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(1), 332–350. <https://doi.org/10.17522/nefmed.84518>
- Işık, A., Çiltaş, A., & Bekdemir, M. (2010). Matematik eğitiminin gerekliliği ve önemi. *Atatürk Üniversitesi Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 17, 174–184.
- Kırnap Dönmez, S. M., & Dede, Y. (2020). Ortaöğretime geçiş sınavları matematik sorularının(2016,2017 ve 2018 yılları) matematiksel yeterlikler açısından incelenmesi. *Başkent University Journal of Education*, 7(2), 363–374.
- Mailizar, & Johar, R. (2021). Examining students’ intention to use augmented reality in a project-based geometry learning environment. *International Journal of Instruction*, 14(2), 773–790. <https://doi.org/10.29333/iji.2021.14243a>
- Ölçüoğlu, R., & Çetin, S. (2016). TIMSS 2011 sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik başarısını etkileyen değişkenlerin bölgelere göre incelenmesi. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, 7(1), 202–220. <https://doi.org/10.21031/epod.34424>
- Özdemir, D., & Özçakır, B. (2019). An analysis of the effects of augmented reality activities in teaching fractions on 5th grade students’ math achievement and attitudes. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 9(1), 21–41. <https://doi.org/10.17984/adyuebd.495731>
- Ozdemir, M., Sahin, C., Arcagok, S., & Demir, M. K. (2018). Öğrenme sürecinde artırılmış gerçeklik uygulamalarının etkililiği: Bir meta-analiz çalışması. *Eğitim Araştırmaları - Eurasian Journal of Educational Research*, 2018(74), 165–186. <https://doi.org/10.14689/ejer.2018.74.9>
- Quintero, J., Baldiris, S., Rubira, R., Cerón, J., & Velez, G. (2019). Augmented reality in educational inclusion. A systematic review on the last decade. *Frontiers in Psychology*, 10(AUG), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01835>
- Sapazhanov, Y., Orynassar, A., Kadyrov, S., & Sydykhov, B. (2020). Factors affecting mathematics achievement in central asian specialized universities. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(19), 143–153. <https://doi.org/10.3991/ijet.v15i19.15629>
- Sarier, Y. (2020). TIMSS uygulamalarında Türkiye ’ nin performansı ve akademik başarıyı yordayan değişkenler. *Temel Eğitim Dergisi / Journal of Primary Education*, 2(2), 6–27.
- Schutera, S., Schnierle, M., Wu, M., Pertz, T., Seybold, J., Bauer, P., Teutscher, D., Raedle, M., Heß-Mohr, N., Röck, S., &

- Krause, M. J. (2021). On the potential of augmented reality for mathematics teaching with the application cleARmaths. *Education Sciences*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/educsci11080368>
- Seferoğlu, S. S., & Tutulmaz, M. (2017). Artırılmış gerçeklik teknolojilerinin sınıfta kullanmalarıyla ilgili bir inceleme. *ICITS 2017 Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu*. Malatya, Türkiye.
- Suan, J. S. (2014). Factors affecting underachievement in mathematics. *Global Summit on Education, 2014*(March), 4–5. [http://worldconferences.net/proceedings/gse2014/toc/papers_gse2014/G_010 - JOEFEL_Factors Affecting Underachievement in Mathematics_read.pdf](http://worldconferences.net/proceedings/gse2014/toc/papers_gse2014/G_010_JOEFEL_Factors_Affecting_Underachievement_in_Mathematics_read.pdf)
- Sun, K. T., & Chen, M. H. (2019). Utilizing free augmented reality app for learning geometry at elementary school in Taiwan: Take volumetric measurement of compound body for example. *International Journal of Distance Education Technologies*, 17(4), 36–53. <https://doi.org/10.4018/IJDET.2019100103>
- Sünger, İ. (2019). *Artırılmış gerçeklik kavramı üzerine içerik analizi çalışması* [Yayınlanmamış yüksek lisans tezi]. Balıkesir Üniversitesi
- Timur, B., & Özdemir, M. (2018). Fen eğitiminde artırılmış gerçeklik ortamlarının kullanımına ilişkin öğretmen görüşleri. *International Journal of Turkish Education Sciences*, 6(10), 62–75. <https://dergipark.org.tr/goputeb/issue/36631/354239>

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazarların çalışmanın tümüne olan katkısı eşittir.