

**Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Geometri Öğretiminde Kullanılmasına  
Yönelik Yapılmış Çalışmaların Meta-Tematik Analizi**  
**A Meta-Thematic Analysis of Studies on the Use of Augmented Reality Applications in  
Geometry Teaching**

Sedanur YILDIZ<sup>a</sup>, Şenel ELALDI<sup>b</sup>

**Article Info/Makale Bilgi**

Received/Alındı: 29/04/2023  
Revised/Düzeltildi: 17/05/2023  
Accepted/Kabul edildi:  
06/06/2023

**Anahtar kelimeler:**

Geometri, artırılmış gerçeklik,  
meta-tematik analiz

**Keywords:**

Geometry, augmented reality,  
meta-thematic analysis

**ÖZ**

Bu çalışmada Türkiye’de Artırılmış Gerçeklik (AG) uygulamalarının geometri öğretiminde kullanılmasındaki etkililiğinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda nitel boyutta yapılan çalışmalar araştırmacılar tarafından belirlenen dâhil etme kriterleri doğrultusunda incelenmiştir. Bu kriterlere göre kalan 26 çalışma meta-tematik analize dâhil edilmiştir. Meta-tematik analizi sonucunda “Geometride AG’nin eğitim ortamına sağladığı katkılar” ve “Geometride AG’nin sınırlılıkları” temaları altında kodlar oluştuğu görülmüştür. Bu tema ve kodlar ayrı ayrı yorumlanmıştır. Ayrıca kodların alındığı kaynaklardan doğrudan alıntılara yer verilerek ilgili tema ve kodların sunumu desteklenmiştir. AG uygulamalarının geometri öğretimine sağladığı katkılar arasında öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal öğrenmelerine olumlu yönde etkisinin olması; sınırlılıkları arasında ise öğrencilerin materyal kullanımı sırasında sorun ve anlaşmazlıklar yaşaması, dikkat dağınıklığı gibi sorunlar çalışmadaki bulgular arasında yer almaktadır. Eğitimde teknolojik uygulamalara daha çok yer verilerek öğrencilerin motivasyonunun artırılması, kalıcı öğrenmelerin sağlanması gerekmektedir. Bu doğrultuda geometri öğretiminde dijital araç gereçlere daha çok yer verilmesi, AG etkinliklerine yer veren daha fazla deneysel ve nitel çalışmalar yapılması önerilir.

**ABSTRACT**

This study aimed to determine the effectiveness of Augmented Reality (AR) applications in the use of geometry teaching in Turkey. Qualitative studies according to inclusion criteria were examined and 26 studies were included in the meta-thematic analysis. The emergent codes were formed under the themes of "positive aspects of AR in geometry" and "limitations of AR in geometry". Direct quotations from the sources were included regarding the relevant themes and codes. According to the results, besides the positive effects on students' cognitive and affective learning, AR applications also have limitations such as problems and disagreements students experienced during the use of materials, and distraction. It is necessary to increase the motivation of students by giving more place to technological applications in education and to ensure permanent learning. It is suggested that more digital tools be included in geometry teaching and more experimental and qualitative studies including AR be carried out.

<sup>a</sup> Cumhuriyet Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, yildizsedanur00@gmail.com, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8013-1286>

<sup>b</sup> Cumhuriyet Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Bölümü, selaldi@cumhuriyet.edu.tr, ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0780-4207>



## Giriş

Görsel içeriğin zengin olması, öğrencilerin öğrenme becerileri göz önünde bulundurulduğu takdirde öğretimi kalıcı ve etkili hale getiren önemli bir faktördür (Mayer, 2003). Günümüzde, öğrencilerin teknolojik araç gereçlerle iç içe olduğu ve görsel materyallerin her alanda kullanıldığı açıkça görülmektedir. Bundan dolayı öğretimde kullanılan araç gereç ve materyaller çeşitli video, ses, animasyonlarla öğretim daha eğlenceli ve kalıcı hale getirilerek verimli öğrenme meydana getirmektedir (Demirel ve Yağcı, 2006). Çağımızda hızlı teknolojik gelişmeler sebebiyle eğitim öğretimde kullanılacak materyallere her geçen gün yenisi eklenmektedir (Kutluca ve Birgin, 2007). Artık çağımızda birbirinden farklı öğretim tekniği ile ders işlemenin beraberinde gelişen teknoloji sonucunda ortaya çıkan dijital materyallerin de öğretimde kullanılması kaçınılmaz olmuştur (Seferoğlu, 2006). Özellikle fen bilgisi, geometri ve matematik gibi uygulamalı derslerin öğretiminde dijital araç gereçler daha kullanılabilir boyutlara ulaşmıştır (Akkuş ve Özhan, 2017).

Uygulamalı derslerin öğretiminde kullanılan dijital materyallerden birisi de Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisidir. Bu kavramın en genel tanımı gerçek dünya nesnelere dışında dijital ürünlerin kullanıldığı gerçeklik ortamını kapsar (Milgram ve Kishino, 1994). AG nesne veya sanal materyallerin gerçek ortamda etkileşimli bir şekilde sunulmasıdır. Başka bir ifadeyle, AG sanal ve gerçek dünya arasında etkileşimli ortam oluşturur. AG teknolojisi ilk olarak 1962 yılında Morton Heilig'in Sensorama isimli çalışmasında geçmektedir (Azuma, 1997). Caudell ve Mizell'e (1992) göre AG kavramı, bilgi teknolojilerinde basit bir uygulamayı gösteren sistem üretiminde kavramın kanıtı olarak kullanılmıştır. İlk kez tasarımını Tom Caudell ve David Mizell'in yaptığı program sayesinde teknikerlere elektrik kablolarının düzenlenmesinde yardımcı olmuştur (Caudell ve Mizell, 1992). AG kavramının altyapısı olan bu uygulama eğitim amaçlı kullanılması ile de önemli rol oynamaktadır (Arıcan ve Özçakır, 2021). AG uygulamalarının öğretimde sunduğu fırsatlar eğitimciler tarafından kabul görmektedir (Baki, Kösa ve Karakuş, 2008; Duh ve Klopfer, 2013; Gün ve Atasoy, 2017; İftene ve Trandabat, 2018; Tutak Türkoğlan ve Birgin, 2009). Gerçek ortam ve sanal nesnelere birlikte olmasıyla karmaşık soyut olan kavramların öğrenciler tarafından anlaşılmasına yardımcı olmaktadır (Arvanitis vd., 2007). Alanyazındaki çalışmalar incelendiğinde (Accascina ve Rogora 2006; Gülburnu, 2013; Gürbüz ve Gülburnu, 2013; Kalay, 2015; Kösa, 2011) geometri öğretiminde yaşanan sorunların temel sebepleri, öğrencilerin geometrik cisimlerin boyutlarını algılamada sıkıntı yaşaması ve görünüşlerini anlamada güçlük çekmesi olarak belirtilmiştir.

Geometri öğretiminin temel amacı öğrencilerin uzamsal becerilerini üç boyutlu şekiller ve çeşitli gösterimlerle geliştirmektir (Ben-Chaim, Lappan ve Houang, 1989; Kurtuluş ve Yolcu, 2013; Tutak, 2008). Etkili bir geometri öğretimi çizimleri ve geometrik formülleri öğrencilere iletmek değil, öğrencilere görsel yetenekleri ve üç boyutlu şekilleri anlamlı öğrenmeler yolu ile kazandırmaktır (Kesici, Erdoğan ve Özteke, 2011; Yıldız ve Tüzün, 2011).

Geometri öğretimi, öğrencilerin şekilleri zihinlerinde üç boyutlu canlandırmasını sağlayarak uzamsal düşünme becerisini geliştirip anlamasını kolaylaştırarak çıkarımda bulunmasını sağlamalıdır (Baltacı ve Yıldız, 2015; Gürbüz ve Gülburnu, 2013; Kalay, 2015). Bu amaca yönelik yapılan çalışmalarda geometride üç boyutlu konularda anlamlı öğrenmeler gerçekleştirilemeden ders döneminin bittiği gözlemlenmiştir (Arıcan ve Özçakır, 2021; Katona 2008; Kösa 2011). Bunun sağlanabilmesi için de geometri öğretimi ile ilgili yapılan çalışmalarda teknolojik materyallerden faydalanılabileceği düşünülmüştür. Günümüzde dijital teknoloji materyallerinin öğrencilere daha çok hitap etmesi nedeniyle bu materyallerin öğrenme ortamlarında kullanılması dersleri hem daha eğlenceli hale getirmekte hem de öğrencilerin ilgi ve ihtiyaçları göz önünde tutulmasını sağlayarak öğrenmenin kalıcılığını sağlamaktadır (Abdüsselam, 2006; Erdoğan, 2010; Kurtuluş ve Uygan, 2010; Mutluoğlu ve Erdoğan, 2016; Özçakır, 2017). Bu sebeple teknolojik gelişmeler sonucunda ortaya çıkan materyallerden biri olan AG uygulamalarının geometri öğretiminde kullanılması ile ilgili çalışmalar oldukça önemlidir. AG uygulamalarının geometri öğretiminde kullanılması ile ilgili alanyazında sınırlı çalışmalara rastlanmaktadır (Gecü Parmaksız, 2017; İbili, 2013; İbili ve Şahin, 2013; İbili ve Şahin, 2015; Önal, İbili ve Çalışkan, 2017; Şimşek, 2012; Topraklıkoğlu, 2018; Tosik Gün ve Atasoy, 2017). İbili'ye (2013) göre AG ile yapılan geometri öğretimi ile öğrencilerin matematik ve geometriye yönelik olumsuz tutumlarının olumlu yönde değiştiğine, korku ve endişelerinin azaltılmasında destek sağladığı bilgilerine ulaşılmıştır. Fakat olumlu tutuma sahip öğrenciler üzerinde herhangi bir anlamlı farklılık gözlenmemiştir. Topraklıkoğlu'na (2018) göre öğrencilerle yapılan görüşmeler sonucunda AG uygulamalarının yer aldığı etkinliklerle dersin eğlenceli geçtiği, derse karşı ilgi ve motivasyonların arttığı bu sebeple AG uygulamalarının daha sık ve farklı dersler için de kullanılması gerektiği belirtilmiştir. ARGE3D geometri kitabı yazılımının tasarlanması ve geliştirilmesine yönelik İbili ve Şahin (2013) çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada ise tasarlanan yazılım sayesinde öğrenilmesi güç olan geometri konularının öğrenciler tarafından anlaşılmasını kolaylaştırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışma bağlamında elde edilen sonuçlara göre İbili ve Şahin (2015) ARGE3D ile desteklenen geometri öğretimini çalışmalarında ele almışlar; bu çalışma sonucunda öğrencilere yapılan deney öncesi ve sonrasında bilgisayar öz yeterlilik algılarında herhangi bir değişikliğe rastlamamışlardır. Ayrıca öğrencilerin bilgisayara yönelik tutumlarında da bir farklılaşma olmamıştır. Gecü Parmaksız (2017) AG uygulamalarını, okul öncesi çocuklara geometrik şekillerin öğretilmesinde ve uzamsal becerilerin geliştirilmesinde, geleneksel teknikler ile karşılaştırdığı çalışmada bu uygulamaların çocukların başarı puanları üzerinde olumlu etki bıraktığını; çocukların yanı sıra velilerin ve öğretmenlerin de AG uygulamalarına yönelik olumlu düşüncelere sahip olduklarını ortaya çıkarmıştır.

Sonuç olarak teknolojik her gelişme geometri alanını da yakından ilgilendirmektedir. Geometri eğitiminin temel amacı öğrencinin çevresini daha gerçekçi biçimde tanıyıp değerlendirmesini ve analiz etmesini kolaylaştırmak, uzamsal düşünme becerisini geliştirmektir

(Özçakır, 2017; Yolcu ve Kurtuluş, 2010). AG uygulamalarının geometri öğretiminde kullanımı öğrencilerin akademik başarılarını (Abdüselam ve Karal, 2012; Gülburnu, 2013; Gün, 2014; Gün ve Atasoy, 2017; Şimşek, 2012) ve derslere olan ilgilerini artırmakta (Bower vd., 2014; Chen, 2006; İbili, 2013; İbili ve Şahin, 2015; Küçük, Yılmaz ve Göktaş, 2014; Ivanova ve Ivanov, 2011; Tutak, 2008; Yurt ve Sünbül, 2012); dersin işlenişini eğlenceli hale getirmekte ve öğrenmeyi kolaylaştırmaktadır (Gün, 2014; Kurtuluş ve Yolcu, 2013; Toptaş, Çelik ve Karaca, 2012).

Bütün bu açıklamalar doğrultusunda geometride AG kullanımı amacına uygun olarak önemli katkı sağlamasına rağmen bu alanda yapılmış yeterince çalışmalar olmadığı dikkat çekmiştir. Bu bağlamda hem deneysel hem de nitel daha fazla çalışmalara ihtiyaç duyulduğu ortaya çıkmıştır. Dolayısıyla alana katkı sağlayacağı düşünülen bu çalışma kapsamında yapılan nitel boyutlu çalışmaların sentezlenmesi amaçlanmış ve bu amaç doğrultusunda aşağıda sunulan alt problemlere cevap aranmıştır.

1) Geometri öğretiminde AG uygulamalarının eğitim ortamına sağladığı katkılar nelerdir?

2) Geometri öğretiminde AG uygulamalarının sınırlılıkları nelerdir?

### **Yöntem**

Bu araştırmada Türkiye’de AG uygulamalarının geometri öğretiminde kullanılmasındaki etkililiğinin belirlenmesi amacı ile nitel boyutta bulunan çalışmalar incelenmiş olup bu çalışmaların meta-tematik analizi yapılmıştır. Nitel veriler meta-tematik analiz çerçevesinde incelenmiştir. Meta-tematik analizde doküman inceleme ile bilgiler elde edilmiştir. Doküman inceleme, hedeflenen araştırma konularındaki bilgi içeren yazılı materyallerin analiz edilmesi şeklinde açıklanmaktadır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Elde edilen bilgiler doğrultusunda yeni tema ve kodlar oluşturulmuştur. Yeni elde edilen tema ve kodlar ile araştırma ile ilgili daha genel ve kapsamlı sonuçlar elde edilmiştir. Meta-tematik analiz, doküman incelemesine dayalı daha önce belirlenmiş bir konu ile ilgili ulaşılan nitel boyutlu çalışmalarda yer alan katılımcı görüşlerinin tekrar analiz edilmesi ve yeniden tema ve kodlar çıkarılmasına yönelik bir analiz çeşidi olarak açıklanabilir (Batdı, 2020).

### **Araştırmaya Dahil Edilen Çalışmalar**

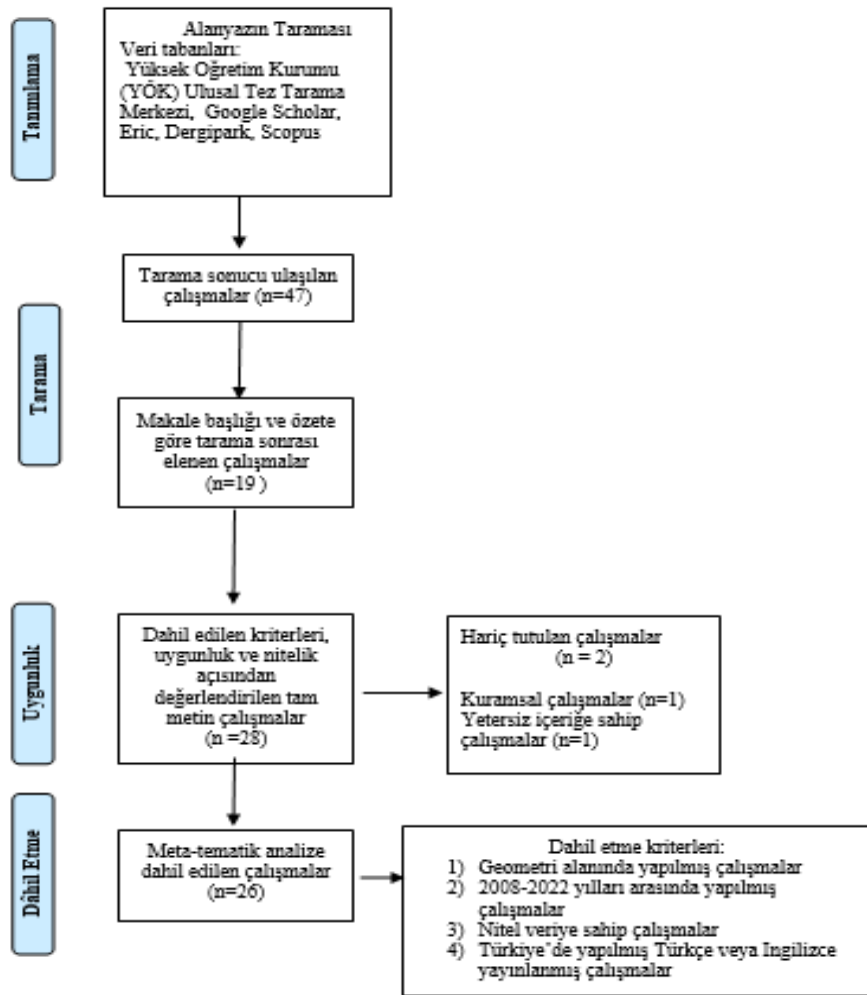
Meta-tematik analiz kapsamında AG uygulamalarının geometri öğretiminde kullanılması hakkında yapılan çalışmalar araştırılmıştır. Bu amaç kapsamında AG uygulamalarının geometri öğretiminde kullanılmasına yönelik nitel boyuta sahip çalışmalar Yüksek Öğretim Kurumu (YÖK) Ulusal Tez Tara Merkezi, Google Scholar, Eric, Dergipark ve Scopus veri tabanları kullanılarak incelenmiştir (Bkz Şekil 1). Yapılan taramalarda Türkçe ve İngilizce “Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları, Geometri eğitimi, Geometri öğretiminde AG” gibi kavramlar anahtar kelime olarak kullanılarak tarama yapılmıştır. Amaçlı örnekleme

yöntemlerinden ölçüt örnekleme göre araştırmacılar tarafından hazırlanan kriterler doğrultusunda çalışmalar incelenmiştir. Ölçüt örnekleme bazı özelliklere sahip ölçütlerin belirlenmesini sağlar. Bu ölçütler daha önceden hazırlanmış olabilir ya da araştırmacı tarafından da oluşturulabilir (Gay, Mills ve Airasian, 2006; Yıldırım ve Şimşek, 2013). Araştırma genelinde belirlenen bu ölçütler:

- Geometri alanında yapılmış çalışmalar
- 2008-2022 yıl aralığında yapılmış çalışmalar
- Nitel veriye sahip çalışmalar
- Türkiye’de yapılmış Türkçe veya İngilizce yayınlanmış çalışmalar şeklinde belirlenmiştir.

Aşağıda Şekil 1’de yer alan Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman ve Prisma Group (2009) tarafından geliştirilen PRISMA akış şemasına uygun olarak veriler toplanmıştır.

**Şekil 1.** Meta-Tematik Analize Dahil Edilen Çalışmaların Prisma Akış Şeması



Şekil 1’de verildiği gibi çalışmanın amacı doğrultusunda yapılan taramada 47 çalışmaya ulaşılmıştır. Öncelikle çalışma başlığı ve özete göre tarama işlemi yapılmıştır. Tarama sonrası hariç tutulan çalışmalar (nicel çalışmalar, eğitim alanı dışında yapılan çalışmalar, Türkiye’de yapılmayan çalışmalar) çıkartılmıştır. Kalan 28 çalışma dahil edilme kriterlerine uygunluk ve nitelik açısından değerlendirilmiş ve içerik açısından yetersiz görülen 2 çalışma daha elenmiş ve kalan 26 çalışma meta-tematik analize dahil edilmiştir.

### **Veri Toplama Araçları ve Verilerin Analizi**

Bu çalışmada, AG uygulamalarının geometri öğretiminde kullanılmasının incelenmesine dair veriler doküman incelemesiyle elde edilmiştir. Doküman analizi hem tek başına kullanılabilen hem de görüş, gözlem gibi araştırma yöntemlerine bilgi sağlamasında yardımcı olan veri toplama yöntemlerinden biridir (Yıldırım, 1999). Araştırmada bu kapsamda elde edilen veriler, önceden belirtilen veri tabanı aracılığı ile ulaşılmış tez ve makalelerden oluşmaktadır. Doküman analizine bağlı AG uygulamalarının geometri öğretiminde kullanılması ile ilgili veriler, içerik analizi yöntemi ile analiz edilmiştir. İçerik analizi, metin içinde ele alınan tarafsız, sistematik ve niceliksel sonuçlara ulaşmak amacı ile kullanılan bir tekniktir (Patton,2002; Polit ve Beck, 2010). Dolayısıyla bu çalışmada ulaşılan yazılı belgelerdeki metinlerin ortak yönlerinin belirlenmesi ve bu ortak yönlerin yeniden anlamlandırılması içerik analizi ile sağlanmıştır.

### **Geçerlik ve Güvenirlilik**

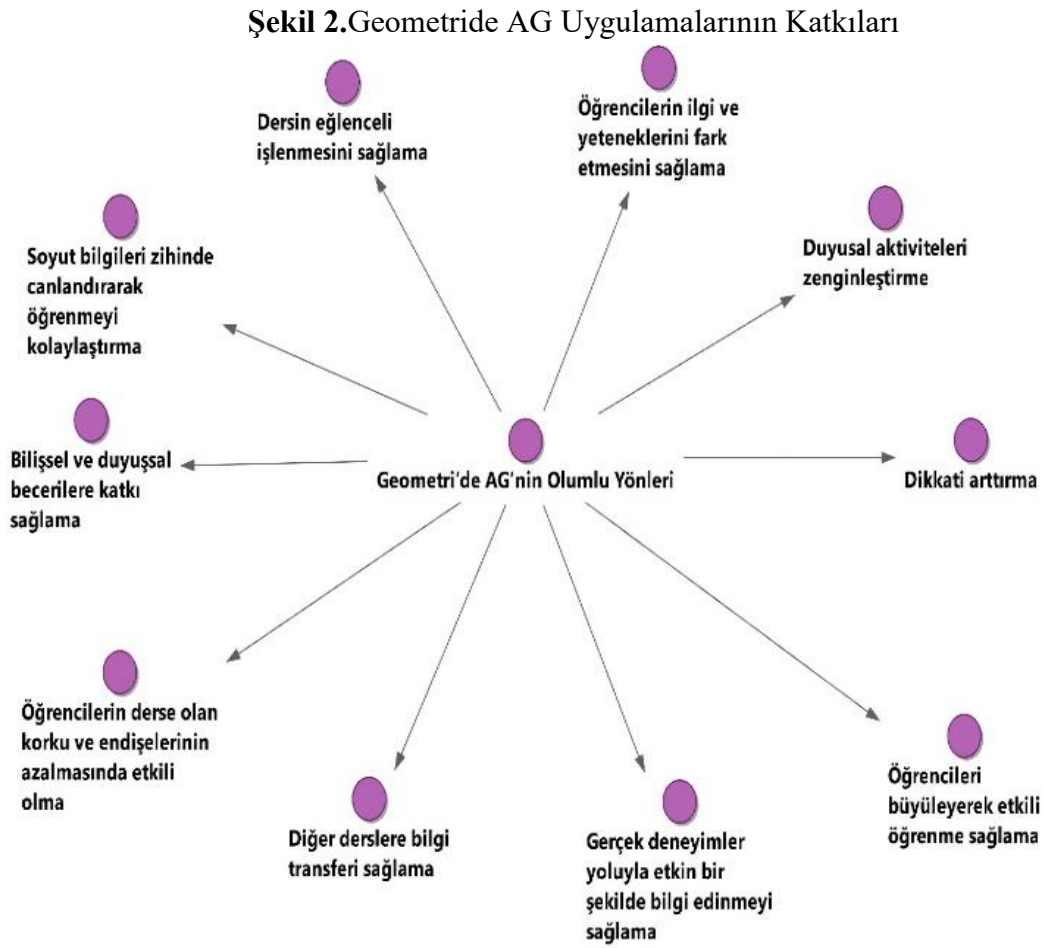
Bu çalışmada nitel verilerin analiziyle ulaşılan sonuçların inandırıcılığının sağlanabilmesi için Guba ve Lincoln (1994) tarafından önerilen inandırıcılık, aktarılabilirlik, tutarlık ve onaylanabilirlik stratejileri uygulanmıştır. İnanđırıcılık ölçütü için çeşitleme stratejisini kullanılmıştır. Çeşitleme veri kaynakları yöntem ve araştırma incelemesi olarak iki şekilde sıralanabilir. Doküman analizi, gözlem, görüşme gibi farklı yöntemlerle elde edilen verilerin doğrulanması amacıyla kullanılması sonuçların geçerliliğini ve güvenirliliğini artırır (Yıldırım ve Şimşek, 2013). Aktarılabilirlik ölçütünün yerine getirilebilmesi için ayrıntılı betimleme ve yorum katmadan araştırma sonuçlarının aktarılması sağlanmıştır. Tutarlık ölçütünü yerine getirebilmek için tema ve kodların oluşturulması iki araştırmacı tarafından sağlanmış ve karşılaştırılmalar yapılmıştır. Onaylanabilirlik ölçütünü yerine getirmek için ise çalışmalardan elde edilen öğretmen ve öğrenci görüşlerine ilişkin “doğrudan alıntılara yer vermiştir. Araştırma kapsamında yer alan her bir çalışma M1-T3 (M: Makale; l. Dahil etme numarası; T:Tez) şeklinde kodlanmış ve bu kodlar analiz ve yorumlama aşamalarında kullanılmıştır. Ayrıca güvenirlilik için Miles ve Huberman (1994) güvenirlilik formülü (Güvenirlilik = Görüş Birliği / (Görüş Birliği + Görüş Ayrılığı) kullanılmış; kodlayıcılar arası uyum oranı %92.6 olarak tespit edilmiştir.

## Bulgular

Çalışmaya dahil edilen nitel araştırmaların meta-tematik analizi sonucunda elde edilen kodlar belli temalar altında toplanmıştır. Bu kapsamda, “Geometride AG’nin eğitim ortamına sağladığı katkılar” ve “Geometride AG’nin sınırlılıkları” temaları altında kodlar oluştuğu görülmüştür. Bu tema ve kodlar ayrı ayrı yorumlanmıştır. Buna ek olarak bulgular yorumlanırken kodların alındığı kaynaklardan doğrudan alıntılara yer verilerek ilgili tema ve kodların sunumu desteklenmiştir.

### 1. Geometride AG Uygulamalarına Eğitim Ortamına Sağladığı Katkılar

Bu tema altında yer alan kodlar Şekil 2’de yer almaktadır.



Şekil 2’de de görüldüğü gibi bu kodlar: “İlgi ve motivasyonu yükseltme”, “Üç boyutlu düşünmeyi kolaylaştırma”, “Soyut bilgileri zihinde canlandırarak öğrenmeyi kolaylaştırma” (az bilişsel çaba), “Bilişsel ve duyuşsal becerilere katkı sağlama”, “Öğrencilerin derse olan korku

ve endişelerinin azalmasında etkili olma”, “Dikkati arttırma”, “Dersin eğlenceli işlenmesini sağlama”, “Diğer derslere bilgi transferi sağlama”, “Öğrencilerin ilgi ve yeteneklerini fark etmesini sağlama”, “Gerçek deneyimler yoluyla etkin bir şekilde bilgi edinmeyi sağlama”, “Duyusal aktiviteleri zenginleştirme”, “Öğrencileri büyüleyerek etkili öğrenme sağlama”, “Görsel çekiciliğinin olması”, “Eğitim teknolojisi için kullanımının kolay olması”, “Anlaşılabilir bir araç olması”, “Kullanımında öğrencileri rahat hissettirmesi” olarak sıralanmaktadır.

### **1.1.İlgi ve motivasyonu yükseltme**

Şekil 2’de yer alan “İlgi ve motivasyonu yükseltme” koduna yönelik referans olarak gösterilebilecek ifadelerden T1 kodlu çalışmadan “...AG uygulaması sayesinde öğrencilerin derse olan ilgi ve motivasyonda artış oldu...” veya T3 kodlu çalışmadan “...Öğrenciler derslerde bu tür cihazları kullanmak istedi ve bu sayede derse karşı ilgi ve motivasyonları arttı...” şeklindeki cümleler de kodların oluşturulmasına yönelik referanslar olarak gösterilebilir.

### **1.2.Bilişsel ve duyuşsal becerilere katkı sağlama**

“Bilişsel ve duyuşsal becerilere katkı sağlama” koduna yönelik referans olarak gösterilebilecek ifadelerden M1 kodlu çalışmadan alıntılanan “...AG destekli geometri öğretimi öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal becerilerine katkı sağlar. Bilişsel açıdan bakıldığında öğrencilerin varsayımda bulunma, genelleme yapma ve sonuç çıkarma gibi düşünme becerilerini artırır; duyuşsal açıdan ise öğrencilerin derse olan ilgi ve motivasyonlarında artış olur...” şeklindeki cümle ile belirtilebilir.

### **1.3.Üç boyutlu düşünmeyi kolaylaştırma**

“Üç boyutlu düşünmeyi kolaylaştırma” ve “Gerçek deneyimler yoluyla etkin bir şekilde bilgi edinmeyi sağlama” koduna yönelik referans olarak gösterilebilecek ifadeler M1 kodlu çalışmadan alıntılanan “Kitap üzerindeki çizimler öğrencilerin 3 boyutlu düşüncelerini zorlaştırdı ancak AG destekli öğretimin 3 boyutlu görselleştirmesi ve etkileşim imkânı olması nedeni ile öğrenmeyi kolaylaştırdı ve dersi daha eğlenceli hale getirdi” veya T2 kodlu çalışmadan “...AG öğrencilerin 3Boyutlu düşünme becerilerini geliştirmeleri için tasarlanmıştır...” veya T3 kodlu çalışmadan “...AG destekli geometri öğretimi, öğrencilerin 3 boyutlu düşünme becerilerini önemli ölçüde arttırmıştır...” ifadeleri referans cümleler olarak belirtilebilir.

### **1.4.Soyut bilgileri zihinde canlandırarak öğrenmeyi kolaylaştırma**

“Soyut bilgileri zihinde canlandırarak öğrenmeyi kolaylaştırması” kodunun oluşturulmasında; T1 kodlu çalışmadaki “...AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretiminin konuların kolay anlaşılmasına etkisi vardır. Soyut kavramları somutlaştırır, kitaptaki şeklin bütün yönlerden görünümünü sağlar; bu sebeple öğrenciler daha kolay anlar...” ve (Öğrn4, GP) T18 kodlu çalışmadaki “...Dersi daha kolay anlamaya başladık, çünkü cisimleri üç boyutlu gördüğümüz için daha iyi öğreniyorduk...” ve (Öğrn1, GP) T1 kodlu



çalışmadaki “...Bu şekilde daha iyi öğreniyoruz, çünkü bazen öğretmenimiz ya da arkadaşlarımız tahtaya çizdiklerinde kitaptaki örneklere benzemiyordu ya da sadece tek bir yönden görünüm yer alıyordu. Bu sebeple alakasız gibi görünüyordu ve tam anlamıyorduk. Bilgisayardan şekilleri hareket ettirerek görüntülediğimizde ise daha mantıklı geliyordu, çünkü şeklin tümünü üç boyutlu ve her yönden rahatlıkla görebiliyorduk...” şeklinde ifade edilen cümlelerden yararlanılmıştır.

### **1.5.Öğrencilerin derse olan korku ve endişelerinin azalmasında etkili olma**

İlgili kodun oluşturulmasında M22 kodlu çalışmadan alıntılanan “AG destekli geometri öğretiminin yüksek düzeyde tutuma sahip öğrenciler üzerinde negatif ya da pozitif yönde herhangi bir etkisi olmadı ancak düşük düzeyde tutuma sahip öğrenciler üzerinde ise olumlu etkisi oldu. Bunun en önemli sebebi de AG destekli geometri öğretiminin soyut matematik bilgisini zihninde canlandırmaya yardımcı olmasından dolayı dersi daha az bilişsel çaba ile hızlı ve yapılandırarak öğrenmeye yardımcı olması ve öğrencilerin derse olan korku ve endişelerinin azalmasında etkili olmasıdır. Ancak zihinde canlandırmada herhangi bir sorunu olmayan öğrencilerin tutumları üzerinde ise herhangi bir etkisi olmadı” şeklindeki cümle referans olarak gösterilebilir.

### **1.6.Dikkati arttırma**

İlgili kodun oluşturulmasına yönelik referans cümleler olarak; M21 kodlu çalışmadan “...Sanal ortamdaki AG öğretim materyalleri ile fiziksel etkileşim kurulabilmesi derse olan dikkati artırdı, daha derinlemesine öğrenmeye yardımcı olduğu ve oyun oynar gibi hissetmeleri sebebi ile ders eğlenceli hale geldi” veya M1 kodlu çalışmadan “...Öğrenciler hızlı öğrendi, dikkati artırdı, ders eğlenceli işlendi...” şeklindeki doğrudan alıntılar gösterilebilir. Ayrıca T16 kodlu çalışmadaki “...Bu şekilde işlenen dersin eğlenceli olmasından dolayı derse olan ilgi ve dikkatim arttı...” ve T11 kodlu çalışmadaki “...Derste çok fazla etkinlik yapma fırsatı yakaladığımızdan dolayı dersi daha iyi ve hızlı öğrendik, bu sebeple de derse olan ilgimiz ve dikkatimiz arttı...” şeklindeki cümleler bu kodların oluşturulmasında yararlanılan kaynaklardandır.

### **1.7.Dersin eğlenceli işlenmesini sağlama**

Bu kodun oluşturulmasına yönelik M21 kodlu çalışmadan “...Sanal ortamdaki AG öğretim materyalleri ile fiziksel etkileşim kurulabilmesi derse olan dikkati artırdı, daha derinlemesine öğrenmeye yardımcı olduğu ve oyun oynar gibi hissetmeleri sebebi ile ders eğlenceli hale geldi” ve M1 kodlu çalışmadan “...Öğrenciler hızlı öğrendi, dikkati artırdı, ders eğlenceli işlendi...” şeklinde doğrudan alıntılar referans cümleler olarak gösterilebilir.

### **1.8.Diğer derslere bilgi transferi sağlama**

İlgili kodun oluşturulmasında, M2 kodlu çalışmadan alıntılanan “...AG öğretim materyallerini fizik, kimya ya da matematiğin diğer konularında da kullanır...” ve T3 kodlu çalışmadaki “...Aslında öğrenciler öğrenme etkinliklerinin yürütülmesi sırasında yardım istemediler. Matematik dersi dışında fen bilimleri ve sosyal bilgiler derslerinde de bu tarz

uygulamaların kullanılabilceğini söylediler...” şeklindeki cümleler temel alınmıştır.

### **1.9. Duyusal aktiviteleri zenginleştirme**

Bu koda yönelik T2 kodlu çalışmadan alıntılanan “...Aslında asıl amaç, öğrenme sürecine katılımlarını artırarak duyuşsal aktiviteleri zenginleştirmek ve öğrencilerde duyuşsal faktörleri de teşvik etmektir...” şeklindeki ifade referans olarak gösterilebilir.

### **1.10. Öğrencileri büyüleyerek etkili öğrenme sağlama**

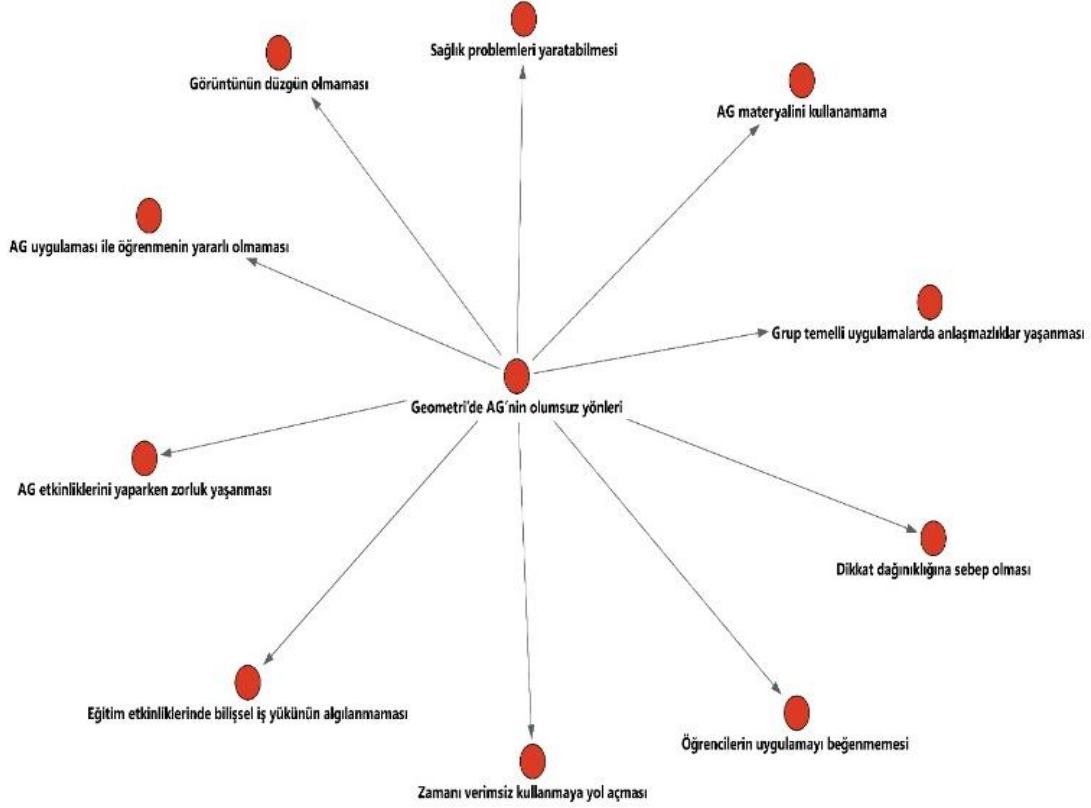
“Öğrencileri büyüleyerek etkili öğrenme sağlama” koduna yönelik referans olarak gösterilebilecek ifadeler M10 kodlu çalışmadaki “...AG, öğrencilerin büyüdü bir dünyada, etkili öğrenmeyi artıran duygular içinde büyülenmiş ve heyecanlı hissetmelerini sağlar...” veya T26 kodlu çalışmadaki “...AG çok çekici buldular ve ara yüzünün görsel çekiciliğini beğendiler. Öğrenciler etkileşime daldıklarını ve zamanın nasıl geçtiğini anlamadıklarını hissettiler...” veya T1 kodlu çalışmadaki “...Eğitim Teknolojisi için kullanımı kolay ve anlaşılması kolay araçlar geliştirmesi esası doğrultusunda tasarlanmış faydalı bir uygulamadır...” veya T2 kodlu çalışmadaki “...Öğrenciler sistemi kullanırken kendilerini rahat hissettiler ve performanslarından çok memnun kaldılar. AG uygulamasıyla kolayca etkileşime geçebildiler...” doğrudan alıntılar gösterilebilir.

İlgili kodlar incelendiğinde Geometride AG uygulamaları ile soyut bilgilerin somutlaştırılması, diğer derslere bilgi transferi sağlama olanağı sunması, bilişsel ve duyuşsal becerilere katkı sağlaması, öğrencilerin derse olan ilgi ve tutumlarına olumlu yönde etkisinin olması, bilgileri ezberlemeden eğlenceli bir şekilde öğrenmeye yönelik uygulama fırsatlarının sunulması şeklinde çok sayıda katkılarının olduğuna ulaşılmıştır.

## **2. Geometride AG Uygulamalarının Sınırlılıkları**

Şekil 3’te “Geometride AG uygulamalarının Sınırlılıkları” teması altında yer alan kodlara yer verilmiştir.

Şekil 3. Geometride AG Uygulamalarının Sınırlılıkları



Şekil 3'te yer alan bu kodlar: “Öğrencilerin ilgi ve yeteneklerinin farklılık göstermesi”, Grup temelli uygulamalarda anlaşmazlıklar yaşanması”, “AG materyalini kullanamama”, “Öğrencilerin uygulamayı beğenmemesi”, “Dikkat dağınıklığına sebep olması”, “Zamanı verimsiz kullanmaya yol açması”, “Sağlık problemleri yaratabilmesi”, “AG uygulaması ile öğrenmenin yararlı olmaması”, “Görüntünün düzgün olmaması”, “AG etkinliklerini yaparken zorluk yaşanması”, “Eğitim etkinliklerinde bilişsel iş yükünün algılanmaması” olarak sıralanmaktadır.

### 2.1. AG etkinliklerini yaparken zorluk yaşanması

Şekil 3'te yer alan “AG etkinliklerini yaparken zorluk yaşanması” koduna referans olabilecek ifade M24 kodlu çalışmadan alıntılanan “...AG öğretim materyallerinin etkinliklerini yaparken ilk kullanımları esnasında kısa süreliğine zorluklar yaşandı ancak sonrasında bu materyalleri kullanabildiler...” şeklinde belirtilebilir.

### 2.2. Grup temelli uygulamalarda anlaşmazlıklar yaşanması

İlgili kodun oluşturulmasında yer alan bazı ifadeler M24 kodlu çalışmadaki “...Öğrencilerin ilgi ve yeteneklerinin farklılıklar göstermesinden dolayı grup temelli

uygulamalarda gurup üyeleri arasında anlaşmazlıklar yaşandı, arkadaşların AG materyallerini görüntülerken yeteri kadar başarılı olamamasına rağmen kullanmakta ısrarlı olması yüzünden derse olan dikkatleri zaman zaman dağıldı...” şeklindeki cümleler referans olarak gösterilebilir.

### **2.3.AG materyalini kullanamama**

“AG materyallerini kullanamama” koduna yönelik referans cümle M24 kodlu çalışmadan alıntılanan “...Öğrencilerin ilgi ve yeteneklerinin farklılaşmasına bağlı olarak AG materyalinin kullanımı esnasında sıkıntılar yaşandı...” şeklinde belirtilebilir.

### **2.4.Öğrencilerin uygulamayı beğenmemesi**

İlgili kod için referans olabilecek ifade T13(Öğrn10) kodlu çalışmadan alıntılanan “...Güzel yönleri de var, saçma yönleri de...” şeklinde belirtilebilir.

### **2.5.Dikkat dağınıklığına sebep olması**

Bu kodun oluşturulmasına yönelik referans cümle için T21 (Öğrn32) kodlu çalışmadan “...Dikkat dağınıklığına neden olur...” şeklindeki doğrudan alıntı gösterilebilir.

### **2.6.Sağlık problemleri yaratabilmesi**

“Sağlık problemleri yaratabilmesi” koduna yönelik T23 (Öğrn24) kodlu çalışmadan “...Telefona ya da tablete bir eğilim olabilir ve çok sağlıklı olmaz...” ve T19 (Öğrn26) kodlu çalışmadan “...Göz kusurlarına neden olması, bel ağrılarına neden olması...” referans cümleler olarak belirtilebilir.

### **2.7.AG uygulaması ile öğrenmenin yararlı olmaması**

“AG uygulaması ile öğrenmenin yararlı olmaması” koduna yönelik referans cümle T4 (Öğrn35) kodlu çalışmadan “...Sayısal derslerde çok işimize yarayabilir ama sözel derslerde AG uygulaması ile öğrenmenin yararlı olacağını düşünmüyorum...” şeklinde gösterilebilir.

### **2.8.Görüntünün düzgün olmaması**

“Görüntünün düzgün olmaması” şeklinde kodun oluşturulmasında yararlanılan T12 (Öğrn7) kodlu çalışmadan alıntılanan “...Görüntü düzgün değildi...” şeklindeki cümle referans alınmıştır.

### **2.9.Zamanı verimsiz kullanmaya yol açması**

Bu koda yönelik referans olarak gösterilebilecek ifadeler T7 (Öğrn 3) kodlu çalışmadan “...Bence yararlı ancak öğrencilerin dersi kaynatmasına izin verilmemeli...” şeklinde belirtilebilir.

### **2.10. Eğitim etkinliklerinde bilişsel iş yükünün algılanmaması**

İlgili kodun oluşturulmasında yer alan bazı ifadeler T24 kodlu çalışmadan alıntılanan “...Öğrenciler, teknolojik araçları ders çalışmak değil, oynamak için bir araç olarak gördükleri için eğitim etkinliklerinin bilişsel iş yükünü algılamadan öğrenirler...” şeklindeki cümle ile gösterilebilir.

Geometri’de AG uygulamalarının sınırlılıkları başlığı altındaki bulgular doğrultusunda geometri öğretiminde kullanılmasına yönelik genellikle öğrenciler açısından olumsuz

yorumlarla karşılaşılmaktadır. Doğrudan alıntılarda göz önünde bulundurulduğunda öğrenciler tarafından AG uygulamalarının beğenilmemesi, dikkat dağınıklığı yaşanması, öğretim için verilen zamanın verimsiz kullanılması şeklinde sınırlılıklar olduğuna rastlanmıştır.

### **Tartışma ve Sonuç**

AG'nin geometri öğretiminde kullanılmasının etkililiğini ortaya çıkarmaya yönelik yapılan bu çalışmada meta-tematik analiz kapsamında araştırmaya dahil edilen çalışmalardan kod ve temalar oluşmuştur. Analiz sonuçları AG uygulamalarının geometri öğretimine birçok açıdan katkı sağladığını göstermiştir.

AG uygulamalarının geometri öğretiminde kullanılmasında eğitim ortamına sağladığı katkılar teması altındaki öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal öğrenmelerine katkı sağlaması ve dersin eğlenceli geçmesine yardım etmesine vurgu yapılmıştır. Bu sonuca paralel olarak, İbili ve Şahin (2013) tarafından yapılan çalışmada da AG destekli geometri öğretiminin kullanılmasının öğrencilerin duyuşsal ve bilişsel öğrenmelerine faydalı olduğu belirtilmiş ve öğrenci öğretmen görüşleri doğrultusunda bu eğitsel etki desteklenmiştir. Ayrıca “3 boyutlu düşünmeyi kolaylaştırma”, “İlgi ve motivasyonu yükseltme”, “Dersin eğlenceli işlenmesini sağlama”, “Soyut bilgileri zihinde canlandırarak öğrenmeyi kolaylaştırma”, “Bilişsel ve duyuşsal becerilere katkı sağlama” açısından elde edilen bulgular, duyuşsal boyutta öğrencilerin derslere olan motivasyon ve ilgilerinde artış olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Yine aynı şekilde öğrenciler kitap üzerinde bulunan çizimlerin soyut düşünmelerini (3 boyutlu) zorlaştırdığını fakat AG uygulamalarının öğretimde kullanılmasından sebep konuları 3 boyutlu görselleştirmesinden dolayı AG uygulamasının öğrenmeyi kolaylaştırdığını ve derslerin oldukça eğlenceli bir biçimde işlenmesini sağladığını söylemektedirler. Bu çalışma kapsamında “Dikkati artırma”, “Dersin eğlenceli işlenmesini sağlama”, “Görsel çekiciliğinin olması” şeklinde ortaya çıkan bulgular, AG uygulamalarının öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin ilerlemesinde olumlu yönde katkı sağladığını desteklemektedir. Bu doğrultuda, bu tür uygulamaların öğrencilerin öğrenmelerini destekleyici nitelikte olduğu, AG teknolojisinin soyut kavramları somutlaştırıcı ve görselleştirici, dikkat çekici öğrenme ortamları oluşturabilme gibi faydaları olduğu söylenebilir. Benzer bir şekilde, Topraklıkoğlu (2018) tarafından yapılan bir çalışmada da geometrik cisimlerin farklı taraflarından görünümü konusunun öğretiminde AG uygulamalarındaki ekinliklerin kullanımı incelenmiş; öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin ve AG uygulamalarına yönelik ilgi ve tutumlarının istatistiksel olarak pozitif ve anlamlı yönde değiştiği ortaya çıkmıştır. Gecü Parmaksız (2017), okul öncesi çocuklara geometrik şekillerin öğretilmesinde ve uzamsal becerilerin geliştirilmesinde AG uygulamalarına yer verdiği çalışmasında çocukların başarı puanlarında artış bulmuş; yalnız çocukların değil, velilerin ve öğretmenlerin de AG uygulamalarına yönelik olumlu düşüncelere sahip olduğunu ortaya çıkarmıştır. Kaur, Mantri ve Horan (2019) yaptıkları çalışmada, sınıf ortamlarında geleneksel öğretme ve öğrenme yöntemlerine kıyasla daha büyük avantajlara

sahip olduğunu ifade ettikleri AG'nin öğrenmede yenilikçi ve etkileşimli yollar sunduğunu ve motivasyonu artırdığını belirtmişlerdir. Bu çalışmadan elde edilen “Öğrencilerin derse olan korku ve endişelerinin azalmasında etkili olma”, “Kullanımında öğrencileri rahat hissettirmesi” yönelik bulgular, ARGE3D uygulamasıyla gerçekleştirilen geometri dersinin etkili olduğunu ve öğrencilerdeki korku ve endişelerin azalmasına yardımcı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Ancak olumlu yönde tutuma sahip olan öğrencilerde uygulamanın korku ve endişelerinin azalması konusunda herhangi bir etkisi olmadığına yönelik bulgulara da ulaşılmıştır. Bu bağlamda, İbili ve Şahin (2015) tarafından yapılan çalışmada da ARGE3D yazılımının geometri öğretiminde kullanımına yönelik öğretmen ve öğrenci görüşmelerine yer verilmiş ve AG uygulamalarının kullanıldığı geometri öğretiminin öğrencilerin korku ve endişelerini azaltarak bilişsel ve duyuşsal öğrenmelerine olumlu katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Araştırmacılar elde ettikleri öğrenci görüşlerinden diğer derslere bilgi transferini kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. Benzer şekilde bu çalışmada da öğrencilerin AG öğretim materyallerini uygulamalı derslerin diğer konularında da kullanabileceklerine yönelik bulgular elde edilmiştir.

Geometri öğretiminde AG uygulamalarının sınırlılıklarına yönelik elde edilen bulgularda ise öğrencilerin ilk kullanımları sırasında kısa süreliğine zorluklar yaşadıkları ancak daha sonra bu materyalleri rahat bir biçimde kullanabildikleri ortaya çıkmıştır (Shelton ve Hedley, 2002; Kaufmann ve Schmalstieg, 2003). Öğrencilerin ilgi ve yeteneklerinin farklı olması, gurup temelli uygulamalarda ilgi ve yetenekleri farklı olan gurup üyeleri arasında bazı anlaşmazlıklar yaşandığı diğer bulgular arasındadır. İbili (2013) çalışmasında geliştirdiği geometri dersi için AG materyallerinin uygulaması yapılırken öğrencilerin iki kişi oturmasından dolayı birbiriyle anlaşamayan öğrenciler arasında problem yaşandığını belirtmiştir. Benzer şekilde, Rossano, Lanzilotti, Cazzolla ve Roselli, (2020) öğrencilerin teknolojik araçları ders çalışmak için kullanmadığını oyun oynamak için bir araç olarak gördüklerini bu yüzden de eğitim etkinliklerinin bilişsel iş yükü olarak algılanmadan öğrenmelerin gerçekleştiğini ifade etmişlerdir. Bu çalışma bulgularıyla paralel olarak, AG uygulamalarının dikkat dağınıklığına sebep olması, bir takım sağlık problemleri yaratabilmesi, sınıf yönetimi sorunu Topraklıkoğlu (2018) tarafından yapılan çalışmada da ortaya çıkmıştır.

Sonuç olarak AG uygulamalarının geometri öğretiminde kullanılması incelenmiş ve 3 boyutlu düşünmeyi kolaylaştırma, soyut bilgileri zihinde canlandırarak öğrenmeyi kolaylaştırma, ilgi ve motivasyonu yükseltme, bilişsel ve duyuşsal becerilere katkı sağlama, dikkati artırma, dersin eğlenceli işlenmesini sağlama gibi birçok olumlu katkısının olduğu gözlemlenmiştir. Bunun yanı sıra AG uygulamaları geometri öğretiminde kullanılırken etkinliklerde sıkıntılar yaşandığı, öğrencilerin zamanı verimsiz kullandığı da göz önünde bulundurulmalıdır. Eğitimde teknolojik uygulamalara daha çok yer verilerek öğrencilerin dikkatinin ve motivasyonunun artırılarak kalıcı öğrenmelerin sağlanması gerekmektedir. Geometri öğretiminde görsel içerik zenginleştirilerek dijital araç gereçlere daha çok yer verilerek öğrencilere uygulamalar yaptırılabilir. Ayrıca AG uygulamalarında kullanılması

üzerine geometri dersinin her konusu için farklı etkinlikler geliştirilebilir. Teknolojinin eğitime faydası göz önünde bulundurulduğunda deneysel ve nitel çalışmalara yer verilmelidir.

### Kaynakça

(Meta-tematik analize dahil edilen çalışmalar asteriks (\*) ile belirtilmiştir)

Abdüsselam, M. (2006). *Matematiksel denklem ve ifadelerin bilgisayar ortamında grafikleştirilerek öğretilmesinin eğitime katkıları*. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Abdüsselam, M., & Karal, H. (2012). Fizik öğretiminde artırılmış gerçeklik ortamlarının öğrenci akademik başarısı üzerine etkisi: 11. Sınıf manyetizma konusu örneği. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(4), 170-181.

Accascina, G., & Rogora, E. (2006). Using Cabri 3D diagrams for teaching geometry. *International Journal for Technology in Mathematics Education*, 13(1), 1-12.

\*Akkuş, İ., & Özhan, U. (2017). Matematik ve geometri eğitiminde artırılmış gerçeklik uygulamaları. *İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(8), 19-33.

\*Arıcan, M., & Ozçakır, B. (2021). Facilitating the development of preservice teachers' proportional reasoning in geometric similarity problems using augmented reality activities. *Education and Information Technologies*, 26(2), 2327-2353. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10359-1>

Arvanitis, T., Petrou, A., Knight, J. F., Savas, S., Sotiriou, S., Gargalakos, M., & Gialouri, E. (2007). Human factors and qualitative pedagogical evaluation of a mobile augmented reality system for science education used by learners with physical disabilities. *Personal and Ubiquitous Computing*, 13(3), 243-250.

Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence-Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355.

\*Baki, A., Kösa, T., & Karakuş, F. (2008). *Uzay geometri öğretiminde 3D dinamik geometri yazılımı kullanımı: Öğretmen görüşleri*. VIII. Uluslararası Teknoloji Konferansı, Anadolu Üniversitesi, 6-8 Mayıs, Eskişehir.

\*Baltacı S., & Yıldız A. (2015). Matematik öğretmen adaylarının Geogebra yazılımı yardımıyla analitik geometrideki bir konuyu öğrenme süreçleri. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16 (3), 295-312.

Batdı, V. (2020b). Introduction to meta-thematic analysis. V. Batdı (Ed.), *Meta-thematic analysis in research process* içinde (ss. 1-38). Ankara: Anı Yayıncılık.

Ben-Chaim, D., Lappan, G., & Houang, R. (1989). Adolescent's ability to communicate spatial

- information: Analyzing and effecting students' performance. *Educational Studies in Mathematics*, 20, 121-146.
- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A., & Grover, D. (2014). Augmented Reality in education– cases, places and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1-15.
- Caudell, T.P., & Mizell, D.W. (1992). Augmented Reality, an application of heads up display technology to manual manufacturing processes. *Proceedings of the Twenty Fifth Hawaii International Conference on Systems Science*, 659-669.
- Chen, Y.-C. (2006). A study of comparing the use of augmented reality and physical models in chemistry education. *Paper presented at the Proceedings of the 2006 ACM international conference on Virtual reality continuum and its applications*.
- Demirel, Ö., & Yağcı, E. (2006). *Principles and methods of instruction*. Ankara: Ministry of National Education Publications.
- Duh, H.B., & Klopfer, E. (2013). Augmented reality learning: New learning paradigm in co-space. *Computers & Education*, 68, 534-535.
- Erdoğan, A. (2010). Variables that affect math teacher candidates' intentions to integrate computer assisted mathematics education (CAME). *Education*, 131(2), 295-305.
- Gay, M., Mills, G. E., & Airasian (2006). *Educational research*. New Jersey: Upper Saddle River.
- \*Gecü Parmaksız, Z. (2017). *Augmented reality activities for children: a comparative analysis on understanding geometric shapes and improving spatial skills*. Doktora Tezi. Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Guba, E. G., & Lincoln, Y. S. (1994). Competing paradigms in qualitative research. N. K. Denzin ve Y. S. Lincoln (Ed.), *Handbook of qualitative research* içinde (ss. 105–117). SAGE Publications, Inc.
- \*Gülburnu, M. (2013). *8. sınıf geometri öğretiminde kullanılan Cabri 3d'nin akademik başarıya etkisi ve öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi, Adıyaman.
- \*Gün, E. (2014). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- \*Gün, E. T., & Atasoy, B. (2017). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının ilköğretim öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine ve akademik başarılarına etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 42(191), 31-51.



- \*Gürbüz, R., & Gülburnu, M. (2013). 8. sınıf geometri öğretiminde kullanılan Cabri 3D'nin kavramsal öğrenmeye etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 4(3), 224-241.
- \*İbili, E. (2013). *Geometri dersi için artırılmış gerçeklik materyallerinin geliştirilmesi, uygulanması ve etkisinin değerlendirilmesi*. Doktora Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- İbili, E., & Şahin, S. (2013). Artırılmış gerçeklik ile interaktif 3d geometri kitabı yazılımının tasarımı ve geliştirilmesi: ARGE3D. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13(1), 1-8.
- \*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.
- Iftene, A., & Trandabat, D. (2018). Enhancing the attractiveness of learning through Augmented Reality. *Procedia Computers & Education*, 126, 166–175.
- Ivanova, M., & Ivanov, G. (2011). Enhancement of learning and teaching in computer graphics through marker augmented reality technology. *International Journal of New Computer Architectures and their Applications (IJNCAA)*, 1(1), 176-184.
- \*Kalay, H. (2015). *7. sınıf öğrencilerinin uzamsal yönelim becerilerini geliştirmeye yönelik tasarlanan öğrenme ortamının değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Katona, J. (2008). Solving 2 and 3- dimensional problems with help of dynamical geometry software. *Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://d-nb.info/1104265095/34
- Kaufmann, H., & Schmalstieg, D. (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality, *Computers & Graphics*, 27(3), 339-345.
- Kaur, D. P., Mantri, A., & Horan, B. (2019). Enhancing student motivation with use of Augmented Reality for interactive learning in engineering education. *Procedia Computer Science*, 172, 881–885.
- Kesici, Ş., Erdoğan, A., & Özteke, H.İ. (2011). Are the dimensions of metacognitive awareness differing in prediction of mathematics and geometry achievement? *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 2658-2662.
- \*Kösa, T. (2011). *Ortaöğretim öğrencilerinin uzamsal becerilerinin incelenmesi*. Doktora tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

- \*Kurtuluş, A., & Uygan, C. (2010). The effects of Google Sketchup based geometry activities and projects on spatial visualization ability of student mathematics teachers. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 9, 384-389.
- \*Kurtuluş, A., & Yolcu, B. (2013). A study on sixth-grade Turkish students; spatial visualization ability. *The Mathematics Educator*, 22(2), 82-117.
- Kutluca, T., & Birgin, O. (2007). Doğru denklemi konusunda geliştirilen bilgisayar destekli öğretim materyali hakkında matematik öğretmen adaylarının görüşlerinin değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 81-97.
- Küçük, S., Yılmaz, R., & Göktaş, Y. (2014). İngilizce Öğreniminde Artırılmış Gerçeklik: Öğrencilerin Başarı, Tutum ve Bilişsel Yük Düzeyleri. *Eğitim ve Bilim*, 39(176), 393-404
- Mayer, R.E. (2003). The promise of multimedia learning: using the same instructional design methods across different media. *Learning and Instruction*, 13(2), 125-139.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded Sourcebook*. (2. ed). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & Prisma, G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: *The PRISMA statement*. *Annals of Internal Medicine*, 6(7), e1000097. doi:10.7326/0003-4819-151-4-200908180-00135
- Mutluoğlu, A., & Erdoğan, A. (2016). İlköğretim matematik öğretmenlerinin öğretim stili tercihlerine göre teknolojik pedagojik alan bilgi (TPAB) düzeylerinin incelenmesi. *OPUS – Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 6(10), 102-126.
- \* Önal, N., İbili, E., & Çalışkan, E. (2017). Does teaching geometry with augmented reality affect the technology acceptance of elementary school mathematics teacher candidates? *Journal of Education and Practice*, 8(19), 151-163.
- \*Özçakır, B. (2017). *Fostering spatial abilities of seventh graders through augmented reality environment in mathematics education: A design study*. Doktora tezi. Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Polit, D. F., & Beck, C. T. (2010). Generalization in quantitative and qualitative research: Myths and strategies. *International Journal of Nursing Studies*, 47,1451-1458.

doi:10.1018/j.iijnurstu.2010.06.004

- Rossano, V., Lanzilotti, R., Cazzolla, A., & Roselli, T. (2020). Augmented reality to support geometry learning. *IEEE Access*, 8, 107772-107780.
- Seferoğlu, S. S. (2006). *Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Shelton, B. E., & Hedley, N. R. (2002). Using augmented reality for teaching earth-sun relationships to undergraduate geography students. *Augmented Reality Toolkit içinde*. The First IEEE International Workshop, IEEE. doi: 10.1109/ART.2002.1106948
- \*Şimşek, E. B. (2012). *Dinamik geometri yazılımı kullanmanın ilköğretim 6. Sınıf öğrencilerinin matematik dersindeki akademik başarılarına ve uzamsal yeteneklerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi, Ankara.
- \*Topraklıkoğlu, K. (2018). *Üç boyutlu modellemenin kullanıldığı artırılmış gerçeklik etkinlikleri ile geometri öğretimi*. Yüksek lisans tezi. Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- \*Toptaş, V., Çelik, S., & Karaca, E. T. (2012). Improving 8th grades spatial thinking abilities through a 3D modeling program. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 11(2), 128-134.
- \*Tosik-Gün, E., & Atasoy, B. (2017). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının ilköğretim öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine ve akademik başarılarına etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 42(191), 31-51.
- \*Tutak, T. (2008). *Somut nesnelere ve dinamik geometri yazılımı kullanımının öğrencilerin bilişsel öğrenmelerine, tutumlarına ve Van Hiele geometri anlama düzeylerine etkisi*. Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- \*Tutak, T., Türkdoğan, A. & Birgin, O. (2009). Cabri ile geometri öğretiminin ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin öğrenme düzeylerine etkisi. *E-Journal of New World Sciences Academy*, 4(2), 26-35.
- Yıldırım, A. (1999). Nitel araştırma yöntemlerinin temel özellikleri ve eğitim araştırmalarındaki yeri ve önemi. *Eğitim ve Bilim Dergisi*, 23(112), 7-17.
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2013). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayınevi.
- \*Yıldız, B. & Tüzün, H. (2011). Üç-boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal yeteneğe etkileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41, 498-508.

- \*Yolcu, B., & Kurtuluş, A. (2010). Altıncı sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme yeteneklerini geliştirme üzerine bir çalışma. *İlköğretim Online*, 9(1), 256-274.
- \*Yurt, E., & Sünbül, A. M. (2012). Effect of modeling-based activities developed using virtual environments and concrete objects on spatial thinking and mental rotation skills. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 12(3), 1987-1992.

## Extended Abstract

### Introduction

The richness of visual content is an important factor that makes teaching permanent and effective if students' learning skills are taken into account (Mayer, 2003). Recently, it is clearly that students have been intertwined with technological tools and visual materials which are used in every field. Therefore, the tools and materials used in teaching create efficient learning by making teaching more fun and permanent with various videos, sounds and animations (Demirel & Yağcı 2006). In this era, it has become inevitable to use digital tools and materials that emerged as a result of developing technology (Seferoğlu, 2006). Especially in the teaching of applied courses such as science, geometry and mathematics, digital tools have reached more usable dimensions (Akkuş & Özhan, 2017). One of the digital materials used in the teaching of applied courses is Augmented Reality (AR) technology. According to Milgram and Kishino (1994), the most general definition of this concept is "reality environment in which digital media products are used instead of real world objects". In other words, AR is the interactive presentation of objects or virtual materials in the real environment (Azuma, 1997).

The main purpose of geometry teaching is to develop students' spatial skills with three-dimensional shapes and various representations (Ben-Chaim, Lappan, & Houang, 1989). An effective geometry teaching is not to convey drawings and geometric formulas to students, but to provide students with visual skills and three-dimensional shapes through meaningful learning (Kesici, Erdoğan, & Özteke, 2011). Since digital technology materials are very appealing to students, the use of these materials in learning environments will both make lessons more enjoyable and ensure the permanence of learning by taking into account the interests and needs of students (Abdüsselam, 2006; Erdoğan, 2010; Mutluoğlu & Erdoğan, 2016). For this reason, studies on the use of AR applications in geometry teaching are very important.

It was revealed that that there were not enough studies on the use of AR in this area. Therefore, it was aimed to synthesize the qualitative studies carried out within the scope of this study, which is thought to contribute to the field, and in line with this purpose, answers to the sub-problems presented below were sought:

What are the positive aspects of using AR applications in geometry teaching?

What are the limitations of using AR applications in geometry teaching?

## **Method**

In this research, qualitative studies were examined in order to determine the effectiveness of AR applications in the use of geometry teaching in Turkey, and a meta-thematic analysis of these studies was conducted. Qualitative data were analysed within the framework of meta-thematic analysis. In meta-thematic analysis, new themes and codes were created from the information obtained through document analysis. More general and comprehensive results were obtained with the newly obtained themes and codes (Batdı, 2020).

Qualitative studies on the use of AR applications in geometry teaching from the national database (Higher Education Institution) were examined in accordance with the criteria prepared by the researchers according to criterion sampling, one of the purposive sampling methods. The inclusion criteria of the current study were as follows:

- (a) Studies conducted in the field of geometry
- (b) Studies conducted between the years 2008-2022
- (c) Studies including qualitative data
- (d) Studies conducted in Turkey and published in Turkish or English.

Data were collected in accordance with the PRISMA flowchart (Moher et al., 2009). A total of 47 studies were reached. The scanning process was carried out according to the study title and abstract. Studies (quantitative studies, studies conducted outside the field of education, studies not conducted in Turkey) were excluded. The remaining 28 studies were evaluated for compliance and quality with the inclusion criteria, and 26 studies were included in the meta-thematic analysis. The data about the use of AR applications based on document analysis in geometry teaching were analysed by content analysis method.

The codes obtained as a result of the meta-thematic analysis of the qualitative researches included in the study were gathered under certain themes. In this context, it was observed that codes were formed under the themes of "positive aspects of AR in geometry" and "limitations of AR in geometry".

## **Results**

Some codes under the theme of Positive Aspects of AR in Geometry are listed as follows: "Increasing interest and motivation", "Facilitating three-dimensional thinking", "Facilitating learning by visualizing soft information" (less cognitive effort), "Contributing to cognitive and affective skills", "Students' interest in the lesson". Being effective in reducing fear and anxiety", "Increasing attention", "Ensuring the lesson is fun" and, "Making students feel comfortable in its use".

When the relevant codes are examined, many contributions such as concretization of soft information with AR applications, providing the opportunity to transfer information to other lessons, having a positive effect on students' interest and attitudes towards the lesson, providing learning in a fun way without memorizing have emerged within the scope of this study.

According to the results, due to AR supported geometry teaching, not only students' thinking skills such as making assumptions, generalizing and drawing conclusions but also their interest and motivation to the lesson have increased significantly. On the other hand, the visualization and interaction of 3D fosters enjoyable and permanent learning.

The codes under the theme of "Limitations of AR Applications in Geometry" are as follows: "Students' differences in interests and abilities", being conflicts in group-based applications, "inability to use AR material", "students' dislike the application", "causing distraction", "inefficient use of time", "causing health problems", "being not useful of learning with AR application", "lack of proper image", "difficulty in performing AR activities", "not perceiving cognitive workload in educational activities".

In line with the findings under the limitations of AR applications in geometry, negative comments are generally encountered by students regarding its use in geometry teaching. In particular, the findings have revealed the fact that students see technological tools as a tool for playing games, not for studying. This leads to limitations such as not using time efficiently or perceiving the cognitive workload.

### **Conclusion**

Within the scope of this study, the effectiveness of AR applications in the use of geometry teaching in Turkey was examined and it was concluded that AR applications have contributed positively to students' cognitive and affective learning. It was also concluded that especially 3D visual presentations have been effective in facilitating learning. On the other hand, the results of this study showed some limitations regarding the use of AR applications in geometry teaching such as ineffective use of time. According to the findings, students had difficulties for a short time during their first use, but they could easily use these materials afterwards. In addition, since students see technological applications as tools for playing games, this situation may cause them to disrupt the lesson. Therefore, the use of AR applications should be expanded so that students could perceive them as part of their cognitive learning processes.