

Eğitim Teknolojisi

kuram ve uygulama

Kış 2020

Cilt 10

Sayı 1

Winter 2020

Volume 10

Issue 1

Educational Technology

theory and practice

ISSN: 2147-1908

Editör Kurulu / Editorial Board*

Dr. Ana Paula Correia
Dr. Buket Akkoyunlu
Dr. Cem Çuhadar
Dr. Deniz Deryakulu
Dr. Deepak Subramony

Dr. Feza Orhan
Dr. H. Ferhan Odabaşı
Dr. Hafize Keser
Dr. Halil İbrahim Yalın
Dr. Hyo-Jeong So

Dr. Kyong Jee(Kj) Kim
Dr. Özcan Erkan Akgün
Dr. S. Sadi Seferoğlu
Dr. Sandie Waters
Dr. Servet Bayram

Dr. Şirin Karadeniz
Dr. Tolga Güyer
Dr. Trena Paulus
Dr. Yavuz Akpınar
Dr. Yun-Jo An

* Liste isme göre alfabetik olarak oluşturulmuştur. / List is created in alphabetical order

Hakem Kurulu / Reviewers*

Dr. Adile Aşkim Kurt
Dr. Agah Tuğrul Korucu
Dr. Ahmet Çelik
Dr. Ahmet Naci Çoklar
Dr. Arif Altun
Dr. Aslıhan İstanbullu
Dr. Aslıhan Kocaman Karoğlu
Dr. Ayça Çebi
Dr. Ayfer Alper
Dr. Aynur Kolburan Geçer
Dr. Ayşegül Bakar Çörez
Dr. Bahar Baran
Dr. Barış Sezer
Dr. Berrin Doğusoy
Dr. Betül Özyaydın
Dr. Betül Yılmaz
Dr. Beyza Bayrak
Dr. Bilal Atasoy
Dr. Burcu Berikan
Dr. Canan Çolak
Dr. Çelebi Uluyol
Dr. Çiğdem Uz Bilgin
Dr. Demet Somuncuoğlu Özerbaş
Dr. Deniz Atal Köysüren
Dr. Deniz Mertkan Gezgin
Dr. Duygu Nazire Kaşıkçı
Dr. Ebru Kılıç Çakmak
Dr. Ebru Solmaz
Dr. Ekmel Çetin
Dr. Elif Buğra Kuzu Demir
Dr. Emine Aruğaslan
Dr. Emine Cabı
Dr. Emine Şendurur
Dr. Engin Kurşun
Dr. Erhan Güneş
Dr. Erinc Karataş
Dr. Erkan Çalışkan
Dr. Erkan Tekinarslan
Dr. Erman Yükseltürk

Dr. Erol Özçelik
Dr. Ertuğrul Usta
Dr. Esmâ Aybike Bayır
Dr. Esra Yecan
Dr. Fatma Bayrak
Dr. Fatma Keskinkılıç
Dr. Fatih Erkoç
Dr. Fezile Özdamlı
Dr. Figen Demirel Uzun
Dr. Filiz Kalelioğlu
Dr. Filiz Kuşkaya Mumcu
Dr. Funda Erdoğan
Dr. Gizem Karaoğlan Yılmaz
Dr. Gökçe Becit İşçitürk
Dr. Gökhan Akçapınar
Dr. Gökhan Dağhan
Dr. Gül Özüdoğru
Dr. H. Ferhan Odabaşı
Dr. Hafize Keser
Dr. Hakan Tüzün
Dr. Halil Ersoy
Dr. Halil İbrahim Akyüz
Dr. Halil İbrahim Yalın
Dr. Halil Yurdugül
Dr. Hanife Çivril
Dr. Hasan Çakır
Dr. Hasan Karal
Dr. Hatice Durak
Dr. Hatice Sancar Tokmak
Dr. Hüseyin Bicen
Dr. Hüseyin Çakır
Dr. Hüseyin Özçınar
Dr. Hüseyin Uzunboylu
Dr. Işıl Kabakçı Yurdakul
Dr. İbrahim Arpacı
Dr. İlknur Resioğlu
Dr. Kadir Demir
Dr. Kerem Kılıçer
Dr. Kevser Hava

Dr. Levent Çetinkaya
Dr. M. Emre Sezgin
Dr. M. Fikret Gelibolu
Dr. Mehmet Akif Ocak
Dr. Mehmet Barış Horzum
Dr. Mehmet Kokoç
Dr. Mehmet Üçgül
Dr. Melih Engin
Dr. Melike Kavuk
Dr. Meltem Kurtoğlu
Dr. Muhittin Şahin
Dr. Mukaddes Erdem
Dr. Murat Akçayır
Dr. Mustafa Sarıtepeci
Dr. Mustafa Serkan Günbatır
Dr. Mustafa Yağcı
Dr. Mutlu Tahsin Üstündağ
Dr. Müge Adnan
Dr. Nadire Çavuş
Dr. Necmi Eşgi
Dr. Nezih Önal
Dr. Nuray Gedik
Dr. Nurettin Şimşek
Dr. Onur Dönmez
Dr. Ömer Faruk İslim
Dr. Ömer Faruk Ursavaş
Dr. Ömer Delialioğlu
Dr. Ömür Akdemir
Dr. Özcan Erkan Akgün
Dr. Özden Şahin İzmirli
Dr. Özgen Korkmaz
Dr. Özlem Baydaş
Dr. Özlem Çakır
Dr. Pınar Nuhoğlu Kibar
Dr. Polat Şendurur
Dr. Ramazan Yılmaz
Dr. Recep Çakır
Dr. Sabiha Yeni
Dr. Sacide Güzin Mazman

Dr. Salih Bardakçı
Dr. Sami Acar
Dr. Sami Şahin
Dr. Selay Arkün Kocadere
Dr. Selçuk Karaman
Dr. Selçuk Özdemir
Dr. Serap Yetik
Dr. Serçin Karataş
Dr. Serdar Çiftçi
Dr. Serhat Kert
Dr. Serkan İzmirlil
Dr. Serkan Şendağ
Dr. Serkan Yıldırım
Dr. Serpil Yalçınalp
Dr. Sibel Somyürek
Dr. Soner Yıldırım
Dr. Şafak Bayır
Dr. Şahin Gökçearslan
Dr. Şeyhmus Aydoğdu
Dr. Tarık Kışla
Dr. Tayfun Tanyeri
Dr. Tuğba Bahçekapılı
Dr. Turgay Alakurt
Dr. Türkan Karakuş
Dr. Tolga Güyer
Dr. Uğur Başarmak
Dr. Ümmühan Avcı Yücel
Dr. Ünal Çakıroğlu
Dr. Veysel Demirer
Dr. Vildan Çevik
Dr. Volkan Kukul
Dr. Yalın Kılıç Türel
Dr. Yasemin Deminarslan Çevik
Dr. Yasemin Gülbahar
Dr. Yasemin Koçak Usluel
Dr. Yasin Yalçın
Dr. Yavuz Akbulut
Dr. Yusuf Ziya Olpak
Dr. Yüksel Göktaş

* Liste isme göre alfabetik olarak oluşturulmuştur. / List is created in alphabetical order.

İletişim Bilgileri / Contact Information

İnternet Adresi / Web: <http://dergipark.gov.tr/etku>

E-Posta / E-Mail: tguyer@gmail.com

Telefon / Phone: +90 (312) 202 17 38

Adres / Address: Gazi Üniversitesi, Gazi Eğitim Fakültesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, 06500 Teknikokullar - Ankara / Türkiye

Makale Geçmişi / Article History

Alındı/Received: 20.09.2019

Düzeltilme Alındı/Received in revised form: 23.11.2019

Kabul edildi/Accepted: 27.11.2019

**ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK DESTEKLİ SİMETRİ ÖĞRETİMİNİN İLKOKUL
ÖĞRENCİLERİNİN AKADEMİK BAŞARILARINA ETKİLERİ VE ÖĞRENCİ
GÖRÜŞLERİ**

Serhat Altıok¹

Öz

Mobil artırılmış gerçeklik ile desteklenmiş matematik öğretiminin ilkökul öğrencilerinin simetri başarılarına etkilerini ve öğrencilerin mobil artırılmış gerçeklik ve bütünleştirildiği öğretim sürecine ilişkin görüşlerini belirlemek amacıyla gerçekleştirilen bu araştırma karma araştırma yöntemine uygun olarak yürütülmüştür. Araştırmanın nicel boyutunda ön test-son test kontrol grupsuz yarı deneysel desen; nitel boyutunda ise temel yorumlayıcı desen kullanılmıştır. Nicel veriler, simetri başarı testi ile elde edilirken; nitel veriler için ise öğrenci görüş formu kullanılmıştır. Araştırmaya, uygun örnekleme yönteminden yararlanılarak belirlenmiş olan ve 2018-2019 eğitim-öğretim yılı güz döneminde bir devlet okulunun üçüncü sınıf düzeyinde öğrenim gören 29 öğrenci dâhil edilmiştir. Elde edilen verilerin analizinde normallik varsayımlarının incelenmesi sonucunda belirlenen ilişkili örneklem için t testi ve içerik analizi yöntemi kullanılmıştır. Araştırma sonuçları genel olarak ele alındığında, ilkökul üçüncü sınıf öğrencilerinin simetri kavramı ve simetri oluşturma başarılarının anlamlı bir şekilde yükseldiği belirlenmiştir. Öğrencilerin simetrik olma ya da olmama, noktanın simetrisi, yansıma (dikey ve yatay) simetrisi gibi temel görevlerde daha başarılı olduğu; döndürme, kaydırma ve çapraz simetri gibi karmaşık görevlerde daha fazla hata yaptığı belirlenmiştir. Ayrıca, öğrencilerin matematik öğretimi sürecinde deneyimlediği mobil artırılmış gerçeklik ile ilgili olumlu görüşlere sahip olmasına rağmen, hissettikleri olumsuz durumlar ve çekinceleri belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: ilkökul öğrencileri, matematik öğretimi, simetri, mobil artırılmış gerçeklik, akademik başarı

¹ Arş. Gör., Kırıkkale Üniversitesi, serhataltiok@hotmail.com, orcid.org/0000-0001-6656-8692

THE EFFECTS OF AUGMENTED REALITY SUPPORTED INSTRUCTION ON ELEMENTARY STUDENTS' ACADEMIC ACHIEVEMENT AND THE OPINIONS OF STUDENTS

Abstract

It is aimed to determine the effect of symmetry teaching supported by mobile augmented reality on symmetry achievements and the participants' views about the process in the study, which is designed with mixed research method. The quantitative dimension of the research was carried out in accordance with "pretest-posttest quasi-experimental design without control group" and the qualitative dimension of the study was in accordance with "basic interpretive design" which is a type of qualitative research. Quantitative data were obtained by symmetry achievement test and qualitative data were obtained by student opinion form. The participants of the study consisted of 29 students attending the third grade of a public school in the fall semester of 2018-2019 academic years. In the analysis of the quantitative data, paired samples t-test, which was determined by examining normality assumptions, was used. The content analysis method was used in the analysis of qualitative data. When the results of the study were considered, it was determined that the success of forming symmetry of the third grade students increased significantly. While the students were found to be more successful in basic tasks such as being symmetrical or not, point symmetry, line of symmetry, reflection (vertical and horizontal) symmetry etc., it was determined that they made more mistakes in complex tasks such as rotational symmetry, transformation and translation etc. Although students had positive opinions about the use of mobile augmented reality in mathematics teaching process, negative situations and restrictions were also identified.

Keywords: elementary school students; teaching mathematics; symmetry; mobile augmented reality; academic achievement

Summary

Symmetry is used in many different fields such as mirrors and images in science, pattern in fine arts, choreography in art, design in engineering and architecture, modelling and encryption in informatics etc. In addition, symmetry makes easier to learn topics such as equations, graphs, coordinate plane, area, problem solving in mathematics. This is due to the fact that on the one hand symmetry develops problem solving skills, morphology and aesthetic perception, and the connection among probability, algebra and geometry on the other hand. Because of the importance, the concept of symmetry has been included in the curricula in the context of the concept of accompaniment and reflection symmetry beginning from the first grade of primary school. However, it is seen that there are great difficulties in the teaching of symmetry which is embraced from the young age level and the scope of which is expanded in the upper age levels. In the related literature, the technological attempts in symmetry teaching and similar suggestions draw attention.

In the study, which is designed with mixed research method, it is aimed to determine the effect of symmetry teaching supported by Mobile Augmented Reality (MAR) on symmetry achievements and the participants' views about the process. In this context, the quantitative dimension of the research was carried out in accordance with "pretest-posttest quasi-

experimental design without control group" and the qualitative dimension of the study was in accordance with basic interpretive design. The participants of the study consisted of 29 students attending the third grade of a public school in the fall semester of 2018-2019 academic years. The convenient sampling method, which is one of the non-random sampling types, was used in order to determine the study group.

In order to develop AR supported teaching material, the interviews were conducted with an elementary school teacher and a mathematics. According to opinions and suggestions of teachers, the concept of symmetry, the line of symmetry, vertical symmetry and horizontal symmetry and cross (diagonal) symmetry and symmetry skills related to the acquisition of skills are focused with the designed activity booklet. The pointer production tool "HP Reveal Studio" was used to enable the visual and animations prepared during the content development process to interact with the activity book. Expert opinions were received for teaching material developed from a large number of faculty and teachers, as well as from a program development specialist. Following the corrections and improvements determined by expert opinions, a pilot study was carried out with 12 students in the third grade of a public school in the fall semester of 2017-2018 academic years.

Elementary school teachers were given practical training on how to use the activity booklet with the support of MAR technology one week before the start of the experimental practice. The researcher only helped to overcome the technical problems during the application process and the collection of the tablet computers was made available for use again. Eight tablet computers were used for teachers and students in the process. The application lasted for four days in line with the situations in the classroom and the needs of the students.

Symmetry Achievement Test (SAT) and Student Opinion Form (SOF) were used as data collection tool in the research. The SAT was applied to the students in a printed form for 40 minutes the day before the start of the teaching. After the completion of all sub-tasks in the activity booklet, the SAT was applied again as a printed form and with the same time limit. After completing the instruction and collecting the quantitative data, the SOF was filled out by the students and the data collection process was completed.

In order to determine the statistical technique to be used in the study, an equal number of pre-test and post-test SAT sheets were evaluated and it was examined whether the data showed normal distribution. The descriptive statistics, normality test and graphs were examined and it was determined that the data showed normal distribution. As a result of examining normality assumptions, it was decided to use Paired Samples T-Test in the analysis of quantitative data. The content analysis method was used for analysing the qualitative data collected in order to investigate the causes and results of quantitative data in depth, to eliminate the deficiencies and to reveal different dimensions.

When the pre-test and post-test results are examined, it is seen that MAR supported teaching has a significant effect on the symmetry achievement of third grade students. The significant difference may be due to the various effects of the teaching process supported by MAR. In order to determine these effects, the positive opinions about MAR technology, which are obtained from the students' views, are grouped under the headings as "facilitating learning", "enjoyable and fun", "high visual and interesting", "practical and useful" and "providing individual control". Negative views on MAR technology were handled under the

headings such as "late opening of content, opening of wrong content due to matching and insertion of opened content" and "avoiding due to damaging the mobile device".

As a result of the study, it is seen that the third grade students significantly increased their success in terms of the concept of symmetry and the formation of symmetry. In addition, it can be said that although the success in symmetry or non-symmetry, the symmetry of the point, the symmetry of the line, the vertical and horizontal symmetry are higher, the errors and the number of the symmetry line and the cross symmetry make more errors, the students have more errors in the line and number of symmetry and cross symmetry. In addition, it is seen that students have positive opinions about MAR technology that they have experienced in the process. Despite the fact that positive opinions were concentrated under the titles of increasing success, increasing motivation, creating opportunities for self-study and evaluation, some negative situations were emphasized by the participants. Negative opinions include some examples like the desire to use tablets, the lack of familiarity with AR technology, and problems related to internet connection.

Giriş

Temel hedefleri arasında öğrencilere şekiller ile özellikleri, dönüşüm, konum ve görselleştirme bilgi ve becerilerinin kazandırılması bulunan geometri (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2000) eleştirel düşünme, problem çözme, mantıksal düşünme becerilerini ve uzamsal beceriyi geliştirmenin yanı sıra matematik başarısını da dolaylı olarak geliştirmektedir (Baykul, 2002; Duatepe & Ubuz, 2004). Geometri alt öğrenme alanında yer alan ve matematik öğretiminde önemli bir yeri olan simetri ise hayatın gerçek bir parçası olduğundan yaşamın her noktasında sıklıkla rastlanan bir kavramdır ve Tablo 1’de görüldüğü üzere dört tür altında sınıflandırılmaktadır (Britton & Seymour, 1989’dan akt. Aktaş, 2015; György, 2007).

Tablo 1. Simetri Türlerine İlişkin Açıklama ve Örnek Gösterimler

Yansıma (Ayna) Simetrisi	Öteleme (Kayma) Simetrisi	Döndürme Simetrisi	Ötelemeli -Yansıma Simetrisi
			
Düz bir çizginin diğer kısmında şeklin eşit uzaklık ve zıt yönlü görünümü	Şekil üzerinde yer alan tüm noktaların aynı uzaklık, aralık ve yönde hareket ettirilmiş görünümü	Şeklin yüzeye dik bir eksen etrafında döndürülerek hareket ettirilmiş görünümü	Şeklin düz bir çizgi üzerine birbirini takip eden yansıma ve öteleme ile oluşan görünümü

Simetri kavramı, matematik dersinin bütünü, farklı dersler ve günlük yaşamdan pek çok alanda kullanılan ve büyük önem taşıyan anahtar kavramlardan biridir (Leikin, Berman & Zaslavsky, 2000; Knuchel, 2004; Son, 2006; Köse, 2012). Fen bilimlerinde aynalar ve görüntü,

görsel sanatlarda örüntü, sanatta koreografi, mühendislik ve mimarlıkta tasarım, bilişim sektöründe tasarım ve şifreleme gibi çok farklı alanlarda yararlanılan simetri, matematik alanı özelinde ise denklem, grafik, koordinat düzlemi ve alan gibi konuların öğrenilmesini kolaylaştırmaktadır (Pesen, 2006; Olkun & Uçar, 2012). Çünkü simetri konusu bir yandan problem çözme becerisi, şekil bilgisi ve estetik algısını geliştirirken (denge, orantı, düzen ve uyum özelliği); diğer bir yandan ise olasılık, cebir ve geometri arasında bağlantı kurulmasını sağlamaktadır (Allendoerfer, 1969; Leikin vd., 2000; Olkun, 2006; Weyl, 2015). Görülen bu önem nedeniyle, simetri kavramının öğretimine ilkökul birinci sınıfta eşlik kavramı sayesinde örtük olarak başlanırken; ileri sınıf düzeylerinin öğretim programlarında yansıma simetrisi bağlamında, ön şartlılık ilkesi doğrultusunda (Altun, 2008) ve sarmal yaklaşıma uygun olarak (Ersoy, 2006) yer verilmektedir (MEB, 2009). Ancak, alanyazında yer alan çok sayıda araştırma, simetri kavramının öğretiminde büyük zorluklar yaşandığını göstermektedir (Aksoy & Bayazıt, 2010; Aygün & Yemen Karpuzcu, 2013; Karadeniz, Baran, Bozkuş & Gündüz, 2015; Köse, 2008; Köse, 2012; Köse & Özdaş 2009; Leikin vd., 2000; Xistouri, 2007; Zembat, 2007):

- Simetri eksen(ler)inin tespit edilememesi,
- İki eş parçaya bölen her doğrunun simetri eksenini olarak görülmesi,
- Simetri için kritik noktaların belirlenememesi ve yansıtılamaması
- Simetri eksenine farklı uzaklıkta yer alan şekillerin yansıtılması,
- Yatay şeklin simetrisinin yatay, dikey şeklin simetrisinin dikey olması yanılgısı,
- Simetri ekseninin eğik olduğu durumlarda yansımaların belirlenememesi.

Simetri konusunda yaşanan bu zorluk ve sorunların aşılmasında öğretim sürecinin Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisi ile desteklenmesi ya da başka bir deyişle zenginleştirilmesi etkili bir seçenek olabilir. Tarihte ilk kez, II. Dünya savaşı sırasında savaş pilotlarının uçuş kalitesi ve performansını arttırmak amacıyla pilotun gerçek görüş açısında yer alan cam ya da yerleştirilmiş saydam ekran üzerine ihtiyaç duyduğu dijital verilerin anlık olarak işlenmesi biçiminde kullanılan bu teknoloji (Berryman, 2012), gerçek ve sanal nesnelerin eş zamanlı etkileşimi yoluyla, gerçek dünya ile dijital objelerin birleştirildiği bir teknoloji olarak tanımlanmaktadır (Azuma, 1997; Livingston, Ai, Karsch & Gibson, 2011). Gerçek nesneler ile dijital içeriklerin teknolojinin sağladığı etkileşim olanakları yoluyla eşzamanlı olarak birleştirilmesi olarak tanımlanabilen AG sürecinde gerçek nesne, dijital içerik ve teknoloji ile aralarındaki etkileşim Şekil 1’de görülmektedir.



Şekil 1. Artırılmış Gerçeklik

Şekil 1’de de görüldüğü üzere AG, gerçek nesnelere ile resim, metin, ses, video, animasyon ve 3 boyutlu model gibi dijital çoklu ortam içeriklerinin bir ya da birkaçının bilgisayar, tablet bilgisayar, akıllı telefon, akıllı gözlük gibi cihazların sağladığı kamera ve sensör (mesafe, konum-GPS, ivme vb.) olanakları sayesinde gerçek dünyada ya da cihaz ekranında eş zamanlı olarak birleştirilmesi olarak en geniş biçimde ifade edilebilir. Bu birleştirmenin gerçek dünyada görüntülenmesi durumunda optik temelli, cihaz ekranı üzerinde görüntülenmesi durumunda ise video temelli olarak adlandırılan AG (Azuma, 1997; Somyürek, 2014), işlenen veri türü açısından ise görüntü tabanlı (image-based) ve konum tabanlı (location-based) olmak üzere iki grup altında sınıflandırılmaktadır (Cheng & Tsai, 2013; İçten & Bal, 2017). Ayrıca, hedef kitle ve kullanım alanı açısından değerlendirildiğinde ise bu teknolojinin "düşük tabanlı ve yüksek tavanlı" (çok küçük ve çok büyük yaş grupları tarafından kullanılabilir) ve "geniş duvarlı" (pek çok farklı türde ve alanda proje geliştirilebilir) olduğu söylenebilir. Tüm bu çeşitlilik doğrultusunda AG teknolojisine sağladığı fayda ve olanaklar alanyazında farklı kaynaklarda şu şekilde gösterilmektedir (Kaufmann & Schmalstieg, 2003; O’Brien & Toms, 2005; Walczak, Wojciechowski & Cellary, 2006; Oh & Woo, 2008; Chen, Chi, Hung & Kang, 2011; Wojciechowski & Cellary, 2013; Wu, Lee, Chang & Liang, 2013):

- Öğrenen merkezli olması,
- Farklı düzeylerde kullanılabilir olması,
- Etkileşimi arttırması (öğrenci-öğrenci, öğrenci-içerik, öğrenci-öğretmen),
- Öğrenmeyi anlamlandırması (somuttan soyuta, basitten karmaşığa vb.),
- Kalıcı ve etkili öğrenmeyi sağlaması (birden fazla duyu organına hitap etme vb.),
- Öğrenenleri daha aktif ve sorumluluk sahibi yapması,
- Öğrenme sürecine yönelik ilgi, dikkat ve motivasyonu arttırması.

Bu fayda ve olanakları sayesinde AG, simetri öğretiminde yaşanan zorluk ve sorunların aşılmasında etkili bir müdahale olarak denemeye değer görülmektedir. Ancak ulusal alanyazında geometri öğretiminin AG teknolojisi ile desteklendiği çalışma sayısı henüz yok denilecek kadar az görülmektedir (İbili & Şahin, 2013; Gün & Atasoy, 2017; Topraklıkoğlu, 2018). Bu çalışmalarda ise ağırlıklı olarak cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri, hacim vb. 3B modellerin kullanımına yönelik konular üzerinde çalışıldığı görülmektedir. Dolayısıyla bu çalışma, mobil tabanlı bir artırılmış gerçeklik uygulaması destekli simetri (yansıma) öğretiminde 3B modeller dışında resim, video ve animasyon gibi çoklu ortam içeriklerinin kullanımına örnek teşkil etmesi ve geometri öğretiminde AG teknolojisine kullanımına yönelik alanyazını zenginleştirilmesi açısından önemli görülmektedir. Simetri öğretiminin Mobil Artırılmış Gerçeklik (MAG) ile desteklenmesi amacıyla yürütülen çalışmada ele alınan araştırma soruları şu şekildedir:

- MAG ile simetri öğretiminin öğrencilerin simetri başarısına anlamlı bir etkisi var mıdır?
- Öğrencilerin MAG ve kullanımı konusundaki görüşleri nasıldır?
- Öğrencilerin simetri öğretiminin MAG ile desteklenmesi konusundaki görüşleri nasıldır?

Yöntem

Araştırmanın Modeli

Simetri öğretiminin MAG ile desteklenmesinin öğrencilerin simetri başarıları üzerindeki etkileri ve öğrenci görüşlerinin incelenmesi amacıyla gerçekleştirilen bu çalışmada karma

araştırma yöntemi kullanılmıştır. Karma araştırma yöntemi, nicel ve nitel yöntem ve yaklaşımları ile elde edilen verilerin araştırma amacına uygun bir şekilde birleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Creswell, 2013). Bu sayede her bir yöntemin kendine özgü güçlü yanları ile diğer yöntemin zayıf yanlarının tamamlanması ve daha kapsamlı bir araştırma yapılmasına olanak sağlanması amaçlanmaktadır (Creswell & Plano Clark, 2011). Bu bağlamda nicel araştırma yöntemi olarak öntest-sontest kontrol grupsuz yarı deneysel desen kullanılmıştır. Bu desen tüm değişkenlerin kontrol altına alınmasının mümkün olmadığı durumlarda (örneğin eğitim araştırmalarında farklı öğretim yöntem(ler)inin etkisinin incelenmesi vb.) yaygın olarak tercih edilmektedir (Cohen, Manion & Morrison, 2013; McMillan & Schumacher, 2014). Araştırmanın nitel boyutu ise, herhangi bir durum ya da olaya ilişkin deneyimlerin doğrudan betimlenmesini hedefleyen (Merriam, 2013) temel yorumlayıcı desene uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Bu doğrultuda gerçekleştirilen araştırma süreci Şekil 2’de görülmektedir.



Şekil 2. Araştırma Süreci

Şekil 2’de görüldüğü üzere, araştırmada yer alan katılımcılar kendi sınıf ortamlarında araştırmacı tarafından hazırlanan işaretçi gömülü basılı materyali (etkinlik kitapçığı) MAG teknolojilerinden yararlanarak kullanmıştır. Uygulamanın öncesi ve sonrasında simetri başarı testi uygulanırken, öğrenci görüş formları ise yalnız uygulamanın sonrasında kullanılmıştır.

Katılımcılar

Araştırmaya, 2018-2019 eğitim-öğretim yılı güz döneminde bir devlet okulunun üçüncü sınıf düzeyinde iki şubede öğrenim gören 29 öğrenci dâhil edilmiştir. Araştırmanın çalışma grubunun belirlenmesinde seçkisiz olmayan örnekleme türlerinden biri olan uygun örnekleme (convenient sampling) yönteminden yararlanılmıştır. Bu yöntem, sağladığı zaman ve maliyet tasarrufu sayesinde pratiklik kazandırmaktadır (Yıldırım & Şimşek, 2013; Büyüköztürk, 2016). Çalışmada yer alan katılımcıların şube ve cinsiyete göre dağılımı Tablo 2’de görülmektedir.

Tablo 2. Katılımcıların Şube ve Cinsiyete Göre Dağılımı

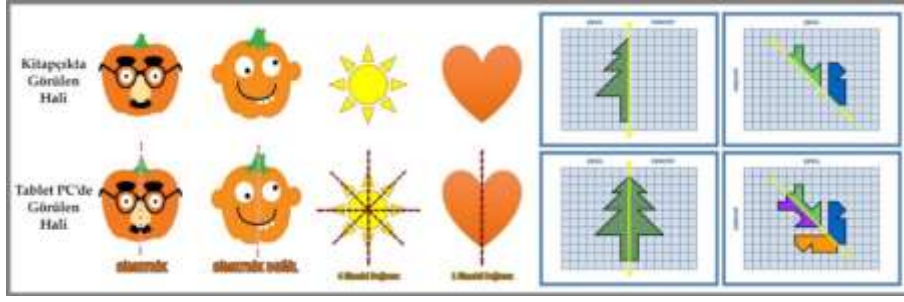
Cinsiyet	A Şubesi		B Şubesi		Toplam	
	N	%	N	%	N	%
Erkek	7	24,14	6	20,69	13	44,83
Kız	8	27,59	8	27,59	16	55,17
Toplam	15	51,72	14	48,28	29	100

Tablo 2’de görüldüğü üzere, çalışma grubunun cinsiyet dağılımı açısından yakın olduğu ve katılımcıların %45’inin kız, %55’inin ise erkek öğrencilerden oluştuğu görülmektedir.

Mobil Artırılmış Gerçeklik Destekli Etkinlik Kitapçığı

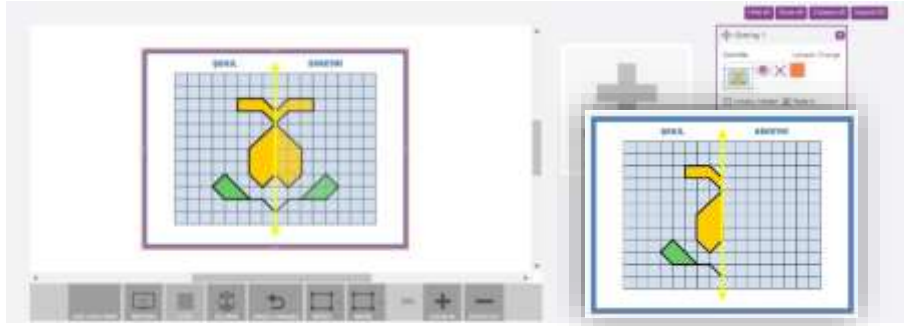
İlkokul seviyesinde matematik öğretiminde kullanılacak olan AG destekli bir öğretim materyalinin geliştirilmesi amacıyla ilk olarak farklı iki devlet okulunda görev yapan 10 yıl deneyime sahip bir sınıf öğretmeni ve altı yıl deneyime sahip bir matematik öğretmeni ile görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmelerde öğretmenlere AG teknolojisi açıklanmış, mevcut AG örnekleri sunularak denemeleri istenmiştir. Bu kullanımın ardından öğrencilerin zorlandıkları matematik konuları sorulmuş, ifade edilen konulardan hangisi ya da hangilerinin öğretiminde yaşanan sorunlara AG teknolojisi ile daha etkili çözüm getirilebileceği tartışılmıştır. Görüşmeler sonucunda simetri konusunun öğretiminde AG ile desteklenmesinin daha anlamlı ve etkili olabileceği kanısına varılmıştır. İkinci görüşmede simetri öğretiminde yaşanan zorluklar, öğretimin etkililiğini arttırmak için yapılması gerekenler, öğrencilerin ön bilgi ve hazırbulunuşluk düzeyleri konusunda bilgi alınmıştır. Bu görüşmede simetri öğretiminin bu yaş düzeyinde yansıma simetrisi odaklı olarak simetri aynası, izometrik kâğıt, karton şerit ve simetri oluşturulabilecek blok ve tangram setleri gibi yardımcı materyalleri ile yürütüldüğü belirlenmiştir. Bu görüşün, öğretmenlerin geometri öğretiminde başvurduğu somut öğretim materyallerinin sıklığını ele alan çalışmalarda geometri tahtası, simetri aynası, izometrik kâğıt, tangramların gösterilmesi bulgusu ile paralellik gösterdiği belirlenmiştir (Tuncel, Argon, Kartallıoğlu ve Kaya, 2011; Yazlık, 2018). Ancak, görüşmede bu materyallerin öğrenciler tarafından öğretim amacı dışında (oyun oynama vb.) kullanılması, materyallerin sadece sınıf içi kullanım ile sınırlı kalması ve simetri oluşturma konusunda her öğrencinin yeterli nitelikte değerlendirilememesi ve geribildirim verilememesinin süreçte en çok hissedilen sorunlar olduğu öğrenilmiştir.

Edinilen bilgiler ve ders kitabı incelemesi sonucunda simetri öğretiminde kullanılacak işaretçi gömülü etkinlik kitapçığının içeriği ve bu kitapçığın MAG ile desteklenmesinde dikkat edilecek hususlar belirlenmiştir. Bu doğrultuda geliştirilecek materyalde renkli ve ilgi çekici görsellerin kullanılması, metin türünde sunulan bilgilerin az olması, alıştırma sayısının fazla olması ve içeriğin basitten karmaşığa doğru aşamalı olarak sıralanması gibi özelliklere uygun olarak tasarlanmasına karar verilmiştir. Bu temel hedefler dâhilinde tasarlanan etkinlik kitapçığı ile simetri kavramı, simetri doğrusu, dikey simetri, yatay simetri ve çapraz (köşegen) simetriye ilişkin bilgi ve simetri oluşturma becerilerinin kazandırılmasına odaklanılmıştır. Bu kararlar ve hedefler doğrultusundan öğretim materyalleri araştırmacı tarafından geliştirilmiştir. Geliştirme sürecinde, görsellerin düzenlenmesi amacıyla Adobe Photoshop, simetri çiziminin nasıl yapıldığını gösteren animasyonların hazırlanmasında Adobe Flash, simetri etkinlik kitapçığının tasarımı için MS Publisher programları kullanılmıştır. Etkinlik kitapçığı tasarımı ve MAG uygulamasında görsele karşılık olarak ekrana gelen çoklu ortam içerik örnekleri Şekil 3’de görülmektedir.



Şekil 3. Etkinlik Kitapçığından Örnekler ve AG Uygulaması ile Tablette Görülen Resim İçerikleri

Kitapçıkta yer alan görsellerle ilişkilendirilecek ve konu anlatımı amacıyla kullanılan animasyonların AG ile kullanılabilmesi için video formatında olması gerekmektedir. Bu nedenle animasyonların ideal özelliklerde videolara dönüştürülmesi ve düzenlenmesinde ise Adobe Premiere ve video dönüştürücü bir yazılım kullanılmıştır. Şekil 2’de de görüldüğü üzere hazırlanan çoklu ortam içeriklerinin (resim-resim, resim-video, resim-3D model vb.) etkinlik kitabı ile etkileşimini sağlamak amacıyla Şekil 4’te görülen HP Reveal (Eski adı Aurasma) Studio adlı işaretçi üretim aracından yararlanılmıştır.



Şekil 4. HP Reveal (Aurasma) Studio ile Materyale Etkileşim Eklenmesi

AG içeriklerinin oluşturulmasından önce Tablo 3’te yer alan AG işaretçi üretim araçları incelenmiş ve kullanım kolaylığı, kullanılabilirlik, dijital içeriklerin türü, AG teknolojisinin kullanım amacı gibi ölçütler doğrultusunda HP Reveal Studio aracının kullanılmasına karar verilmiştir.

Tablo 3. Artırılmış Gerçeklik İşaretçi Üretim Araçlarına İlişkin Çeşitli Özellikler

Araç	Lisans	Sahne	Veri İşleme	Teknoloji	Kullanım
Alive	Ücretsiz	VT	GT (İTO)	B - M	Çi
ARToolKit	Ücretsiz	OT - VT	GT (İT – İTO) - KT	B - M - G	Çi - ÇD
Augment	Ücretsiz	VT	GT (İT – İTO)	B - M	Çi
HP Reveal	Ücretsiz	VT	GT (İT)	M	Çi
BlippAR	Ücretsiz	OT - VT	GT (İT – İTO)	M - G	Çi
EasyAR	Ücretsiz	VT	GT (İT)	M	Çi
Junaio	Ücretsiz	OT - VT	GT (İT) - KT	M - G	Çi
LayAR	Ücretli	VT	GT (İT – İTO)	M	Çi
Quiver	Ücretli	VT	GT (İT)	M	Çi
Vuforia	Ücretsiz - Ücretli	OT - VT	GT (İT – İTO) - KT	B - M - G	Çi - ÇD
Wikitude	Ücretli	OT - VT	GT (İT – İTO) - KT	M - G	Çi

OT: Optik Temelli, **VT:** Video Temelli,

GT: Görüntü Tabanlı, (**İT:** İşaretçi Tabanlı, **İTO:** İşaretçi Tabanlı Olmayan), **KT:** Konum Tabanlı

B: Bilgisayar, **M:** Mobil Cihazlar, **G:** Gerçek Çevre (Gözlük)

Çi: Çevrimiçi, **ÇD:** Çevrimdışı

Geliştirilen öğretim materyali için Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü'nden iki öğretim üyesi, Matematik Eğitimi Anabilim Dalı'ndan iki öğretim üyesi, Sınıf Eğitimi Anabilim Dalı'ndan iki öğretim üyesi, iki sınıf öğretmeni, iki ilköğretim matematik öğretmeni ve bir program geliştirme uzmanından görüş alınmıştır. Uzman görüşü alınırken kullanılan uzman görüş formu Şimşek (1998) tarafından yapılan araştırmada yararlanılan ölçütler uyarınca araştırmacı tarafından yapılan eklemelerle son halini almıştır. Uzman görüş formunda bulunan (a) eğitsel özellikler (hedefe uygunluk, açık ve anlaşılabilir olma, öğrenme gereksinimlerine uygunluk vb.), (b) içerik (bilgilerin doğruluğu, anlaşılır olması, düzeye uygunluğu, basitten karmaşığa doğru aşamalı ilerlemesi vb.), (c) tasarım özellikleri (ilgi/dikkat çekicilik, amaca uygunluk, düzeye uygunluk, yardım ve yönlendirme özellikleri vb.), (d) teknik özellikler (kurulum kolaylığı, kullanım kolaylığı vb.) ve (e) öğretim süresine uygunluk ölçütleri kapsamında uzmanlardan uygun görmediği, eklenmesini ya da düzeltilmesini istediği mevcut ve yeni ifadelerle ilişkin görüşleri açık uçlu olarak alınmıştır. Ayrıca uzmanlardan ilgili ana başlıklarla ilgili "Uygun", "Düzeltilme" ve "Uygun Değil" biçiminde bir değerlendirmede bulunması ve sıfır ile 10 arasında bir puan ile değerlendirmesi de istenmiştir. 10 uzman tarafından yanıtlanan görüş formunda yukarıda belirtilen başlıklara verilen değerlendirme puanlarının ortalamaları ise eğitsel özellikler (9,1), içerik (8,8), tasarım özellikleri (9,4), teknik özellikler (8,8) ve (e) öğretim süresine uygunluk (8,9) olarak belirlenmiştir. Ayrıca, alınan görüş

ve öneriler ışığında materyalde aşağıdaki değişiklik ve iyileştirmeler yapılarak öğretim materyalinin geliştirilmesi tamamlanmıştır:

- Materyale, noktanın simetrisi ve doğrunun simetrisi alma gibi temel düzey anlatım ve alıştırmaların eklenmesi,
- Çapraz (köşegen) simetri alıştırmalarının tek bir yönden simetri çizme yerine farklı yönlerden (simetri/şekil, şekil/simetri, simetri\şekil, şekil\simetri) olacak şekilde değiştirilmesi.

Pilot Uygulama Süreci

Pilot uygulama 2017-2018 eğitim-öğretim yılı güz döneminde bir devlet okulunun üçüncü sınıf düzeyinde öğrenim gören 12 öğrenci ile yürütülmüştür. Bu uygulamaya dâhil edilen öğrencilerin cinsiyete göre dağılımı Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4. Pilot Uygulamaya Dâhil Edilen Katılımcıların Cinsiyete Göre Dağılımı

Cinsiyet	N	%
Erkek	7	58,33
Kız	5	41,67
Toplam	12	100

Tablo 4’de görüldüğü üzere, pilot uygulamaya dâhil edilen katılımcıların yaklaşık %42’sinin kız, %58’inin ise erkek öğrencilerden oluştuğu görülmektedir. Pilot uygulamada ilk olarak, uygulamayı yürütecek olan sınıf öğretmenine etkinlik kitapçığı ve MAG ile nasıl kullanabileceği konusunda uygulamalı bir eğitim verilmiş ve araştırmacı öğretim sürecine teknik destek vermek amacıyla sınıfta hazır bulunmuştur. Pilot uygulama, her bir öğrenci masasına bir tablet bilgisayar (iki öğrenciye bir cihaz) dağıtılarak, bir gün içerisinde iki ders saatinde gerçekleştirilmiş ve süreçten sonra öğrencilere görüş formu uygulanmış ve sınıf öğretmeni ile yüz yüze görüşme yapılarak MAG destekli etkinlik kitapçığı ve kullanımına yönelik görüşler alınmıştır. Bu görüşler doğrultusunda aşağıda örnekleri sunulan bazı değişiklik ve eklemeler yapılmıştır:

- Örüntü ve simetri arasında bağlantı kurulmasına yönelik yeni alıştırmaların eklenmesi,
- Videolarda kullanılan arkaplan (fon) müziğinin değiştirilmesi vb.

Uygulama Süreci

Deneyisel uygulama başlamadan bir hafta önce pilot uygulamada olduğu gibi sınıf öğretmenlerine etkinlik kitapçığının MAG teknolojisi desteği ile nasıl kullanılacağı konusunda uygulamalı bir eğitim verilmiştir. Ayrıca, öğretmenlerin bu teknoloji ile ilgili deneyim ve alışkanlık kazanması amacıyla kendilerine birer adet etkinlik kitapçığı ve AG uygulaması yüklü tablet bilgisayar sağlanarak uygulama için deneme yapması ve alışkanlık kazanması amacıyla tableti kullanması istenmiştir. Uygulama sürecinde araştırmacı pilot uygulamada olduğu gibi teknik destek amacıyla aynı saate denk getirilmeyen uygulamalarda hazır bulunmuştur.

Günlük birer saat olmak üzere toplam üç gün sürecek şekilde planlanan öğretim süreci için her öğrenci için renkli olarak basılmış etkinlik kitapçıkları ve her öğrenci sırasına bir tablet bilgisayar dağıtılmıştır. Süreç, öğretmenler de dâhil olmak üzere sekiz tablet bilgisayar kullanımı ile yürütülmüş, sınıf içinde yaşanan durumlar ve öğrenci ihtiyaçları doğrultusunda planlama aşılarda dört gün sürmüş olup bazı günler iki ders saatine uzamıştır. Bu süreçte ilk gün simetri ve simetri doğrusu, ikinci gün noktanın simetrisi ve doğrunun simetrisi, üçüncü gün şeklin dikey simetrisi ve şeklin yatay simetrisi ve son gün şeklin köşegen simetrisi ve simetrik örüntü ile ilgili çalışmalar yapılmıştır. Araştırmacı, yalnızca teknik konularda yaşanan sorunların aşılması konusunda yardımcı olmuş ve tablet bilgisayarların toplanması, tekrar kullanıma hazır hale getirilmesini sağlamıştır. Etkinlik sürecine ilişkin görüntülerden bir kesit Şekil 5’de görülmektedir.



Şekil 5. Etkinlik Sürecinden Görüntüler

Veri Toplama Araçları

Nicel veri toplama aracı olarak kullanılan Simetri Başarı Testi, Özçakır Sümen (2013) tarafından 40 sorudan oluşacak şekilde tasarlanmış, uzman görüşü ve 355 öğrenci ile gerçekleştirilen pilot uygulama ile madde ayırıcılık gücü ($.30 < m$) ve madde güçlük katsayısı ($.20 < m < .80$) bağlamında incelenmiştir. Bu inceleme sonucunda sekiz soru atılarak içtutarlılık katsayısı .88 olan ve 0 ile 32 arasında puan alınabilen bir ölçme aracı elde edilmiştir.

Uygulama sonunda kullanılan Öğrenci Görüş Formu ise araştırmacı tarafından alanyazın taraması ve araştırmanın amacı doğrultusunda tasarlanmıştır. Tasarlanan form, etkinlik kitapçığı ile birlikte aynı uzmanların görüşüne sunulmuş ve alınan görüşler doğrultusunda görüş formunda AG tanımının anlaşılır bir biçimde verilmesine ve aşağıda örnekleri verilen soruların yer almasına karar verilmiştir:

- Dersinizin AG ile desteklenmesini nasıl buldunuz? Açıklayınız.
- Dersinizde yararlandığınız etkinlik kitapçığını nasıl değerlendirirsiniz?
- Dersinizde yararlandığınız AG uygulamasını nasıl değerlendirirsiniz?
- Dersinizde “AG destekli etkinlik kitapçığı kullanılsa ne eksik kalır ya da zor olurdu?”
- Sizce, bu uygulamanın iyi ve kötü yönleri/özellikleri nelerdir?
- Siz, bu uygulamayı kullanırken ne gibi zorluk/sorunlar yaşadınız?

Verilerin Toplanması ve İncelenmesi

Öğretim başlamadan bir gün önce, Simetri Başarı Testi (ön test) öğrencilere basılı form olarak dağıtılmış ve 40 dakika süre verilerek uygulanmış, sınıf öğretmenleri tarafından gerçekleştirilecek etkinlik, kullanacakları kitapçık ve AG teknolojisi konusunda video gösterimi yolu ile bilgilendirme yapılmıştır. Ayrıca, sınıf öğretmeni süreçte uyulması gereken sınıf ve uygulama kurallarına dikkat çekmiş ve tablet bilgisayarları nasıl ve hangi kurallar çerçevesinde kullanacaklarını öğrencilere açıklamıştır. Etkinlik kitapçığında yer alan tüm alt görevlerin tamamlanması ile birlikte Simetri Başarı Testi (son test) basılı form olarak ve aynı süre sınırı ile tekrar uygulanmıştır. Öğretimin tamamlanması ve son test nicel verilerin toplanmasının ardından dağıtılan görüş formu öğrenciler tarafından doldurulmuş ve veri toplama işlemi tamamlanmıştır.

Gerçekleştirilen çalışmada kullanılacak istatistiksel tekniğin belirlenmesi amacıyla eşit sayıdaki ön test ve son test simetri başarı sınav kâğıdı değerlendirmeye alınmıştır. Ön test ve son test verilerinin analizinde kullanılacak istatistiksel tekniğin belirlenmesinde Tablo 5'te görülen betimsel istatistikler normal dağılım açısından incelenmiştir:

Tablo 5. Ön Test ve Son Test Sonuçlarına İlişkin Betimsel İstatistikler

	N	\bar{X}	Ortanca	SS	Çarpıklık	Basıklık	Shapiro-Wilk (Sig.)
Ön Test	29	14,62	13,68	6,11	,471	-1,015	,411
Son Test	29	21,17	22	3,98	-,217	-,872	,727

Tablo 5 incelendiğinde, ortalama ve ortancanın birbirine yakın, çarpıklık ve basıklık katsayılarının +1,5 ve -1,5 aralığında (Tabachnik & Fidell, 2015) ve Shapiro-Wilk testi anlamlılık sonuçlarının .05'ten büyük olduğu belirlenmiştir. Bu istatistiksel sonuçların yanı sıra Q-Q Plot, Histogram ve Box Plot grafikleri incelenmiş ve verilerin normal bir dağılım gösterdiği belirlenmiştir. Normallik varsayımlarının incelenmesi sonucunda nicel verilerin analizinde ilişkili örneklem için t testi kullanılmasına karar verilmiştir. Bu test, "iki ilişkili grubun aritmetik ortalamaları arasındaki farkın anlamlılığını sınamak amacıyla" kullanılmaktadır (Büyüköztürk, 2016). Nicel verilerin neden ve sonuçlarının derinlemesine incelenmesi, eksiklerinin giderilmesi, farklı boyutlarının ortaya çıkarılmasını sağlamak amacıyla toplanılan nitel veriler incelenirken içerik analizi (çözümlemesi) yöntemi kullanılmıştır (McMillan & Schumacher, 2014). Bu amaçla ilk olarak görüş formları kişi bazlı olarak kelime işlemci programa aktarılmış ve NVivo 10 programına dâhili dosya olarak (internal) yüklenmiştir. Nvivo 10 programında gerekli tanımlama ve sınıflamaları yapılan katılımcılara ait görüşler araştırma amacına uygun şekilde kodlanmış ve temalar oluşturulmuştur. Elde edilen bulgular doğrudan alıntılar yoluyla ve anonim bir yapıda sunulmuştur.

Bulgular

MAG ile desteklenmiş simetri öğretiminin ilkökul üçüncü sınıf öğrencilerinin simetri başarılarına etkilerini incelemek amacıyla gerçekleştirilen bu araştırmada uygulanan simetri başarı testi ön test ve son test verilerine ilişkin sonuçlar Tablo 6’da görülmektedir.

Tablo 6. Uygulama Öncesi ve Sonrası Simetri Başarı Puanlarına İlişkin T-Testi Sonuçları

Simetri Başarısı	Ön Test		Son Test		p
	\bar{X}	SS	\bar{X}	SS	
	15,08	6,63	20,42	4,08	,000

Ön-test ve son-test sonuçları incelendiğinde, MAG ile desteklenmiş öğretimin üçüncü sınıf öğrencilerinin simetri başarıları üzerinde anlamlı bir etki (fark) yarattığı görülmektedir. Tespit edilen bu anlamlı fark, öğretim sürecinin MAG ile desteklenmesinin çeşitli etkilerinden kaynaklanıyor olabilir. Bu etkileri belirleyebilmek amacıyla öğrencilere yöneltilen görüş formu ile elde edilen yanıtların çözümlenmesi sonucunda tespit edilen bulgular farklı temalar altında ve doğrudan katılımcı ifadeleri kullanılarak ifade edilmiştir.

Simetri öğretiminin MAG ile desteklenmesi, öğrenciler tarafından “öğrenmeyi kolaylaştırıcı” olarak görülmüştür. Bu bulguya ilişkin bazı doğrudan katılımcı ifadeleri şu şekildedir:

K3; “Dersleri biraz daha kolaylaştırdı. İstedığın kadar izleyebiliyorsun çünkü...”, **K12;** “Maddeleri uygulamayı kolaylaştırdı, kolayca çizebildim...”, **K2;** “Hızlı öğrendim. Çizgi film gibiydi ya hemencicik öğrendim...”, **K1;** “İyi oldu çünkü hepsini öğrendik. Yanlışsa baktık birbirimize yardım ettik...”, **K8;** “Bu şekilde daha iyi öğrendim. Çünkü hepsini kendim yaptım kendim baktım. Arkadaşlarıma da yardım ettim...”, **K7;** “Çapraz olanları beğenmedim. Onlar zordu ama tabletle deneye deneye yapabildik, artık tabletsiz de yapabilirim...”

Simetri öğretiminin MAG ile desteklenmesi, öğrenciler tarafından “zevкли ve eğlenceli” olarak görülmüştür. Bu bulguya ilişkin bazı doğrudan katılımcı ifadeleri şu şekildedir:

K5; “Çok hoşuma gitti. Çünkü dersi böyle yapmak daha zevкли...”, **K6;** “Benim böyle ders çok hoşuma gitti, eğlendik bi de çok güldük...”, **K12;** “Çok mutluyum...”, **K10;** “Çok iyiydi. Dersi böyle daha çok sevdim...”

Simetri öğretiminin MAG ile desteklenmesi, öğrenciler tarafından “görselliği yüksek ve ilgi çekici” olarak görülmüştür. Bu bulguya ilişkin bazı doğrudan katılımcı ifadeleri şu şekildedir:

K1; “Tabletin gösterdiği renkleri çok sevdim. Kitaplardaki renkler çok kötü olduğundan bu renkler çok daha güzeldi...”, **K11;** “Üç boyutlu gibi göstermesi iyiydi. Filmlerde de çok gördüğüm için bildiğim bişeydi. Herkes çok şaşırıyor ama ben şaşırmadım...”, **K2;** “3D olarak görmek güzel. Hem de animasyon çok sevdiğim için bunu da sevdim...”

Simetri öğretiminde kullanılan etkinlik kitapçığı, öğrenciler tarafından “kullanışlı ve faydalı” olarak görülmüştür. Bu bulguya ilişkin bazı doğrudan katılımcı ifadeleri şu şekildedir:

K3; “Bize dağıtılan kitaplar çok öğreticiydi. Çünkü herşey düşünmüştünüz.”, **K8;** “Kullanması o kadar kolay ki. Ne yapacağımız hep belliydi, teşekkür ederim.”, **K5;** “Hep kullanılabilir çünkü hem kolay hem de güzel...”, **K6;** “Bizim kitaplarımızdan daha faydalı bence...”.

Öğrenciler, MAG uygulamasının olumlu yönlerini “istendiği zaman ve istenen sayıda kontrol etme ihtiyacını karşılaması, kılavuzdaki içeriklerle birebir örtüşmesi ve kitapçıkta yer alan çizimlerin tamamlanmış halini orijinal olarak göstermesi” olarak belirtmişlerdir. Bu bulguya ilişkin bazı doğrudan katılımcı ifadeleri şu şekildedir:

K8; “Tabletin göstermesini beğendim. Aynısı çıkıyor o çok güzel...”, **K3;** “Tabletin kontrol etmesini çok beğendim. Yanlış yaptığını hemen görüp değiştiriliyor. Çünkü öğretmenimiz yetişemez...”, **K4;** “Tabletin hepsini göstermesini beğendim. Bütünlenmişini gördük hep...”, **K7;** “Tabletin doğruları tüm göstermesi. Kitaplarda bu yok çünkü...”.

Öğrenciler, MAG uygulamasının olumsuz yönlerini ise “içeriklerin zaman zaman geç açılması, takılıp kalması, yanlış içeriğin açılması” olarak ifade etmişlerdir. Bu bulguya ilişkin bazı doğrudan katılımcı ifadeleri şu şekildedir:

K1; “Uygulamada bazıları geç açıldı. Öğretmenimiz internet yüzünden dedi. Keşke takılmasaydı...”, **K3;** “Tabletin bazı yerlerde takılıp yapmaması. Öğretmenimiz yaparken oldu hep ama bizde bazen açılmadı...”, **K6;** “Tablette bazı yerlerin yanlış açılması. Kamerayı denk getiremeyince başka resimler açılıyordu...”.

Öğrenciler, MAG kullanımında yaşanan zorluk/sıkıntılara “mobil cihaza zarar vermekten çekinme, videoları durduramama, kafa karışıklığı yaşama” gibi yanıtlar vermişlerdir. Bu bulguya ilişkin bazı doğrudan katılımcı ifadeleri şu şekildedir:

K9; “Taplete zarar veririm diye ellemedim de sonra kullandım. Keşke hep kullansaymışım...”, **K6;** “Tablette açılan videoları durduramamak. Anlamayınca durduramıyorsun baştan başlıyor sürekli onu bekliyorsun...”, **K7;** “Benim kafam biraz karıştı. Kitap var tablet var öğretmenim de var...”.

Başka bir dersin ya da konunun AG ile desteklenmesi konusunda tüm katılımcılar kullanılmasının olumlu olacağı şeklinde görüşler ifade etmişlerdir. Bu bulguya ilişkin bazı doğrudan katılımcı ifadeleri şu şekildedir:

K1; “Kullanılsın çünkü her şey daha güzel görünür. Fende çok iyi olurdu. Çünkü dünyayı görürdük. İçini yani, göremediğimiz kısımları var ya onları...”, **K2;** “Fen ve İngilizcede kullanılsın. Tüm dünyayı katmanlarını görmek ve nasıl canlandığını iyi olur. Bi de İngilizce kelimelere tutunca ne olduğunu gösterse çok kullanırım...”, **K3;** “Çok güzel olur. Mesela fen, hayat bilgisi, Türkçe ve İngilizcede daha güzel ders işleyebiliriz. Eğlenceli çünkü hem herkese gidip bakabiliyoruz...”, **K4;** “Fen bilimlerinde, maddelerde daha iyi öğrenirdim. Çok zor çünkü öyle öğrenirdik kolay gelir...”, **K5;** “Kullanılsın çünkü Artırılmış Gerçeklik zevkliymiş, her şey zevkli yani tablette. Yani "evet" diyorum...”, **K6;** “Fen bilimlerinde kullanılsın...”, **K7;** “Türkçe'de yapılsın. En sevdiğim ders...”, **K8;** “İngilizce dersinde kullanılsın. Resimlerle İngilizce öğrenmek daha kolay

olur...”, K9; “Fen bilimlerinde kullanılabilir. Maddelere uyarlanabilir...”, K10; “Matematik, Fen Bilimleri ve Türkçe’de kullanılsın en önemli derslerimiz...”, K11; “Fen Bilimlerinde işlenebilir. Çünkü arttırılmış gerçekliğe uygun konular var...”, K12; “Tüm derslerde olsaydı iyi olurdu. Hepsinden başarılı olurduk...”.

Sonuçlar

İlkokul başında eşlik kavramı ile örtük olarak kazandırılmaya çalışılan simetri kavramına ilişkin bilgi ve beceriler, öğrencilerin yaşamı ve matematiği anlamlandırmasını (Aktaş, 2015), yaşamın her alanında simetrinin varlığını ve aralarındaki ilişkileri gözlemlenmesini sağlamakta (Knuchel, 2004) ve bu sayede bireylerin hayatını kolaylaştırmak ve güzelleştirmek için etkili olacak tercih, yöntem, işlem ve süreçlerin belirlenmesinde yönlendirici olmaktadır. Bu nedenle, simetri öğretimi her zaman büyük bir önem taşımakta ve öğrenme ve öğretim sürecinde yaşanan sorunların devam etmesi ya da değişim göstermesi, öğrenci ihtiyaçları ve öğretimin amaçlarının değişmesi gibi durumlar nedeniyle araştırmacıların ilgisini geçmişte olduğu gibi bugün de çekmeye devam etmektedir. Örneğin, Field ve Golubitsky (2009), gerçekleştirdikleri araştırmada matematiksel formüllerin bilgisayar teknolojisi yoluyla ortaya çıkan simetrik desenlerin sıra dışı özelliklerini ortaya koyarken, Kalajdziewski (2008), düzlemsel simetri konusunu duvar kâğıtları ile örneklendirmiş, Conway, Burgiel ve Goodman Strauss (2016) ve Hokky (2005) matematik ve sanat arasındaki ilişkiyi simetri yönünden ele almış, György (2007), simetri türleri ve uygulamalarına yönelik çalışmalar yapmış, Schattschneider (2004) da Haak (1976) gibi Escher’in sanatında görülen simetri tekniklerini incelemiştir ve bu listeyi genişletmek mümkündür. Ayrıca, alanyazın incelendiğinde, simetri öğretimine yönelik (Xistouri, 2007; Özçakır Sümen, 2009; Boakes, 2009; Köse & Özdaş, 2009; Bulf, 2010; Köse, 2012; Dağdelen, 2012; Kaplan & Öztürk, 2014; Aktaş, 2015; Atasay & Erdoğan, 2017), ilk ve ortaokul düzeylerinde AG desteği ile gerçekleştirilen öğretim süreçlerine yönelik (Billinghurst, Kato & Poupyrev, 2001; Kaufmann & Schmalstieg, 2003; Barreira vd., 2012; Vate-U-Lan, 2012; Mahadzir & Phung 2013; Di Serio, Ibanez & Kloos, 2013; İbili & Şahin, 2013; Karadayı-Taşkiran, Koral & Bozkurt, 2015; Gül & Şahin, 2017) dünyadan ve ülkemizden araştırma ve uygulamaya rastlamak mümkündür. Ancak simetri öğretimine yönelik AG destekli çalışma sayısı yok denecek kadar azdır. Bu doğrultuda ilkokul üçüncü sınıf öğrencilerine uygulanan MAG ile desteklenmiş simetri öğretiminin simetri akademik başarı düzeyleri üzerindeki etkisi ve öğrencilerin AG ve kullanımının yanı sıra AG destekli öğretim sürecine ilişkin görüşlerinin belirlenmesi alanyazın açısından da anlamlı olacaktır. Bu amaçla gerçekleştirilen çalışma sonucunda elde edilen bulgular şu şekilde özetlenebilir:

- MAG ile desteklenmiş öğretimin üçüncü sınıf öğrencilerinin simetri başarılarını anlamlı bir ölçüde arttırmıştır.
- Simetri öğretiminin MAG ile desteklenmesi ile öğrencilere sağlanan olumlu etkiler,
 - Dersi ilgi çekici, zevkli ve eğlenceli hale getirmesi,
 - Öğrenmeyi kolaylaştırması,
 - Soyut kavramları somutlaştırma ve görselliği arttırması,
 - Bireysel öğrenme, aktif öğrenme ve öz-değerlendirme olanaklarını arttırması,
 - Akran desteği ve yardımlaşma olanakları sağlaması.
- Simetri öğretiminin MAG ile desteklenmesinin olumsuzlukları,
 - Kullanıma ilişkin çekince ya da aşırı istek nedeniyle cihazın kullanılmaması ya da paylaşılamaması,

- Kullanım alışkanlığı kazanmadan önce yaşanan öğrenci-içerik etkileşimi sorunları
- MAG kullanımına ilişkin talep ve önerilerin öğrencilerin zor gördüğü ya da başarısız olduğu dersler üzerinde yoğunlaştığı tespit edilmiştir.

Başarı testi yanıtları ve öğrenci görüşleri daha detaylı incelendiğinde, ilk olarak dikey ve yatay simetri alıştırmalarında simetri eksenini kesen şekillerde zorlandığı belirlenmiştir. Bu durum, Kaplan ve Öztürk (2014) tarafından da tespit edildiği üzere ilkökul düzeyinde öğrenim görmekte olan öğrencilerin simetri ekseninin algılanmasında yaşadıkları zorluklardan kaynaklanmaktadır. Ayrıca, Hoyles ve Healy (1997), Didiş ve Ubuz (2010) ve Köse ve Özdaş (2009) tarafından gerçekleştirilen araştırma sonuçlarına paralel olarak, öğrencilerin çapraz ya da eğik simetri konusunda daha çok zorlandığı ya da daha düşük başarı ile gerçekleştirebildikleri belirlenmiştir. Çapraz simetri alıştırmalarında öğrencilerin diklik durumunun tespitinde ve eşit uzaklığın hesaplanmasında zorlandıkları görülmüş olup bu durum bir katılımcı tarafından ifade edilen **K6**; “Çaprazlamalarda kareleri sayarken zorlandım, nereye doğru sayacağımı çözemedim önce...” görüşü ile daha net anlaşılabilir. Ayrıca, 4-6. sınıf düzeyindeki öğrencilerle çalışmış olan Xistouri (2007), sekizinci sınıf öğrencileri ile çalışmış olan Köse (2012) ve 2-8. sınıf düzeyindeki öğrencilerle çalışmış olan Kaplan ve Öztürk (2014) tarafından gerçekleştirilen araştırmalarda elde edilen bulgular da yatay ve dikey simetrisinin eğik simetriden daha kolay algılandığını ve simetri başarısının bu türler arasında farklılaştığını göstermektedir. Köse (2012) bu durumun nedenine ilişkin olarak “Öğrencilerin eğik konumdaki doğruya göre simetri almadaki hataları onların doğruya göre simetri alma ile ilgili sorularda genellikle doğruların dikey ya da yatay konumda verilmesinden kaynaklanıyor olabilir.” önermesinde bulunmuştur. Bu ifade de görüldüğü üzere ders kitabı, alıştırmalar ve görevlerde yer alan çapraz simetri çalışmalarında da simetrisi alınan şeklin yatay ya da dikey verilmesinden dolayı öğrencilerin simetri doğrusuna bakmaksızın yatay ya da dikey simetriye odaklandığını göstermektedir. Ek olarak, bu sorun aynı kaynaklardaki öğrencilere çapraz simetri ile ilgili alıştırmalar ve uygulama sayısının nicelik olarak dikey ve yatay simetriye göre önemli ölçüde az olmasından da kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca, araştırmacı tarafından öğrencilere dağıtılan simetri etkinlik kitapçıkları da incelenmiş ve öğrencilerin tamamının noktanın ve doğrunun simetrisini alırken zorlanmadığı belirlenmiştir. Ancak, bazı öğrenciler şekillerin simetrisini çizerken köşe ya da uç gibi referans alınabilecek noktaları belirlemiş ve bu parçaları kullanarak nokta, doğru şekil sırasıyla şeklin simetrisini oluşturmuş; bazı öğrenciler ise şekillerin simetrisini oluştururken şekli bir bütün olarak çizmeye çalışmış ve zorlanarak bazı şekilleri defalarca baştan çizmiştir. Bu durum, Kaplan ve Öztürk (2014) tarafından da öğrencilerin şeklin bütünü oluştururken küçük parçaların algılanamamasından kaynaklı sorunlar yaşandığı tespiti ile benzerlik göstermektedir. Simetri oluştururken yaşanan güçlüklerin yanı sıra öğrenciler tarafından en çok zorlanılan durum olarak simetri doğrusu ve sayısı göze çarpmaktadır. Öğrenciler şekillerin dikey ya da yatay yönde tek ya da en fazla iki simetri doğrusu olacağı algısı ile hareket etmekte ve bu nedenle farklı yönde bir simetri doğrusu varlığını test etmeye gerek duymamaktadır. Özetle, simetri konusuna yönelik sorunlar alanyazın incelemesi sonucu tespit edilen araştırmalarla benzer göstermektedir. Ancak öğretim sürecinin AG ile desteklenmesi sayesinde sağlanan bireysel çalışma, aktif öğrenme, öz-değerlendirme ve akran desteği vb. ile bu sorunların aşılmasını ve öğrencilerin motivasyon, istek ve dikkatlerini arttırarak hataların azaltılmasını sağlamaktadır.

Katılımcılar MAG desteği sayesinde simetri kavramına ilişkin bilgi ve becerileri daha kolay edindiklerini ifade etmişlerdir. Diğer bir deyişle, AG desteği öğrencilerin öğrenmesini

kolaylaştırmakta ve performansını arttırmakta ve bu sayede başarılarını önemli ölçüde etkilemektedir. Elde edilen bu bulgu, alanyazında AG uygulamalarının kullanıldığı “İngilizce” (Barreira vd., 2012; Vate-U-Lan, 2012), “Matematik-Geometri” (Kaufmann & Schmalstieg, 2003; İbili & Şahin, 2013), “Sosyal Bilgiler-Coğrafya” (Shelton & Hedley, 2002), “Fen Bilgisi-Manyetizma, Vücut Anatomisi” (Abdüselam & Karal, 2012; Pérez-López & Contero, 2013) vb. derslerde gerçekleştirilen araştırma sonuçları ile paralellik göstermektedir. Öğrenmenin ve başarının artmasında etkili olan unsurlar, katılımcılar tarafından soyut kavramların somutlaştırılması ve görselliğin arttırılması olarak ifade edilmiştir. Abdüselam ve Karal (2012), İbili ve Şahin (2013) ve Wu vd. (2013) tarafından gerçekleştirilen farklı araştırmalarda da AG teknolojisinin somutlaştırma ve görülmeyen kısımların görselleştirilmesi yoluyla öğrenmeyi kolaylaştırdığına yönelik bulgular yer almaktadır. Ayrıca, Matcha ve Rambli (2011) tarafından gerçekleştirilen deneysel uygulamanın AG uygulamasının işbirliği konusunda sağladığı olanaklar ve Wu vd. (2013) tarafından olası yararlar olarak ifade edilen grup çalışmasına uygunluk, eğitici-öğrenci, öğrenci-öğrenci etkileşimi, zamandan ve mekândan bağımsız öğretim imkânı durumları, gerçekleştirilen bu araştırmada öğrenci görüşlerine dayalı olarak bireysel öğrenme, aktif öğrenme ve öz-değerlendirme gibi imkânlar ve akran desteği-yardımlaşma olanakları sağladığı şeklinde belirlenmiştir. Son olarak, en az bilişsel etkileri kadar önemli olduğu ifade edilen tutum, motivasyon, memnuniyet, ilgi, dikkat vb. duyuşsal özelliklerin de MAG uygulamasından önemli ölçüde etkilenmiştir. Alanyazında AG teknolojisinin en çok dikkat çekilen yönleri arasında görülen bu durum, Mahadzir ve Phung (2013), Küçük, Yılmaz ve Göktaş (2014), Di Serio vd. (2013) ve Pérez-López ve Contero (2013)’nun çalışmaları ile benzer bir bulgu olarak görülmektedir. Alanyazında da desteklenen bu bulguların yanı sıra öğrencilerin AG teknolojisine aşinalığının olmaması ve tablet bilgisayar kullanımına yönelik aşırı istek ya da isteksizlik, uygulama sürecinin uzamasına ve öğrencilerin memnuniyetinin düşmesine neden olmuştur. Bu duruma AG teknolojisinin internet bağlantısı ile gerçekleştirilmesinden kaynaklı bağlantı problemleri de eklendiğinde öğrenciler zaman zaman sorunlar yaşamıştır. Bu sorunlara rağmen, öğrencilerin başarısız oldukları ya da kendilerine zor gelen derslerde AG teknolojisinin kullanılmasını istemesi olumlu yönlerinin öğrenciler üzerinde anlamlı bir etkiye neden olduğunu göstermektedir.

Öneriler

Araştırma sonucunda, ilkokul üçüncü sınıf öğrencilerinin genel anlamda simetri kavramı ve simetri oluşturma konusunda başarılarını anlamlı ölçüde yükselttiği, detaylı bakıldığında simetrik olma ya da olmama, noktanın simetrisi, doğrunun simetrisi, dikey ve yatay simetride görülen başarı daha yüksek olmasına rağmen, simetri doğrusu ve sayısı, çapraz simetride daha çok hata yaptıkları söylenebilir. Ayrıca, öğrencilerin bu süreçte deneyimlediği MAG teknolojisi ile ilgili olumlu görüşlere sahip olduğu görülmektedir. Olumlu görüşlerin özellikle başarının artması, motivasyonun artması, bireysel çalışma ve değerlendirme fırsatları yaratması başlıkları altında yoğunlaşmasının yanı sıra bazı olumsuz durumlar da katılımcılar tarafından vurgulanmıştır. Bu durumlara tablet kullanım hevesi, AG teknolojisi aşinalığının olmaması ve internet bağlantısından kaynaklı sorunlar örnek gösterilebilir. Ancak, bu sorun ya da kısıtlar öğrenci ilgi, istek ve motivasyonunu düşürmeye yetmemiş, öğrenciler başarısız oldukları ya da olacaklarını düşündükleri tüm derslerde AG desteğinin olmasını istediklerini ifade etmişlerdir. Elde edilen bulgu ve sonuçlar ışığında araştırmacı ve uygulayıcılara aşağıdaki öneriler sunulabilir:

- Uygulama öncesinde farklı örnekler üzerinden denemeler yaptırılarak öğrencilerin teknolojik yetkinliği, teknolojiye aşinalığı artırılmalıdır. Bu yöntem ile aynı zamanda teknolojinin yenilik etkisinin de önüne geçilmesi sağlanabilir.
- İlkokul düzeyinde gerçekleştirilen bu uygulamada her iki öğrenciye (her öğrenci sırasına) bir tablet bilgisayar verilmiştir, her öğrenciye bir tablet bilgisayar verilecek şekilde planlama yapılması öğrenci başarısı ve süreçte hissedilen olumsuzlukları olumlu yönde etkileyebilir.
- AG teknolojisinin çevrimiçi çalışması durumunda yararlanılacak olan internet ağının kalitesi uygulamanın başarısını belirlemektedir. Bu nedenle kaliteli bir internet altyapısı bulunmalı ya da AG içerikleri çevrimdışı kullanılacak şekilde (Unity ve Vuforia gibi araçlar yoluyla) geliştirilmelidir.
- AG teknolojisi baskı kalitesi, işaretçi belirginliği, ışık ve kamera özelliklerinden doğrudan etkilendiğinden çevresel ve fiziksel özellik-düzenlemelere önem verilmelidir.
- AG teknolojisi, çoklu ortam içeriklerinin kullanımını sağladığından hemen hemen tüm derslerde ve konularda kullanılabilir bir niteliktedir, bu nedenle farklı derslerde uygulama ve araştırma fırsatları sağlamaktadır. Öğrencilerden gelen talepler doğrultusunda Fen Bilimleri, Matematik ve İngilizce derslerine öncelik verilebilir.
- AG teknolojisi, öğretmenin iş yükünü arttırmamaktadır ancak sınıf yönetimini güçlendirmektedir. Bu nedenle öğretmenin süreci iyi yönetmesi önem taşımaktadır.
- AG desteği ile gerçekleştirilen öğretimin başarısı tasarlanan tüm içeriklerin niteliğine bağlıdır. Bu nedenle işaretçinin yerleştirildiği basılı doküman ve AG içeriklerinin geliştirilmesinde görsel tasarım ilkeleri ve öğretim tasarımı kuram ve modelleri dikkate alınmalıdır.
- Dijital ve gerçek içeriklerinin kalitesi ve dikkat çekiciliği uygulamanın başarısında doğrudan etki yaratmaktadır. Bu nedenle öğrenci ihtiyaç ve ilgilerine uygun profesyonel içeriklerin geliştirilmesi ya da kullanılması önerilmektedir.
- Dijital içeriklerin gerçek nesnelere ilişkilendirilmesi için kullanılabilecek AG işaretçi üretim araçları arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Amaca ve içeriklerin türüne uygun yazılımın seçilmesi çok büyük önem taşımaktadır.
- AG desteğini sağlayacak cihazın türü (bilgisayar, tablet bilgisayar, akıllı telefon ya da gözlük vb.) öğrenci gereksinim ve yeterliliklerinin yanı sıra kullanılabilirlik ve ekonomiklik gibi ölçütlere dikkat edilerek belirlenmelidir.
- Bu çalışmada, 12 öğrenci ile bir haftalık bir konu öğretimi ile bir pilot çalışma yapılmıştır. Sonraki çalışmalarda daha uzun süreli olarak gerçekleştirilecek uygulamalar yoluyla AG desteğinin farklı bilişsel özelliklerin yanı sıra duyuşsal özellikler üzerindeki etkileri de incelenebilir.
- Bu araştırma yoluyla edinilen deneyimler ışığında araştırmacılara AG teknolojisinin içerik boyutuna odaklanması önerilmektedir. AG teknolojisi ile sağlanan farklı türdeki (görsel, işitsel, görsel ve işitsel gibi) içeriklerin etkileri, üç boyutlu ya da iki boyutlu içeriklerin etkileri yeni ve kontrol gruplu deneysel araştırmalarla da incelenebilir.

Kaynakça

Abdüsselam, M. S., & 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.

- Aksoy, Y. & Bayazit, İ. (2010). Simetri Kavramının Öğrenim ve Öğretiminde Karşılaşılan Zorlukların Analitik Bir Yaklaşımla İncelenmesi. E. Bingölbali ve M. F. Özmantar (Eds.), *İlköğretimde Karşılaşılan Matematiksel Zorluklar ve Çözüm Önerileri* içinde (2. Baskı., s. 187-215). Ankara: Pegem Akademi.
- Aktaş, M. (2015). 7. Sınıf Matematik Dersinde Bilgisayar Animasyonları ve Aktiviteleri ile Simetri Öğretiminin Akademik Başarıya Etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(1).
- Aktaş, M., Aktaş, S., Aktaş, B. K., & Aktaş, B. (2016). Süslemede Simetrinin Etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 36(1).
- Allendoerfer, C. B. (1969). The Dilemma in Geometry. *The Mathematics Teacher*, 62(3), 165-169.
- Altun, M. (2008). İlköğretim İkinci Kademe (6, 7 ve 8. Sınıflarda) Matematik Öğretimi, 5. Baskı, *Bursa: Aktüel Yayınları*.
- Atasay, M., & Erdoğan, A. (2017). Matematik ile Sanatın İlişkilendirilmesi: Mandala Desenlerinin Simetri Öğretiminde Kullanımı. *Journal of Instructional Technologies & Teacher Education Vol*, 6(2), 58-77.
- Aygün, B., & Yemen-Karpuzcu, S. (2013). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Sınıf Düzeylerine Göre Yansıma Simetrisi Düşünme Düzeylerinin ve Hatalarının İncelenmesi. 12. *Matematik Sempozyumu Sergi ve Şenliklerinde sunulan bildiri. Hacettepe Üniversitesi, Ankara*.
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Barreira, J., Bessa, M., Pereira, L. C., Adão, T., Peres, E., & Magalhães, L. (2012, June). MOW: Augmented Reality Game to Learn Words in Different Languages: Case Study: Learning English Names of Animals in Elementary School. In *Information Systems and Technologies (CISTI), 2012 7th Iberian Conference on* (pp. 1-6). IEEE.
- Baykul, Y. (2002). İlköğretimde Matematik Öğretimi 6.-8. Sınıflar İçin, *Ankara: Pegem A Yayıncılık*.
- Berryman, D. R. (2012). Augmented Reality: a Review. *Medical Reference Services Quarterly*, 31(2), 212-218.
- Billinghurst, M., Kato, H., & Poupyrev, I. (2001). The Magicbook-Moving Seamlessly Between Reality and Virtuality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(3), 6-8.
- Boakes, N. J. (2009). Origami Instruction in the Middle School Mathematics Classroom: Its Impact on Spatial Visualization and Geometry Knowledge of Students. *RMLE Online*, 32(7), 1-12.
- Bulf, C. (2010). The Effects of the Concept of Symmetry on Learning Geometry at French Secondary School. In *Proceedings CERME* (Vol. 6, pp. 726-735).
- Büyüköztürk, Ş. (2016). Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı (23. Baskı). Ankara: Pegem Akademi Yayınları.

- Chen, Y. C., Chi, H. L., Hung, W. H., & Kang, S. C. (2011). Use of Tangible and Augmented Reality Models in Engineering Graphics Courses. *Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice*, 137(4), 267-276.
- Cheng, K. H., & Tsai, C. C. (2013). Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449-462.
- Clements, D. H. (2004). Geometric and Spatial Thinking in Early Childhood Education. *Engaging Young Children in Mathematics: Standards for Early Childhood Mathematics Education*, 267-297.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2013). *Research Methods in Education*. Routledge.
- Conway, J. H., Burgiel, H., & Goodman-Strauss, C. (2016). *The Symmetries of Things*. CRC Press.
- Creswell, J. W. (2013). Nitel Araştırma Yöntemleri: Beş Yaklaşım Göre Nitel Araştırma ve Araştırma Deseni. Ankara: Siyasal Kitabevi.
- Creswell, J. W., & Plano-Clark, V. L. (2011). *Designing and Conducting Mixed Methods Research* (2nd Edition). Thousand Oaks: Sage Publishing.
- Dağdelen, İ. (2012). İlköğretim Geometri Öğretiminde Simetri Kavramının Origami ile Modellenmesi. *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Samsun*.
- Didiş, M. G., & Ubuz, B. (2010). Öğrencilerin Simetri Konusundaki Anlamalarının SOLO Taksonomisine Göre Değerlendirilmesi. 9. *Matematik Sempozyumu Sergi ve Şenliklerinde Sunulmuş Bildiri, Trabzon, Karadeniz Teknik Üniversitesi*.
- Di Serio, Á., Ibáñez, M. B., & Kloos, C. D. (2013). Impact of an Augmented Reality System on Students' Motivation for a Visual Art Course. *Computers & Education*, 68, 586-596.
- Duatepe, A., & Ubuz, B. (2004). Drama Temelli Geometri Ders Planlarının Geliştirilmesi ve Uygulanması. Eğitimde İyi Örnekler Konferansı'nda sunulan bildiri, Sabancı Üniversitesi, İstanbul.
- Ersoy, Y. (2006). İlköğretim Matematik Öğretim Programındaki Yenilikler-I: Amaç, İçerik ve Kazanımlar. *İlköğretim Online*, 5(1).
- Field, M., & Golubitsky, M. (2009). *Symmetry in chaos: a search for pattern in mathematics, art, and nature*. Society for Industrial and Applied Mathematics.
- Gül, K., & Şahin, S. (2017). Bilgisayar Donanım Öğretimi için Artırılmış Gerçeklik Materyalinin Geliştirilmesi ve Etkililiğinin İncelenmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4), 353-362.
- 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.
- Haak, S. (1976). Transformation Geometry and the Artwork of MC Escher. *Mathematics Teacher*, 69(8), 647-652.
- Hokky, S. (2005). *What is the Relatedness of Mathematics and Art and Why We Should Care*. Working Paper. Bandung Fe Institute, WPK.
- Hoyles, C., & Healy, L. (1997). Unfolding Meanings for Reflective Symmetry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 2(1), 27-59.

- İbili, E., & Şahin, S. (2013). Artırılmış Gerçeklik ile İnteraktif 3d Geometri Kitabı Yazılımın Tasarımı ve Geliştirilmesi: ARGE3D. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13 (1), 1-8. DOI: 10.5578/fmbd.6213
- İçten, T., & Bal, G. (2017). Artırılmış Gerçeklik Üzerine Son Gelişmelerin ve Uygulamaların İncelenmesi. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 5(2), 111-136.
- Kalajdziewski, S. (2008). *Math and Art: an Introduction to Visual Mathematics* (Vol. 1). Chapman and Hall/CRC.
- Kaplan, A., & Öztürk, M. (2014). 2-8. Sınıf Öğrencilerinin Simetri Kavramını Anlamaya Yönelik Düşünme Yaklaşımlarının İncelenmesi. *İlköğretim Online*, 13(4).
- Karadayı-Taşkıran, A., Koral, E., & Bozkurt, A. (2015). Artırılmış Gerçeklik Uygulamasının Yabancı Dil Öğretiminde Kullanılması. *Akademik Bilişim 2015* (s.462-467). 4-6 Şubat 2015, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Karadeniz, M. H., Baran, T., Bozkuş, F., & Gündüz, N. (2015). İlköğretim Matematik Öğretmeni Adaylarının Yansıma Simetrisi ile İlgili Yaşadıkları Zorluklar. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education Vol*, 6(1), 117-138.
- Kaufmann, H., & Schmalstieg, D. (2003). Mathematics and Geometry Education with Collaborative Augmented Reality. *Computers & Graphics*, 27(3), 339-345.
- Knuchel, C. (2004). Teaching Symmetry in the Elementary Curriculum. *The Mathematics Enthusiast*, 1(1), 3-8.
- Köse, N. Y., & Özdaş, A. (2009). How do the Fifth Grade Primary School Students Determine the Line of Symmetry in Various Geometrical Shapes Using Cabri Geometry Software. *Elementary Education Online*, 8(1), 159-175.
- Köse, N. (2008). İlköğretim 5. Sınıf Öğrencilerinin Dinamik Geometri Yazılımı Cabri Geometriyle Simetriyi Anlamlandırmalarının Belirlenmesi: Bir Eylem Araştırması. *Yayınlanmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir*.
- Köse, N. Y. (2012). İlköğretim Öğrencilerinin Doğruya Göre Simetri Bilgileri. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 42(42).
- Kuchemann, D. (1980). Children's Difficulties with Single Reflections and Rotations. *Mathematics in School*, 9(2), 12-13.
- Küçük, S., Yılmaz, R., & Gökteş, Y. (2014). İngilizce Öğreniminde Artırılmış Gerçeklik: Öğrencilerin Başarı, Tutum ve Bilişsel Yük Düzeyleri. *Eğitim ve Bilim*, 39(176).
- Leikin, R., Berman, A., & Zaslavsky, O. (2000). Applications of Symmetry to Problem Solving. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 31(6), 799-809.
- Livingston, M. A., Ai, Z., Karsch, K., & Gibson, G. O. (2011). User Interface Design for Military AR Applications. *Virtual Reality*, 15(2-3), 175-184.
- Mahadzir, N. N., & Phung, L. F. (2013). The Use of Augmented Reality Pop-up Book to Increase Motivation in English Language Learning for National Primary School. *Journal of Research & Method in Education*, 1(1), 26-38.

- Matcha, W., & Rambli, D. R. A. (2011, November). Preliminary Investigation on the Use of Augmented Reality in Collaborative Learning. In *International Conference on Informatics Engineering and Information Science* (pp. 189-198). Springer, Berlin, Heidelberg.
- McMillan, J. H., & Schumacher, S. (2014). *Research in Education: Evidence-based Inquiry*. Pearson Higher Ed.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel Araştırma: Desen ve Uygulama İçin Bir Rehber*. Nobel Yayınevi
- Merriam, S. B. (2013). Nitel Araştırma, Desen ve Uygulama İçin Bir Rehber [Qualitative Research: A Guide to Design and Implementation] (Çev. S. Turan). Ankara: Nobel Yayınevi.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2009). İlköğretim Matematik Dersi (1-5. Sınıflar) Öğretim Programı. Ankara: Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] (Ed.). (2000). *Principles and Standards for School Mathematics* (Vol. 1). Reston, VA.
- O'Brien, H. L., & Toms, E. G. (2005). Engagement as Process in Computer-mediated Environments. In *Poster presented at the Annual Conference of American Society for Information Science and Technology, Charlotte, NC*.
- Oh, S., & Woo, W. (2008). ARGarden: Augmented Edutainment System with a Learning Companion. *Transactions on Edutainment I*, 40-50.
- Olkun, S. (2006). Yeni Öğretim Programını Değerlendirme Raporu: Matematik Öğretim Programını İnceleme Raporu. *İlköğretim-Online Dergisi*, 2, 35.
- Olkun, S., & Uçar, Z. T. (2014). İlköğretimde Etkinlik temelli Matematik Öğretimi. *Eğiten Kitap*.
- Özçakır Sümen, Ö. (2009). GeoGebra Yazılımı ile Simetri Konusunun Öğretiminin Matematik Başarısı ve Kaygısına Etkisi. *Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun*.
- Pérez-López, D., & Contero, M. (2013). Delivering Educational Multimedia Contents through an Augmented Reality Application: A Case Study on Its Impact on Knowledge Acquisition and Retention. *TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(4).
- Pesen, C. (2006). *Yapılandırmacı Öğrenme Yaklaşımına Göre Matematik Öğretimi*. Pegem A Yayıncılık.
- Schattschneider, D. (2004). MC Escher: Visions of Symmetry, Harry N. Abrams. Inc., New York.
- Shelton, B. E., & Hedley, N. R. (2002). Using Augmented Reality for Teaching Earth-Sun Relationships to Undergraduate Geography Students. In *Augmented Reality Toolkit, The First IEEE International Workshop* (pp. 8-pp). IEEE.
- Sırakaya, M., & Seferoğlu, S. S. (2016). Öğrenme Ortamlarında Yeni Bir Araç: Bir Eğitilence Uygulaması Olarak Artırılmış Gerçeklik. *Eğitim Teknolojileri Okumaları*, 417-438.
- Somyürek, S. (2014). Öğretim Sürecinde Z Kuşağının Dikkatini Çekme: Artırılmış Gerçeklik. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 4(1), 63-80.
- Son, J. (2006). Investigating Pre-service Teachers' Understanding and Strategies on a Student's Errors of Reflective Symmetry. *Proceedings of the 30th of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, 5, 146-155.

- Şimşek, N. (1998). *Öğretim Amaçlı Bilgisayar Yazılımlarının Değerlendirilmesi: Kavramlar, Teknikler, Araçlar ve Uygulama*. Siyasal Kitabevi.
- Tabachnik, B. G., & Fidell, L. S. (2015). *Çok Değişkenli İstatistiklerin Kullanımı* (6. Baskı). Mustafa Baloğlu (Çeviri Ed.). Ankara: Nobel Kitap.
- Topraklıkoğlu, K. (2018). *Üç Boyutlu Modellemenin Kullanıldığı Artırılmış Gerçeklik Etkinlikleri İle Geometri Öğretimi* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Tuncel, M., Argon, T., Kartallıoğlu, S., & Kaya, S. (2011, Nisan). İlköğretim Matematik Öğretmenlerinin Derslerinde Araç-Gereçleri Kullanma Sıklığı ve Bu Sıklığı Etkileyen Faktörler. İçinde *2nd International Conference On New Trends In Education and Their Implications* (pp. 27-29).
- Türk Dil Kurumu [TDK], (2011). Güncel Türkçe Sözlük. 24.01.2018 tarihinde http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_qts&view=qts adresinden erişilmiştir.
- Vate-U-Lan, P. (2012, July). An Augmented Reality 3D Pop-up Book: the Development of a Multimedia Project for English Language Teaching. In *Multimedia and Expo (ICME), 2012 IEEE International Conference on* (pp. 890-895). IEEE.
- Walczak, K., Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2006, November). Dynamic Interactive VR Network Services for Education. In *Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technology* (pp. 277-286). ACM.
- Weyl, H. (2015). *Symmetry*. Princeton University Press.
- Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). Evaluation of Learners' Attitude Toward Learning in ARIES Augmented Reality Environments. *Computers & Education*, 68, 570-585.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current Status, Opportunities and Challenges of Augmented Reality in Education. *Computers & Education*, 62, 41-49.
- Xistouri, X. (2007). Students' Ability in Solving Line Symmetry Tasks. In *5th Conference of European Research in Mathematics Education, Lanarca, Cyprus* (pp. 526-535).
- Yazlık, D. Ö. (2018). Öğretmenlerin Matematik Öğretiminde Somut Öğretim Materyali Kullanımına Yönelik Görüşleri. *OPUS-Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 8(15), 775-805.
- Yıldırım, A. & Şimşek, H. (2013). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. (9. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Zembat, İ. Ö. (2007). Yansıma Dönüşümü, Doğrudan Öğretim ve Yapılandırmacılığın Temel Bileşenleri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(1).