

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ
ANABİLİM DALI
DOKTORA PROGRAMI

GEOMETRİ DERSİ İÇİN ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK
MATERYALLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ, UYGULANMASI VE
ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Hazırlayan
Emin İBİLİ

Ankara
Kasım, 2013

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ
DOKTORA PROGRAMI

GEOMETRİ DERSİ İÇİN ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK
MATERYALLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ, UYGULANMASI VE
ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

DOKTORA TEZİ

Emin İBİLİ

Danışman: Doç. Dr. Sami ŞAHİN

Ankara
Kasım, 2013

JÜRİ ONAY SAYFASI

Emin İBİLİ'nin "Geometri Dersi İçin Artırılmış Gerçeklik Materyallerinin Geliştirilmesi, Uygulanması ve Etkisinin Değerlendirilmesi" başlıklı tezi 06/11/2013 tarihinde, jürimiz tarafından Bilgisayar ve Öğrenim Teknolojileri Eğitim Anabilim Dalında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Adı Soyadı

İmza

Başkan: Prof. Dr. Hafize KESER

H. Keser

Üye (Tez Danışmanı): Doç. Dr. Sami ŞAHİN

S. Şahin

Üye: Doç. Dr. Halil İbrahim BÜLBÜL

H. İbrahim Bulbul

Üye: Doç. Dr. Selçuk ÖZDEMİR

S. Özdemir

Üye: Yrd. Doç. Dr. Hasan ÇAKIR

H. Çakır

ÖNSÖZ

Bu araştırmanın gerçekleştirilmesinde değerli hocalarım ile sevgili arkadaşlarımın destek ve katkısı çoktur. Başta akademik birikimi ve kişiliğiyle kendisini her zaman örnek bir bilim adamı olarak gördüğüm, doktora öğrenimim süresince ilgi ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, bilimsel ilkeler ve insani değerler doğrultusunda iyi bir araştırmacı olarak yetişmem için özen gösteren hocam Sayın Doç. Dr. Sami ŞAHİN 'e teşekkürlerimi arz ederim.

Ayrıca araştırmanın tasarımından itibaren motive edici ve yapıcı eleştirileriyle yol gösteren hocam Sayın Doç. Dr. Selçuk ÖZDEMİR' e, destekleriyle daima ufkumu açan Prof. Dr. Necdet SAĞLAM ve Prof. Dr. Mevlüt DOĞAN' a, her zaman yanımda olan ve fikirlerini esirgemeyen değerli arkadaşım Arş. Gör. Mustafa Serkan GÜNBATAR' a, Aksaray Üniversitesi İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümündeki iş arkadaşlarım ile uygulama yaptığım okulda her türlü imkânı sağlayan okul müdürüne, müdür yardımcısına, matematik öğretmenleri ve 6. sınıf öğrencilerine teşekkürü bir borç bilirim.

Hiçbir teşekkür ifadesinin yetmeyeceği, hayatta bugünlere gelmemi sağlayan, ömrünü çocuklarına adanmış olan sevgili annem Şükriye İBİLİ' ye ve babam İsmail İBİLİ' ye minnet ve şükranlarımı sunuyorum. Son olarak haklarını asla ödeyemeyeceğim eşim ve çocuklarıma en içten dileklerle sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum ve onlara bu çalışmamı armağan ediyorum.

Emin İBİLİ

Kızım Saliha ve Oğlum Mehmet'e...

ÖZET

GEOMETRİ DERSİ İÇİN ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK MATERYALLERİNİN GELİŞTİRİLMESİ, UYGULANMASI VE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

İBİLİ, EMİN

Doktora

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Sami ŞAHİN

Kasım, 2013, 137 Sayfa

Bu araştırmanın amacı, geometri öğretiminde artırılmış gerçekliğin kullanımının, öğrencilerin başarı ve tutumlarına etkisini incelemektir. Bu amaçla 6. sınıf matematik ders kitabındaki geometrik cisimler ünitesinde yer alan üç boyutlu statik çizimlerin daha dinamik ve etkileşimli bir şekilde görüntülenebilmesi için artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılarak ARGE3D yazılımı geliştirilmiştir.

Araştırmada yarı deneysel karma araştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, 2012-2013 Eğitim Öğretim Yılında Gazi Paşa Ortaokulu (n=54) ile Mustafa Yazıcı Ortaokulu'nda 6. sınıfta öğrenim gören öğrenciler (n=46) oluşturmaktadır. Araştırma her iki okulda da bir deney ve bir kontrol grubu olmak üzere toplam dört gruba yürütülmüştür. Her iki okuldaki deney gruplarına dört hafta boyunca ARGE3D ile, kontrol gruplarına ise sadece basılı ders kitabıyla öğretim yapılmıştır.

Veri toplama araçları olarak araştırmanın nicel aşamasında Geometri Başarı Testi (GBT), Geometrik Düşünme Testi (GDT), Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği (MYTA) ve öğrencilerin 2012-2013 I. dönemine ait matematik ders

notları; nitel aşamasında ise öğretmen ve öğrencilerle yapılan yarı yapılandırılmış görüşmeler ve uygulamalar esnasında çekilmiş video kayıtları kullanılmıştır. Araştırma süresince elde edilen nicel verilerin betimsel istatistikleri SPSS 20.0 paket programında yapılırken; nitel veriler, nicel verilerle karşılaştırılarak verilmiştir.

Bulgularda ARGE3D ile yapılan geometri öğretiminin, Gazi Paşa Ortaokulu' ndaki deney ve kontrol gruplarının akademik başarılarında istatistiksel açıdan farklılık oluşturmamasına rağmen Mustafa Yazıcı Ortaokulu' ndaki deney ve kontrol gruplarında deney grubu lehine anlamlı farklılıklar oluşturduğu tespit edilmiştir. Nitel veriler dikkate alındığında Mustafa Yazıcı Ortaokulu' ndaki öğretmenin bilgisayar öz yeterlilik düzeyinin yüksek olmasının, ARGE3D yazılımını etkili kullanmasının ve buradaki deney grubunda yer alan öğrencilerin bilgisayar destekli matematik eğitimine alışık olmalarının onların akademik başarılarına daha fazla katkı sağlamış olabileceği söylenebilir. ARGE3D ile yapılan geometri öğretiminin; öğrencilerin deney öncesinden deney sonrasına matematiğe yönelik olumsuz tutuma sahip olan öğrencilerin matematiğe yönelik tutumları üzerinde daha etkili olduğu, korku ve endişelerin azaltılmasına destek sağladığı bulunmuştur. Ancak, matematiğe karşı olumlu yönde tutuma sahip olan öğrencilerin korku ve endişelerine bir etkisi olmadığı gözlemlenmiştir.

İşaretleyici algılamasında kullanılan yazılım algoritmalarının ise benzer işaretleyicileri karıştırdığı ve kamera pozlaması sırasında oluşan parlaklık nedeniyle işaretleyici algılamasının zayıfladığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Artırılmış Gerçeklik, Geometri Öğretimi, AG Kitap

ABSTRACT

DEVELOPMENT, IMPLEMENTATION AND ASSESSMENT OF THE EFFECT AUGMENTED REALITY ON GEOMETRY TEACHING MATERIALS FOR GEOMETRY CLASSES

İBİLİ, EMİN

Doctor of Philosophy

Department of Computer Education And Instructional Technology

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Sami ŞAHİN

November-2013, 137 pages

The aim of this study is to investigate the effect of in-class and laboratory use of augmented reality learning objects in teaching and learning geometry in considering the cognitive and affective development of students. ARGE3D program was developed in order to display the static 3D objects included in the geometrical shapes unit in the sixth grade mathematics book.

Quasi-experimental mixed research method was utilized in the study. The sample consisted of sixth grade students enrolled in Gazi Paşa Secondary School (n=54) and Mustafa Yazıcı Secondary School (n=46) located in Aksaray during 2012-2013 educational year. One control and one experimental group were established in each school. The experimental groups received four weeks of instruction via ARGE3D and the control groups received standard text-book instruction.

Geometry Achievement Test, Van Hiele Geometry Readiness Test, Maths Attitude Test and students' Fall term grades were used to collect the quantitative data. On the other hand, semi-structured interviews with both the students and the

teachers, and video captures during the implementation were used to collect qualitative data. All quantitative data were analyzed with SPSS 20.0 and qualitative data were analyzed via cross-comparisons with quantitative data.

The results showed that although geometry instruction via ARGE3D did not yield statistically significant results in terms of cognitive learning levels in Gazi Paşa Secondary School, a statistically significant positive effect was found favoring the experimental group in Mustafa Yazıcı Secondary School. However; examination of the qualitative data might indicate that higher self-efficacy levels of the teacher in Mustafa Yazıcı Secondary School, and that the students in the experimental groups were used to computer-assisted math teaching and the teacher's effective use of ARGED3D program might have positively added to cognitive learning outcomes. Moreover; geometry instruction through ARGE3D did not significantly affect students' computer-skills self-efficacy and computer skills attitudes in pre- and post tests. Yet; ARGE3D geometry instruction seemed that it was effective in increasing positive attitudes of students who did not previously receive computer-assisted math instruction, or who did not have positive attitudes towards math, and it helped reducing fear and frustrations. Nevertheless; it did not effect fear or frustrations of students with present positive attitudes.

As well; the algorithms used by the program were found to misidentify similar markers, and that marker detections were weakening because of the increasing lighting during camera posing.

Keywords: Augmented Reality, Geometry Education, AR Book

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	i
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	v
İÇİNDEKİLER	vii
TABLolar	x
ŞEKİLLER.....	xii
BÖLÜM I.....	1
1 GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	1
1.2. Araştırmanın Amacı	6
1.3. Araştırmanın Önemi.....	6
1.4. Problem Cümlesi.....	7
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları	8
1.6. Araştırmanın Varsayımları.....	8
1.7. Tanımlar	8
1.8. Kısaltmalar	9
BÖLÜM II	10
2 KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR	10
2.1. Yapılandırmacı Eğitim ile Matematik ve Geometri Öğretimi	10
2.2. Matematik Eğitiminde Teknoloji Kullanımın Önemi	12
2.3. Artırılmış Gerçeklik ve Eğitimde Kullanımı.....	14
2.3.1. Artırılmış Gerçeklik	14
2.3.2. Artoolkit Araçları ve Özellikleri	17
2.3.3. AG Öğrenme Ortamlarının Pedagojik Açından Önemi	20
2.4. İlgili Araştırmalar	23
2.4.1. Artırılmış Gerçeklik Destekli Öğretimin Öğrenci Başarısı ve Motivasyonuna Etkisi ile İlgili Yapılan Araştırmalar.....	23
2.4.2. Artırılmış Gerçeklik ve Geometri Eğitimi ile İlgili Araştırmalar	27
BÖLÜM III	30

3	YÖNTEM	30
3.1.	Araştırma Modeli	30
3.2.	Artırılmış Gerçeklik 3D Yazılımının (ARGE3D) Geliştirilmesi	31
3.3.	Pilot Uygulamada Tespit Edilen Sorunlar ve Çözümler	34
3.4.	Evren ve Örneklem	38
3.5.	Veri Toplama Araçları	38
3.5.1.	Geometri Başarı Testi (GBT).....	39
3.5.2.	Matematik Tutum Ölçeği (MTÖ)	44
3.5.3.	Van Hiele Geometrik Düşünme Testi (VHGDT)	45
3.5.4.	Görüşme Soruları	46
3.6.	Verilerin Analizi.....	48
	BÖLÜM IV	49
4	BULGULAR.....	49
4.1.	GPO ve MYO' daki Deney ve Kontrol Gruplarının Uygulama Öncesi Matematik Dersi Başarı Düzeylerine Yönelik Bulgular ve Yorumlar	49
4.2.	GPO ve MYO' daki Deney ve Kontrol Gruplarının Uygulama Öncesi Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeylerine Yönelik Bulgular ve Yorumlar	50
4.2.1.	GPO öğrencilerinin uygulama öncesi Van Hiele geometrik düşünme	50
4.2.2.	MYO Deney ve Kontrol Gurubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeylerine Yönelik Bulgular	53
4.3.	Gazi Paşa ve MYO Deney ve Kontrol Gruplarının Geometri Başarı Testi Puanlarına İlişkin Bulgular ve Yorumlar	55
4.4.	Artırılmış Gerçeklik Destekli Geometri Öğretiminin Öğrencilerin Matematiğe Yönelik Tutumları Üzerindeki Etkisine Yönelik Bulgular ve Yorumlar.....	57
4.5.	Artırılmış Gerçeklik Materyalinin Kullanımına Yönelik Öğretmen ve Öğrenci Görüşmelerinden Elde Edilen Bulgular ve Yorumlar	64
4.5.1.	Öğretmen görüşmesinden elde edilen bulgular.....	65
4.5.2.	Öğrenci görüşmesinden elde edilen bulgular.....	73
4.6.	ARGE3D Yazılımının Kullanışlılığına Yönelik Teknik Bulgular.....	80
	BÖLÜM V	82
5	SONUÇ ve ÖNERİLER	82

5.1. Artırılmış Gerçeklik Öğretim Materyalleri ile İşlenen Dersin Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisine Yönelik Sonuçlar	82
5.2. Artırılmış Gerçeklik Öğretim Materyalleri İle İşlenen Dersin Matematiğe Yönelik Tutumlarına Etkisine Yönelik Sonuçlar.....	84
5.3. Öğretmen ve Öğrenci Görüşmesinden Elde Edilen Bulgularla İlgili Sonuçlar	85
5.4. Öneriler	86
6 KAYNAKÇA.....	89
7 EKLER.....	98
Ek-1: Matematik Tutum Ölçeği	99
Ek-2: Matematik Tutum Ölçeği Kullanım İzni.....	101
Ek-3: Geometrik Cisimler Başarı Testi	102
Ek-4: Van Hiele Geometrik düşünme Düzeyi Testi	107
Ek-5 :Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyi Testi Kullanım İzni	112
Ek-6: Materyal Değerlendirme Formu	113
Ek-7: Öğretmen ve Öğrenci Görüşme Soruları	114
Ek-8: Uygulama İzin Talep Yazısı	118
Ek-9: Uygulama İzni.....	119
Ek-10 Uygulama Fotoğrafları	120

TABLOLAR

Tablo 2.1 Fen eğitimi üzerine yapılan AG çalışmaların özeti (Iordache vd., 2012).....	26
Tablo 3.1 Araştırma deseni	31
Tablo 3.2 Deney ve kontrol gruplarındaki kız ve erkek öğrenci sayıları.....	38
Tablo 3.3 GBT'nin pilot uygulama sonrası doğru cevap sayısına göre madde analizi.....	40
Tablo 3.4 GBT belirtke tablosu.....	42
Tablo 3.5 GBT'nin uygulama sonrası doğru cevap sayısına göre madde analizi.....	43
Tablo 4.1 GPO 2012-2013 öğretim yılı birinci dönem matematik ders notlarına ilişkin U-testi sonucu	49
Tablo 4.2 MYO 2012-2013 öğretim yılı birinci dönem matematik ders notlarına ilişkin U-testi sonucu	50
Tablo 4.3 GPO Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyi Testi toplam doğru cevap sayısı ortalamalarına ilişkin t-testi sonucu.....	51
Tablo 4.4 GPO Van Hiele Geometrik düşünme düzeyi puanlarına ilişkin U-testi sonucu	52
Tablo 4.5 MYO Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyi Testi toplam doğru cevap sayısı ortalamalarına ilişkin t-testi sonucu	53
Tablo 4.6 MYO Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyi Testi puanlarına ilişkin U-testi sonucu	55
Tablo 4.7 GPO Geometri Başarı Testi puanlarına ilişkin U-testi sonucu.....	55
Tablo 4.8 MYO Geometri Başarı Testi puanlarına ilişkin t-testi sonucu	56
Tablo 4.9 GPO matematiğe yönelik tutum ölçeği öntest ve sontest toplam puanlarına göre yapılan normallik testi sonuçları.....	58
Tablo 4.10 GPO deney ve kontrol gruplarının Matematik Tutum Ölçeği'nden elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri.....	58
Tablo 4.11 MYO matematiğe yönelik tutum ölçeği öntest ve sontest toplam puanlarına göre yapılan normallik testi sonuçları.....	60
Tablo 4.12 MYO deney ve kontrol gruplarının Matematik Tutum Ölçeği'nden elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri	61

Tablo 4.13 GPO ve MYO öntest-sontest Matematik Tutum Ölçeği puanları varyansların homojenliği varsayımının test edilmesi (Levene Testi).....	61
Tablo 4.14 GPO Öntest-Sontest Matematik Tutum Ölçeği'nden elde edilen puanlarına ilişkin ANOVA sonuçları.	62
Tablo 4.15 MYO Öntest-Sontest Matematik Tutum Ölçeği'nden elde edilen puanlarına ilişkin ANOVA sonuçları.	62

ŞEKİLLER

Şekil 1.1 Bako 2003'ün araştırmasında kullandığı figür	2
Şekil 1.2 Şekil 1.1' deki figürün farklı bir açıdan görünümü	3
Şekil 2.1 Konum tabanlı AG uygulaması (Cheng ve Tsai, 2012)	16
Şekil 2.2 Resim tabanlı AG kullanımına örnek (Cheng ve Tsai, 2012)	17
Şekil 2.3 ARToolKit kütüphanesi işlem basamakları	19
Şekil 3.1 AG resminin işaretleyici merkezinde görüntülenmesine örnek	32
Şekil 3.2 AG yazılımın bilgisayar laboratuvarında kullanımına bir örnek.....	33
Şekil 3.3 ARGE3D geometri yazılımın çalışma şekli	34
Şekil 3.4 ARGE 3D geometri kitabı yazılımı işaretleyici tasarımı ölçüleri	36
Şekil 3.5 ARGE 3D işaretleyici kalıbının oluşturulmasına bir örnek.	37
Şekil 4.1 VHGDT sonuçlarına göre GPO deney grubu öğrenci sayılarının frekans dağılımları	51
Şekil 4.2 VHGDT sonuçlarına göre GPO kontrol grubu öğrenci sayılarının frekans dağılımları	52
Şekil 4.3 VHGDT sonuçlarına göre MYO Deney Gurubu öğrenci sayılarının frekans dağılımları	54
Şekil 4.4 VHGDT sonuçlarına göre MYO Kontrol Gurubu öğrencilerinin frekans dağılımları	54
Şekil 4.5 GPO matematik tutum puanlarına ilişkin çizgi grafiği	59
Şekil 4.6 MYO matematik tutum puanlarına ilişkin çizgi grafiği	60
Şekil 4.7 İşaretleyiciler arasında istenmeyen benzerliğe bir örnek (Siltanen, 2012)	80
Şekil 4.8 İşaretleyici şablonu ve ilgili veri işaretleyicisi örneği (Siltanen, 2012).	81

BÖLÜM I

GİRİŞ

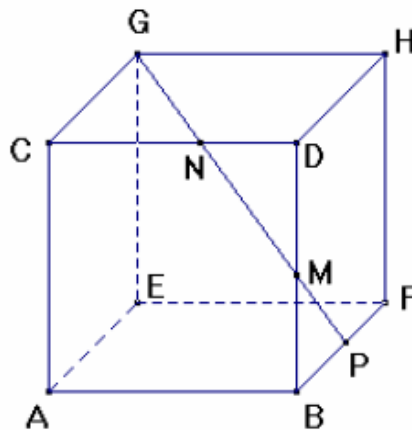
1.1. Problem Durumu

Geometri derslerinde yer alan üç boyutlu geometrik cisimlerin iki boyutlu düzlem geometri üzerinde öğretilmesinden dolayı öğrencilerin akademik başarılarında sorunlar yaşandığı ve geometri derslerine yönelik olumsuz tutuma sahip oldukları görülmektedir.

Bilişim Teknolojilerinin (BİT) matematik öğretiminde etkin olarak kullanılması son yıllarda yoğun olarak tartışılan çok yönlü araştırma konularından birisidir. Bu araştırmalarda, matematikteki soyut kavramların daha kolay ve kalıcı öğrenilebilmesi için mümkün olduğunca somutlaştırılması gerektiği belirtilerek, ifadelerin şekil temsillerinin görselleştirilmelerinin önemi üzerinde durulmaktadır. Çünkü görselleştirme, kavramları somutlaştırarak öğrenmeyi anlamlı kılmakta ve kavramların somut ile soyut ifadeleri arasındaki geçişlerin öğrenilmesinde yararlı bir yaklaşım olarak görülmektedir. Ayrıca algısal ve kavramsal akıl yürütmenin anahtar bileşeni sayılmaktadır. Bu somutlaştırma araçları; grafikler, diyagramlar ve çeşitli geometrik şekil ya da modellerdir. Bu araçlar sayesinde, insan dış dünyayla soyut kavramlar arasında bir bağ kurabilir. Ayrıca, bilginin yapılandırılmasında, matematiksel kavramların anlamlandırılmasında ve ilişkilendirilmesinde, çok sayıda bilgiyle uğraşırken karmaşayı azaltmada, matematiksel problemlerin çözümünü kolaylaştırmada, matematiksel problemleri günlük hayata yaklaştırmada ve bireylere matematiğin eğlenceli olabileceğini anlatmada görselleştirme güçlü bir araç olarak kullanılabilir (Işık ve Konyalıoğlu, 2005; Arcavi, 2003).

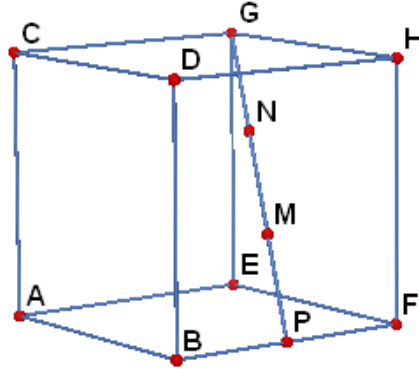
Geometri, matematiğin bireylerdeki görsel, estetik ve sezgisel duyuları ortaya çıkaran bir dalı olup, tanımlanabilen ya da modellenerek sezdirilebilen kavramlar, aksiyomlar ve kanıtlanmış genellemelerden oluşur. Çeşitli kaynaklarda geometri “uzay ve

şekil çalışmalarının bütünü” olarak ifade edilmektedir (NCTM, 2000; Clements vd., 1999). Battista (1992) geometri için “kavramların, düşünme yollarının ve temsil sistemlerinin birbirine bağlı olduğu karmaşık bir ağ” tanımlamasını yapmaktadır. Geometri soyut matematiksel kavramların ve ilişkilerin temsil edilmesinde, matematiksel yapıların gösterilmesinde önemli bir araçtır. Geometri çalışmalarının temelinde geometrik kavramların görselleştirilmesi, çizilmesi ve bunlara dayalı genellemelerin oluşturularak, bir bütünlük içerisinde yaşadığımız dünyanın uzamsal durumlarının incelenmesi yer alır (Köse, 2008). Okullarımızda okutulan geometri dersleri ise ağırlıklı olarak düzlem geometri öğretimi üzerinedir. Hatta genel olarak üç boyutlu uzay geometri öğretimi iki boyutlu düzlem geometri üzerinde öğretilmektedir. Uzayın düzleme resmedilmesi ise oldukça güçtür. Geometrinin temelini oluşturan bu uğraş, üç boyutlu geometri öğretiminde de önemli bir yer tutmaktadır. Ancak, üç boyutlu bir cismin iki boyutlu düz bir kâğıt üzerindeki çizimleri ya eksik olup göz yanılmalarına ve farklı algılamalara sebep olmakta ya da kusursuz çizimler dahi olsalar ortamın statikliğinden şekillerin farklı cephelerden görünümelerini tek bir çizimde görmeye imkân tanımamaktadır. Düzlem geometri temelli işlenen uzay geometri derslerinde öğrencilerin geometrik nesneler arasındaki ilişkileri görmelerinin zorlaştığı ve onların farklı algılamalarla yanlış sonuçlara vardıkları yapılan araştırmalarda ortaya konulmuştur. Örneğin Bako’ nun (2003) yaptığı araştırmaya göre öğrenciler, Şekil 1.1’deki çizimde G,N,M ve P noktalarının doğrusal olmadığını, N noktasının [CD], M noktasının ise [DB] üzerinde olduğunu düşünmüşlerdir (Baki vd., 2008).



Şekil 1.1 Bako 2003’ün araştırmasında kullandığı figür

Hâlbuki Bako' nun araştırmasında öğrencilere verdiği şekilde [GP], direkt G noktasından [BF] üzerinde çizilen bir doğru parçasını göstermektedir. Bu şeklin farklı bir açıdan görünümü Şekil 1.2' deki gibidir.



Şekil 1.2 Şekil 1.1' deki figürün farklı bir açıdan görünümü

Yukarıdaki örnekte de görüldüğü üzere kâğıt üzerinde gösterilen şekiller statik olmasından dolayı geometrik nesneler arasındaki ilişkiyi görmek zorlaşmakta ve farklı algılamalarla neden olmaktadır. Battista ve Clements (1996), öğrencinin alan ve hacim ölçümü gibi kavramların matematiksel formüllerin ya da kavramların anlamlarını öğrenmesi için manipülasyonlardan yararlanmayı önermiştir. Ayrıca, uzamsal manipülasyon nesnelerinin, beyin fırtınası ve sembolik yazı çözümleri ile geometri bilgileri yapılandırılarak pekiştirilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Karaman (2000) ise çalışmasında öğrencilerin matematik dersi içinde yer alan geometri konularını öğrenirken karşılaştıkları sıkıntıları araştırmıştır. Matematik öğretmenlerinin bu konuları anlatırken öğrencilerinde gözlemledikleri ve onların karşılaştıkları durumlar hakkında 25 matematik öğretmenin görüşlerini almıştır. Buna göre öğretmenler, öğrencilerinin iki ve üç boyutlu şekillerin özelliklerini tanıyamadıklarını, tahtadaki şekilleri defterlerine geçirirken zorlandıklarını, nesneleri beceriyle kullanamadıklarını, onların farklı yönlerden görünümelerini gözlerinde canlandıramadıklarını, soyut düzlem geometrisi konularıyla ilgili sorular yerine, sayısal örnekleri tercih ettiklerini belirtmişlerdir.

Hwang vd.(2009) geometrinin uzunluk, alan ve hacim ölçerek fiziksel çevreyi açıklamak için kullanılan temel yöntemlerden birisi olduğunu, bu sebeple de geometrik düşünmenin artırılmasının yüksek düzey matematiksel düşünme için çok önemli ve

günlük hayatta uzamsal etkileşim ve manipülasyon ile geliştirilmesi gerektiğini ifade etmektedir. Ancak, geleneksel sınıflarda, geometri öğretiminin genellikle sadece yazı tahtaları veya kâğıt üzerinde metin, 2D grafikler ve matematiksel formüllerin tanımı ile yapıldığını, bu öğretim yöntemlerinin ise 2D veya 3D nesnelerin hacminin ölçülmesi gibi bazı önemli konularda genellikle yetersiz kaldığı vurgulamaktadır. Bako (2003) ise yapmış olduğu araştırmada 15 yaş grubundaki öğrencilerin hoşlanmadığı derslerin başında uzay geometri ve istatistik geldiğini belirtmiştir. Araştırmaya katılan öğretmenlerin sadece % 10' u uzay geometri konularını öğretmede başarılı olduklarını ifade etmişlerdir. Bu konunun öğretimindeki yaşanan güçlüğü asıl sebebinin öğrencilerin üç boyutta görememesinden kaynaklandığı ortaya konulmuştur.

Teknolojinin eğitimde kullanılması genelde matematik, özelde ise geometri öğretimine önemli katkılar sağlamıştır. Bilgisayarın matematik ve geometri derslerinde kullanımı; öğrencilerin varsayımda bulunma, genelleme yapma ve sonuç çıkarma gibi düşünme becerileri kazanmalarında onlara ışık tutacak bir yardımcı araç rolü yüklemektedir. Statik çizimler, grafikler ve şekiller öğrencilerde bu davranışları kazanmaya yardımcı olmada yeterli kalmamaktadır. Özellikle öğrenciler 3D şekillerin 2D gösterimleri üzerine düşünürken ve onlarla işlem yaparken sık sık güçlük çekmektedirler (Ben-Chaim vd., 1988). Ancak bilgi ve iletişim teknolojilerindeki yeni gelişmeler, matematiksel kavramların somutlaştırılmasını ve sorgulanmasını sağlayarak öğrenme ve öğretim sürecine öğrencilerin kavrama düzeylerini artırıcı birçok yeni imkânlar sunmaktadır. Özellikle matematik gibi soyut kavram ve ilişkilerin ele alındığı derslerde bu kavram ve ilişkilerin somutlaştırılmasında “sanal öğrenme nesnesi” ya da “sanal manipülatif” olarak adlandırılan bilgisayar yazılımlarının geliştirilmesi önem kazanmaktadır (Karakırık, 2008). Sanal öğrenme nesneleri, diğer öğretim materyalleri ile karşılaştırıldığında, öğrenci etkileşiminin en yüksek olduğu materyal türüdür. Sanal öğrenme nesneleri, etkili hazırlandığında bir öğretmenin öğretim ortamında gösterdiği bütün etkinlikleri yansıtabilir. Sanal öğrenme nesnelerinin diğer bir avantajı da öğrencilerinin konuyu bireysel öğrenme hızlarına uygun şekilde öğrenebilmelerine ve gerektiğinde akranlarıyla birlikte grup çalışması yapabilmesine yardımcı olmasıdır. (Tunç vd., 2012). Genel olarak geometri öğretiminde sanal gerçeklik ya da sanal öğrenme materyali kullanımının güçlü bir araç olduğu, bilgiyi keşfetmeyi öğrettiği, öğrenciler arasındaki etkileşimi kolaylaştırdığı, kullanıcıların sanal nesnelerin

dinamiklerini gözlemleyerek kavramları, düzenleri ve ilişkileri anlamasına yardımcı olduğu vurgulanmaktadır. Ayrıca bu yazılımlar ile yürütülen uygulamalarda öğrencilerin bilgisayar ekranında gördükleri hareketlerin, büzülmelerin, şekillerin döndürülmesinin onların zihinlerinde de bu işlemi daha kolay yapmalarını sağlayarak dinamik görselleştirme becerileri üzerine olumlu etkiler yaptığını ortaya koymaktadır (Rafi vd., 2008; Kösa vd. 2008). Ancak bu çalışmalarda kullanılan yazılımların üç boyutlu geometri eğitimi için özel olarak tasarlanmış yazılımlar olmadıkları, genellikle mühendislik uygulamaları için geliştirilen yazılımlar oldukları ya da düzlem geometri için geliştirilen yazılımlarla oluşturulan üç boyutlu şekillerin sınıf içi uygulamaları şeklinde oldukları görülmektedir. Ne var ki, bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler her geçen gün yeni olanaklar sunsa da, bu yeni teknolojik olanakların kabul ve kullanımı noktasında öğretmen algılarının yeterli düzeyde olmadığı görülmektedir. Bunun en önemli nedeni ülkemizde olduğu gibi diğer dünya ülkelerinde de yazılı ders materyalleri, bir başka deyişle ders kitabı, öğretmen kılavuz kitabı, yardımcı ders kitapları hala önemini korumaktadır ve öğretmenler için vazgeçilmez bir öğretim aracıdır. Çünkü öğretmenler tarafından yenilikleri benimsemek ve uygulamaya koymak genelde kolay değildir. Literatürde, öğretmenlerin yeni öğretim programlarını ve bu programların önerdiği öğrenme-öğretme yaklaşımlarını istenilen şekilde uygulayamadıklarını ortaya koyan birçok araştırma yer almaktadır. Yapılan araştırmalar öğretmenlerin sahip oldukları düşünce, inanç ve tutumların onların sınıf içi uygulamalarına yansıdığını, genelde öğretmenlerin öğrenme ve öğretmeyle ilgili inanışları değişmediği için sonuçsuz kaldığını, bu nedenle de öğretmenlerin yeniliği yürütmede başarısız kalarak, eski öğretim alışkanlıklarına geri döndüklerini ortaya koymaktadır. Aynı zamanda öğretmenler yeni kaynakları kabul etme ve reddetme, önerilen etkinliklerin kullanımı ve kaynakları zamanla uygulama konusunda farklılıklar göstermektedirler (Güneş, 2008).

Gelişen yeni teknolojilerle birlikte, gerçek dünya görüntülerinin üzerine dijital bir katman ekleyerek zengin çoklu ortam içeriği sunan Artırılmış Gerçeklik(AG) teknolojisi ile ders kitapları ve sanal öğrenme nesneleri eş zamanlı olarak kullanılabilir. AG'nin sanal gerçekliğe göre iki önemli avantajı vardır. İlk olarak, AG gerçek bir ortamda ortak deneyim sağlar. Kullanıcılar bilgisayar tarafından oluşturulan nesnelerle eş zamanlı olarak gerçek bir ortamda çalışabilirler. İkinci olarak,

AG somut etkileşim sağlar. AG teknolojisi, yeni etkileşim olanakları ile öğrencinin kendi bilgi yapısını oluşturmada aktif öğrenci katılımını teşvik etmektedir. Bu nedenle AG öğretim materyallerinin TÜBİTAK veya diğer araştırma kuruluşları tarafından FATİH projesi kapsamında geliştirilmesine destek verilmektedir. Ancak kişisel ilgilerin, bakış açılarının ve tecrübelerin farklılık göstermesinden dolayı okullarımızdaki öğrenci ve öğretmenlerin AG teknolojisinin kullanımına yönelik algılarına nasıl bir etkisi olacağı yeterince bilinmemektedir. Ayrıca AG teknolojisinin yeni etkileşim olanakları ve zengin öğretim ortamı sayesinde yukarıda belirtilen üç boyutlu geometri konularının öğretiminde yaşanan problemlerin giderilmesine, öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarına katkısı olup olmayacağıda yeterince bilinmemektedir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmada AG öğretim materyalleriyle desteklenen geometri öğretiminin; öğrencilerin akademik başarılarına, matematik dersine yönelik tutumlarına, öğretmen ve öğrencilerin AG teknolojisinin kabulü ve kullanımına yönelik algılarına etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

AG teknolojisi, gerçek dünya ile sanal öğretim materyallerin birleştirilmesine olanak tanınması ve kullanıcılara bu materyaller üzerinde kontrol sahibi olma fırsatı vermesinden dolayı eğitim öğretimde önemli bir etkiye sahiptir. Bu teknoloji sayesinde birey, çevresi ile etkileşime girerek zihinsel açıdan aktif bir öğrenme imkânı bularak zengin deneyimler yaşamakta ve keşfederek öğrenme ortamı yakalamaktadır. Bu temel amaç doğrultusunda gerçek görüntü üzerine eş zamanlı olarak 3D geometri materyallerinin eklenebilmesini sağlayan, ortamın işlevsel zenginliğini artıran ve bu materyaller üzerindeki kullanıcı kontrolüne imkân tanıyan ARGE3D yazılımı geliştirilmiştir. Geliştirilen bu yazılım ile AG teknolojisinin öğrencilerin üç boyutlu geometrik cisimler konusuna yönelik akademik başarılarına ve matematik tutumlarına olumlu etki bırakması beklenmektedir.

1.3. Araştırmanın Önemi

Teknolojinin gelişmesi ile birlikte, öğretmen ve öğrencilerin teknolojiden etkili şekilde yararlanmak için beklentileri de artmakta ve bu araçların eğitimde

kullanılması için çalışmalar yapılmaktadır. AG öğretim ortamları öğrencilerin ilgi ve dikkatini derse çekmesi, öğrencilerin hayal gücünü ve yaratıcılıklarını kullanmayı teşvik etmesi, öğrencilerin uzamsal yeteneklerini ve pratik uygulama becerisini geliştirmesi bakımından eğitim alanında kullanımı önem arz etmektedir. 2004 yılından beri her yıl düzenli olarak yayımlanan Horizon raporunda, AG teknolojisi 2008 yılından itibaren umut verici eğitim teknolojileri arasında ön görülmüş, 2010 yılından itibaren ise mobil cihazlarla yapılan eğitimin de önemli rol oynayacağı tahmin edilmiştir. Bu sonuçlara göre orta vadede AG uygulamalarının eğitim üzerinde önemli bir etkisi olacağı söylenebilir (Martin vd., 2011). Bu amaç doğrultusunda Fatih projesi kapsamında, TUBİTAK BT0103, Fatih Projesi İnsan Bilgisayar Etkileşimi Çağırısı'nda da görüldüğü üzere AG teknolojisinin okullarımızdaki kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Ancak bu uygulamaların okullarımızdaki kullanımın öğrencilerin akademik başarılarına, tutumlarına ve hem öğrenciler hem de öğretmenler tarafından kabul ve kullanımına yönelik etkisini araştırmadan sadece konunun teknik boyutunun araştırılması eğitsel bağlamda beklentileri karşılayacak nitelikte ürünler üretebilmesinin önüne geçecektir. Bu sebeple AG'nin teknolojik boyutunun ötesinde geometri öğretimi açısından okullarımızdaki kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisinin araştırıldığı bu çalışmadan elde edilecek nicel ve nitel veriler bu alanda araştırmaya yapacak farklı disiplinlerdeki araştırmacılara ve AG yazılımı geliştiricilerine yön vererek eğitsel bağlamda beklentileri karşılayacak nitelikte ürünler üretebilmesine yardımcı olacaktır. Ayrıca bu araştırma sonuçları AG teknolojisinin kullanımının yaygınlaştırılmasına yönelik yapılacak olan maliyet ve fayda analizlerine de ışık tutacaktır.

1.4. Problem Cümlesi

İlköğretim 6. sınıf matematik dersinde yer alan Geometrik Cisimler konularıyla ilgili AG destekli geometri öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve matematiğe yönelik tutumlarına bir etkisi var mıdır? Bu problemin çözümünde aşağıdaki araştırma sorularına cevap aranmıştır:

1. Deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesi geometrik öğrenme düzeyleri nasıldır?

2. Deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesi matematik başarı düzeyleri nasıldır?
3. Geometri Başarı Testi puanlarına göre deney ve kontrol grupları arasında anlamlı fark var mıdır?
4. Matematiğe yönelik tutum bakımından deney ve kontrol grupları arasında anlamlı fark var mıdır?
5. AG teknolojisinin kullanımına yönelik öğretmen ve öğrenci görüşleri nelerdir?

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

- Pozlama sırasında oluşan parlaklık nedeni ile ARGE3D yazılımında kullanılan ArToolkit kütüphanesinin işaretleyici algılamasındaki hassasiyet zayıflamaktadır. Bu problem kullanıcı ve bilgisayar arasındaki etkileşimi sınırlamıştır.

1.6. Araştırmanın Varsayımları

Literatürde bilgisayar destekli eğitimde öğrencilerin akademik başarıları ile bilgisayara yönelik tutumları ve bilgisayar öz yeterlilik düzeyleri arasında korelasyon olduğu bilinmektedir (Aşkar ve Umay, 2001; Doukakis vd., 2010). Ancak bu çalışmada uygulamanın yapıldığı deney ve kontrol gurubundaki öğrencilerin aşağıdaki sebeplerden dolayı bilgisayara karşı tutumlarının ve bilgisayar öz yeterlilik düzeylerinin benzer olduğu varsayılmıştır;

- Deney ve kontrol gurubu öğrencilerinin benzer sosyo-ekonomik ve sosyo-kültürel ortamdan gelmeleri
- Aynı yaş gurubunda yer almaları
- Aynı öğretmen tarafından ve aynı bilgisayar laboratuvarında temel bilgisayar dersini almış olmaları
- Öğrencilerin okul idaresi tarafından sınıflara rastgele dağıtılmış olmaları

1.7. Tanımlar

Artırılmış Gerçeklik: AG gerçek ortamı bir arka plan olarak kullanarak, gerçek çevrenin video görüntüsü üzerine eş zamanlı olarak veriler, statik resimler veya dinamik

3D modellerinin eklenmesi ve bunların yeni etkileşim olanakları ile dinamik hale getirilmesidir (Billinghurst vd, 2001).

ArToolkit: ARToolkit, kullanıcının bakış açısını hesaplayarak gerçek dünya nesneleri ile uyumlu olan kütüphanedir ve kısaca AR olarak adlandırılır. ArToolKit sadece AR işaretleyicilerini tanımakta ve bu işaretleyiciler ile sınırlı ortamlarda çalışmaktadır (ARToolKit, 2013).

NyARToolKit: Hem işaretleyici tabanlı hemde doğal özellik izleme imkânı sağlamaktadır. Farklı programlama dilleri arasında taşınabilirlik kolaylığı ve farklı işletim sistemleri üzerinde bir AR uygulama geliştirmek için kullanılmaktadır (ARToolKit, 2013).

SLARToolkit: Kolay ve mümkün olduğunca hızlı, gerçek zamanlı AG uygulamaları yapmak amacı ile Silverlight ve Windows Phone için esnek AG kütüphanesidir. SLARToolkit çift lisans modeli kullanır ve belirli koşullar altında açık veya kapalı kaynak uygulamaları için kullanılabilir (SLARToolKit 2013.).

1.8. Kısaltmalar

- AG : Artırılmış gerçeklik
- BDÖ : Bilgisayar destekli öğretim
- BIT : Bilişim teknolojileri
- ARGE3D : Artırılmış gerçeklik 3D geometri yazılımı
- MEB : Milli Eğitim Bakanlığı
- VHGDТ : Van Hiele Geometrik Düşünme Testi
- GPO : Gazi Paşa Ortaokulu
- MYO : Mustafa Yazıcı Ortaokulu
- GBT : Geometri Başarı Testi
- MYTA : Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde literatür taraması sonucunda ulaşılan bilgilerin irdelenip sentezlenmesiyle araştırmanın kuramsal yapısı oluşturulmuş, ilgili araştırmaların incelenmesiyle kuram ve uygulamanın nasıl bağdaştığına yönelik bakış açısı geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda AG teknolojilerinin eğitim alanında kullanımının öğrenci motivasyonu ve akademik başarısı üzerindeki etkisi, AG uygulamalarının kabul ve kullanımı ile bu teknolojinin matematik ve geometri eğitimi ile ilgili ulusal ve uluslararası alanda yapılan teorik ve deneysel araştırmalar ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

2.1. Yapılandırmacı Eğitim ile Matematik ve Geometri Öğretimi

Matematiğin en önemli dallarından biri olan geometriye okul programlarında yer verilmesinin nedenlerinden bir tanesi de mantıksal düşünmenin gelişimini sağlamasıdır. Mantıksal düşünmenin gelişimi, küçük yaşlardan itibaren çocukların çevrelerindeki geometrik nesneleri algılayarak, görerek ve zihinlerinde anlamlandırmasıyla başlar. Geometri öğretimi, erken yaşlarda oyun şeklinde başlayıp, bulmaca niteliğinde sürdürülüp, sağlam sezgi, kavram ve bilgiler kümesi olarak geliştiğinde matematiğin en ilginç ve zevkli bölümünü oluşturur. Geometri konuları öğretilirken, öğrencilerin geometrik kavramları niçin öğrenmeleri gerektiği, bu kavramların onlar için neler ifade edebileceğini ve nerelerde kullanabilecekleri hakkında ön bilgiler verilerek açıklama yapılmalı, dikkatleri ve ilgileri kavramlar üzerine çekilmelidir (Develi ve Orbay 2003; Takunyacı, 2007).

Piaget (1971)'e göre fiziksel bilgiler gözleme veya deneye dayalı soyutlamalarla oluşturulurken, mantıksal-matematiksel bilgiler düşünmeye dayalı soyutlamalarla yapılandırılabilir. Ancak, küçük yaştaki çocuklar için bu iki bilgi türü birbirinden çok da bağımsız değildir ve sayı kavramı gibi pek çok soyut matematik kavramının anlaşılmasında fiziksel bilgi önemli bir rol oynamaktadır. Bundan dolayı da ilkökul çağındaki çocuklara kazandırmak istediğimiz davranışlar için hazırlanan ders içeriğinin,

onların farklı duyu organlarına hitap edecek özellikte somut materyallerle desteklenmiş olması gerektiğini belirtmektedir. Bruner'e (2006) göre ise çocuklar düşüncelerini eylemsel, imgesel ve sembolik yollarla ifade etmektedirler. Fiziksel nesneler gibi somut materyallerin kullanımı, onların eylemsel gösterimler yoluyla düşüncelerini ifade etmelerine olanak sağlar (Bozkurt ve Akalın, 2010).

Bozkurt ve Akalın (2010) öğrenme ortamlarında öğretim materyallerinin kullanımının; öğrenciyi merkeze aldığını, daha zengin öğrenme fırsatları sunduğunu, matematiği sevmeyi sağladığını, matematik öğretimini eğlenceli hale getirdiğini, matematiğin yazılmasına ve tartışılmasına fırsat verdiğini ifade etmektedir. Gündüz ve diğerleri (2008) ise öğrenme ortamlarında sadece ders kitaplarına bağlı kalmanın öğrencilerin tahminde bulunma, muhakeme etme, sezgisel düşünme, güdülenme, deney yapma, deneyden elde edilen sonucu görme ve formülleri çıkarma becerilerini tam olarak kazanamamalarına neden olurken materyallere dayalı öğrenme ortamlarının ise büyük ölçüde sağladığını belirtmektedir.

Geometri, öğrencilerin uzamsal becerileriyle yakından ilgili bir derstir. Uzamsal düşünmenin matematiksel düşünme ile güçlü ve olumlu ilişki içinde olduğu iddia edilmektedir (Battista ve Clements, 1996). Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi (NCTM) 2000 yılı raporunda, geometri öğretiminin üç boyutlu geometri çalışmaları içermesini ve öğrencilere problem çözerlerken uzamsal becerilerini kullanma fırsatları sağlanmasını önermektedir. Uzamsal becerileri geliştirmek için müfredatların arka planında üç boyutlu uzay geometri olmasına rağmen temel vurgu iki boyutlu düzlem geometri üzerine yapılmaktadır. Uzay geometri hesaplamaları üç boyutlu geometri etkinliklerini kapsadığı için görsel-uzamsal becerileri kullanma bu alanda ön plandadır. Bu özelliklerden dolayı üç boyutlu uzay geometri uzamsal becerileri kullanmada ve bu becerilerin gelişiminde daha elverişli bir alandır. Uzay geometri olarak ortaöğretim müfredatında yer alan ders öğrencilerin uzamsal becerilerinin gelişimine katkıda bulunarak onların fiziksel çevrelerini anlamlaştırılmalarına yardımcı olacak ve görsel düşünmelerini yükseltebilecek bir potansiyele sahiptir (Baki vd., 2008).

Geometri problemleri çok boyutlu olsa da genellikle karşılaştırma için tek boyut kullanılmaktadır. Örneğin, bir üçgenin ve bir karenin alanının karşılaştırılmasında, sezgi

kullanarak hangisinin daha büyük olduğunu bulmak için tek boyut kullanarak ayırt etmek kolay değildir. Bu nedenle benzer iki şeklin doğru bir şekilde kolayca karşılaştırılması için manipülasyonlara ihtiyaç vardır. Eğer bu iki şeklin alanlarının karşılaştırmasını yapmak için sadece matematiksel formüller kullanılırsa, öğrenciler matematik kavram ve formüllerin fiziksel anlamını anlamak için yeterince deneyime sahip olmayacaklardır. Bu nedenle, öğrencilerin geometri anlayışlarını geliştirmek ve zihinlerinde canlandırmak için sanal manipülatiflere ihtiyaç vardır (Hwang vd., 2009) .

Özellikle ilköğretim okullarında geometrik şekilleri üç boyutta gözünde canlandırmada sorun yaşayan öğrencilerin, bir şekli zihinlerinde döndürürken farklı açılardan nasıl göründüklerini bulmada uzun zaman harcamasına engel olmak için materyal kullanımının önemli olduğu belirtilmektedir. Çünkü çocukta zihin gelişimi somuttan soyuta doğru olmasından dolayı somut olarak gördüğü, algıladığı şeyi daha kolay öğrenir. Clement ve diğerleri (1999) ise bazen öğrencilerin ezberci bir yaklaşımla sadece materyal kullanımını öğrendiğini, bu nedenle de somut modeller kullanımının her zaman başarı sağlamadığına dikkat çekmektedir. Bilgisayarda yapılan bazı nesneler gerçeklerine göre daha esnek bir yapıda olurlar. Bilgisayardaki nesnelerle çalışılırken öğrenciler nesnenin şeklini ve boyutlarını değiştirebilirler. Bu nesneleri farklı boyutlarda düzenledikten sonra bilgisayarda saklayabilirler ve gerektiğinde bu nesneler üzerinde yapılan hareketleri tekrarlayabilirler. Bu da öğrencilerin dinamik şekiller oluşturmalarına yardımcı olur. Somut modeller ile yapılamayan birçok şey bilgisayar yazılımları ile yapılabilir. Bilgisayarda otomatik olarak simetrik şekiller çizilebilir ya da şekiller üzerinde yeni hareketler oluşturulabilir (Yolcu ve Kurtuluş, 2010).

2.2. Matematik Eğitiminde Teknoloji Kullanımının Önemi

Küçük yaştaki öğrenciler, bilgilerin somut modellerle temsil edildiği öğrenme ortamlarında daha anlamlı öğrenirler. Dolayısıyla matematik öğretiminde somut modellerin kullanılması oldukça yararlıdır. Öğrenme-öğretme sürecinde bilginin farklı biçimlerde temsil edildiği durumlar kullanılmalıdır (semboller, somut araçlar, resimler, sözlü ve yazılı ifadeler vb.) (MEB, 2009). Bu nedenle teknolojik imkânlar ile sağlanan tüm etkinlikler ve materyaller öğretimde matematiği somutlaştırmak için kullanılmalıdır.

Eğitim teknolojisindeki hızlı gelişmeler matematik alanında da etkisini göstermiştir. Ayrıca, bu gelişmeler matematiğe bakış açısını da değiştirmiştir. Genel anlamda işlem bilgisi, kurallar bilgisi, sayı ve şekiller bilgisi olarak tanımlanan matematik yerine, daha çok akıl yürütme süreçlerinin kullanıldığı matematik tanımlarına yer verilmeye başlanmıştır. Matematiğin yalnızca kural ve sayılardan oluşmadığı son yıllarda yapılan tanımlarla vurgulanmıştır. Bu noktada matematik; genelleme yapma, desen arama, bilgiyi düzenleme gibi becerilerin uzun zamana yayılarak geliştirildiği, öğrencilerin uygun etkinliklere yönlendirildiği, öğrencinin bizzat kendi matematiksel bilgisini, kendisinin oluşturduğu ve yeni durumlara çözüm ürettiği bir çalışma alanına dönüşmüştür (Olkun ve Toluk, 2003).

Bilgisayar kullanımı matematik öğretimine yeni fırsatlar sunmuştur. Matematikte bilgisayar bazı konuların öğrenilmesinde, bazı algoritmaların kurulmasında, işlemlerin yürütülmesinde, çözümlerin yapılmasında, analiz ve araştırmaların yapılmasında kullanılabilir. Ayrıca, öğrencilere matematiksel ilişkileri keşfetme, hipotez kurma ve genelleme yapmaları için çeşitli imkânlar sunmaktadır (Baki, 2001). Öğrencilerin problem çözme ve düşünme becerilerinin gelişiminde etkili olan bu teknoloji sayesinde grafiksel ve geometrik gösterimler sağlanarak kalıcı öğrenmeler gerçekleştirilebilmektedir (Aydoğmuş, 2010).

Bilgisayar Destekli Öğretim (BDÖ), kendi kendine öğrenme ilkelerinin bilgisayar teknolojisi ile birleşmesinden oluşmuş bir öğretim yöntemi olmakla beraber, diğer bir özelliği de öğretim sürecinde bilgisayarın seçenek olarak değil, sistemi tamamlayıcı, sistemi güçlendirici bir öğe olarak kullanılmasıdır. Bir başka ifadeyle BDÖ'de bilgisayar, öğrenmenin meydana geldiği ortamda kullanılarak, öğretim sürecini ve öğrenme motivasyonunu güçlendiren, öğrencinin kendi öğrenme hızına göre ilerlemesine imkân veren bir öğretim yöntemidir. Bu yöntemin öğrenme öğretme süreçlerindeki başarısı çeşitli değişkenlere bağlı olmakla birlikte, yöntemin başarısında öğretim hedef ve davranışlarına uygun ders yazılımlarının sağlanması oldukça önemlidir. BDÖ yönteminde, bilgisayar teknolojisi öğretim sürecine değil de, geleneksel öğretim yöntemlerine bir seçenek olarak girmekte nitelik ve nicelik açılarından eğitimde verimi yükseltmede önemli bir rol oynamaktadır (Uşun, 2000).

Öğretmenin kullandığı teknoloji, teknolojinin etkili biçimde ve iyi grafikleştirme, görselleştirme ve hesaplamalarından faydalanarak öğrencilerin öğrenme deneyimlerini geliştirebilir. Teknoloji elbette matematik öğretmenlerinin yerini alamaz; fakat öğretmenlere bilgiyi somutlaştırmak ve öğretimi kolaylaştırmak için ilave araçlar verir. Okul Matematiği için İlkeler ve Standartların 2000 yılı düzeltmesinde NCTM “Teknoloji İlkesi”ni belirtmiştir. Bu ilkede teknolojinin matematik öğretiminde önemli olduğu ifade edilirken her derde deva olmadığı da vurgulanmıştır.

Yolcu ve Kurtuluş (2010), ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini ilköğretim matematik öğretim programı kapsamında yer alan kazanımlar çerçevesinde somut modeller ve bilgisayar uygulamaları ile hangi oranda geliştirilebileceğini araştırmıştır. Araştırmada çizim olarak sunulan birim küplerden yapılmış üç boyutlu yapılardaki toplam birim küp sayısı, farklı sayıda görünen yüz sayısı ve farklı yönlerden görünümünü çizme sorularındaki başarıları ölçülmüştür. Çalışma sonucunda, öğrencilerin somut birim küpler kullanılarak üç boyutlu yapıları oluştururken toplam birim küp sayısını sistemli sayarak bulmayı öğrendikleri gözlemlenmiştir. Bu derslerle düzlem tasvirlerini uygun şekilde görselleştirme yeteneği kazanarak oluşturdukları modellerde şeklin kâğıt üzerinde görünmeyen küplerinin olabileceğini fark ettikleri tespit edilmiştir. Ayrıca, etkinliklerde karmaşık ve daha fazla birim küp içeren düzlem tasvirlerindeki küp sayılarını ve farklı sayıda görünen yüz sayılarını bulurken daha çok hata yaptıkları ve görselleştirmede zorlandıkları görülmüştür. Öğrencilerden üç boyutlu yapıların farklı yönlerden görünümünün çizilmesinin istendiği sorularda ise somut modellerin tek başına yeterli olmadığı belirlenmiştir.

2.3. Artırılmış Gerçeklik ve Eğitimde Kullanımı

2.3.1. Artırılmış Gerçeklik

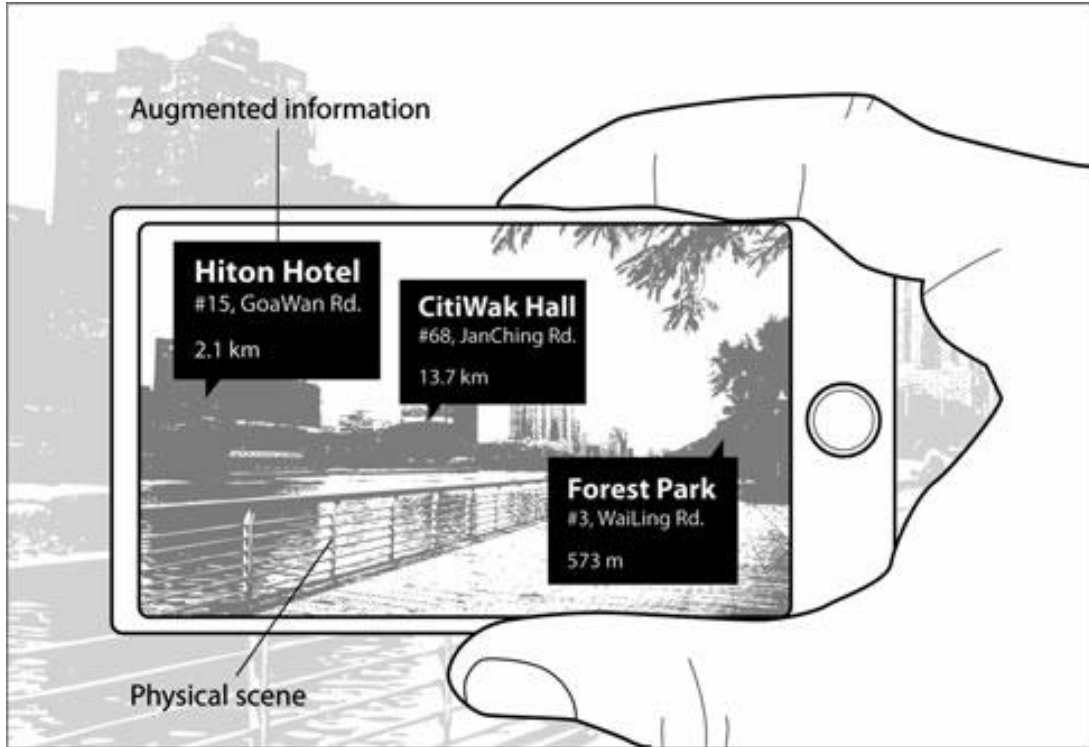
Artırılmış Gerçekliği (AG) ilk olarak Milgram ve diğerleri (1994) sanal nesnelerin gerçek dünya üzerine bindirilerek iç içe girdiği canlı ve etkileşimli bir ortam olarak tanımlarken Gonzato ve diğerleri (2008) bir kullanıcının metin, ses ve diğer ek bilgiler ile gerçek dünyanın gelişmiş ya da artırılmış gibi görünümünü sağlayan

teknoloji olarak tanımlamıştır. Billinghurst ve diğerleri (2001) ise AG'nin sanal gerçeklikteki gibi gerçeklik ortamla yer değiştirmedeğini, bunun yerine gerçek ortamı bir arka plan olarak kullandığını ve gerçek çevrenin video görüntüsü üzerine eş zamanlı olarak veriler, statik resimler veya dinamik 3D modellerinin eklendiğini belirtmiştir. Azuma (1997) ise AG' yi tanımlarken olmazsa olmaz üç karakteristik özelliğini şu şekilde vurgulamıştır;

- Gerçek ve Sanal Birleşim
- Gerçek Zamanlı Etkileşim
- 3D Kayıt

Teknolojideki gelişmeler ile birlikte eğitim, askeriye, tasarım, spor, sağlık, gibi birçok alanda AG uygulamaları kullanılmaya başlanmıştır. Pek çok araştırmaya göre AG uygulamalarının şu an için kısıtlamaları olsa da gelecekte çok önemli bir teknoloji olacağı vurgulanmaktadır. 2004 yılından beri düzenli olarak yayınlanan Horizon raporunda kısa vadede (1 yıl), orta vadede (2 yıl) ve uzun vadede (4 yıl) eğitimi etkileyecek en muhtemel eğitim teknolojileri tahmin edilmeye çalışılmaktadır. AG teknolojisi 2008 yılından itibaren umut verici eğitim teknolojileri arasında ön görülmüştür. Ancak, 2010 yılından itibaren ise mobil cihazlarla yapılan eğitim de önemli rol oynayacağı tahmin edilmiştir. AG teknolojileri arasında gösterilen mobil AG uygulamaları 2014 yılına kadar umut veren eğitim teknolojileri arasında gösterilmiştir. Bu sonuçlara göre orta vadede mobil AG uygulamalarının eğitim üzerinde önemli bir etkisi olacağı söylenebilir. Ayrıca raporda, e-kitap ve mobil artırılmış gerçeklik teknolojilerinin orta vadede umut verici mekândan bağımsız ve mobil eğitim teknolojileri arasında olacağı belirtilmiştir (Martin vd., 2011).

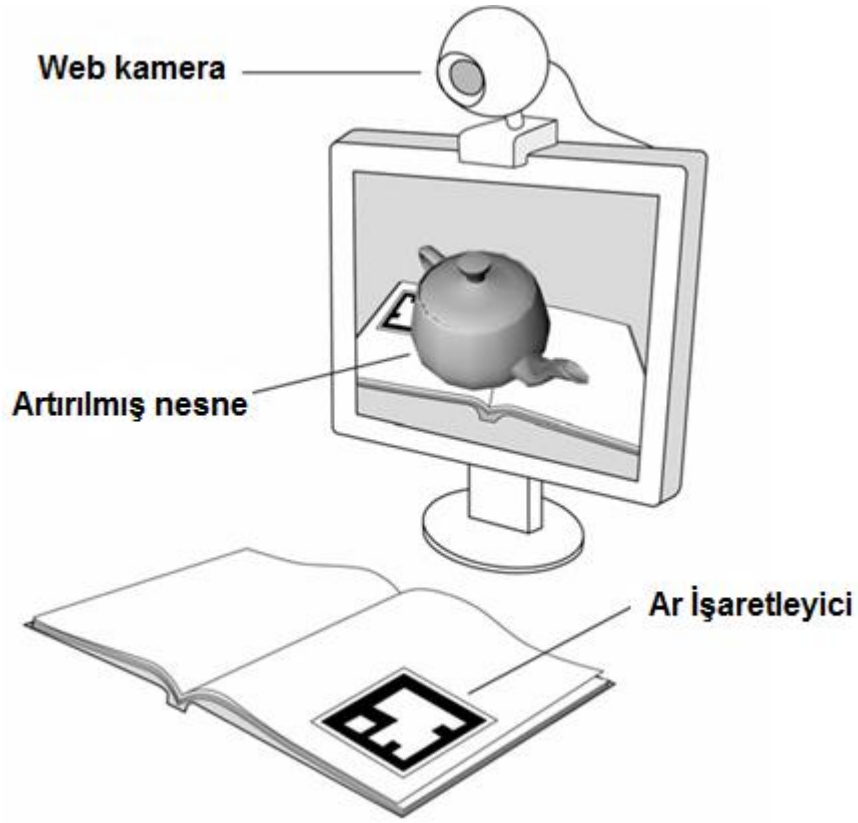
Genellikle AG sistemleri konum tabanlı ve resim tabanlı olmak üzere ikiye bölünmektedir. Konum tabanlı AG sistemleri küresel konumlandırma sistemi olan GPS veya WiFİ konumlama sistemleri tarafından belirlenen mobil cihazların konumu verilerini kullanır ve bilgisayar tarafından oluşturulan bilgiler Şekil 2.1' de görüldüğü gibi üst üste bindirilir.



Şekil 2.1 Konum tabanlı AG uygulaması (Cheng ve Tsai, 2012)

Kullanıcılar bulundukları ortama bağlı bilgisayar tarafından oluşturulan bilgiyi mobil cihaz ekranında görüntülemektedir. Çeşitli çalışmalarda mobil cihazlar ile konum duyarlı eğitsel oyunlar tasarlanmıştır. Örneğin McCall ve diğerleri (2011), bir şehrin tarihini keşfetmek için bir AG oyunu geliştirmişlerdir. Layer ve Wikitude gibi popüler mobil uygulamalar da konumlarını algılayarak kullanıcıların bilgilerini keşfeden bir AG tasarlamışlardır (Restoran bilgisi vb.). Kısaca konum tabanlı AG uygulamalarında bilgiler eş zamanlı olarak kullanıcının mobil ekranlarında görüntülenmektedir.

Konum tabanlı AG aksine resim tabanlı AG, gerçek dünya üzerinde 3D objeleri konumlandırmak için özel etiketlere ihtiyaç duyar. Bu sebeple ilgili sanal içeriğin uygun konumunu belirlemek için Şekil 2.2'de görüldüğü gibi gerçek ortamdaki fiziksel nesnelerin konumunu belirlemekte kullanılan görüntü tanıma tekniklerine odaklanmaktadır.



Şekil 2.2 Resim tabanlı AG kullanımına örnek (Cheng ve Tsai, 2012)

Resim tabanlı AG sistemleri, işaretleyici tabanlı ve işaretleyici olmayan izleme olarak ikiye ayrılır. İşaretleyici tabanlı AG ortamda fiziksel nesnelerin konumunu belirlemek için gerçek ortamdaki yapay işaretleyicilerin yerleştirilmesi gerekir. İşaretleyici olmayan izlemede ise gerçek ortama yerleştirilen işaretleyicileri gerektirmez, ancak bunun yerine ortamdaki mevcut fiziksel nesnelerin doğal özelliklerinin takibi gerekir.

2.3.2. Artoolkit Araçları ve Özellikleri

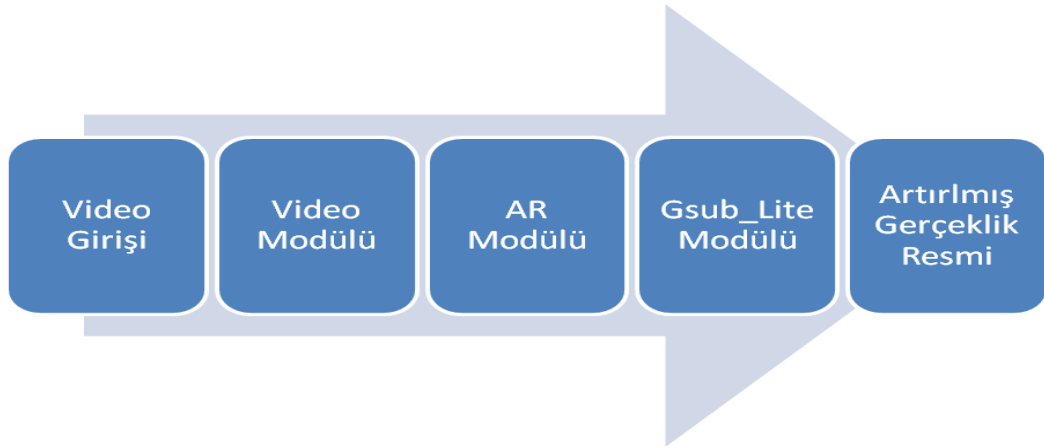
Visual Studio 2012 platformu ve Microsoft Silverlight yazılım geliştirme düzlemi kullanılarak geliştirilen ARGE3D geometri kitabı yazılımı için Silverlight ve Windows Phone için esnek artırılmış gerçeklik kütüphanesi olan Slartoolkit'den faydalanılmıştır. Microsoft Silverlight, ağ uygulamaları için animasyon, vektör, 3D grafik ve görüntü oynatma imkânları sağlayan zengin internet uygulamaları geliştirme düzlemidir. SLARToolkit ise kolay ve mümkün olduğunca hızlı, gerçek zamanlı AG

uygulamaları yapmak amacı ile Silverlight ve Windows Phone için esnek artırılmış gerçeklik kütüphanesidir. SLARToolkit çift lisans modeli kullanır ve belirli koşullar altında açık veya kapalı kaynak uygulamaları için kullanılabilir (SLARToolKit 2013.).

SLARToolkit 3D motoru olarak Balder kullanmaktadır. Şu anda Balder sadece ASE dosya biçimini desteklemektedir. Bu dosyalar Balder tarafından otomatik olarak tanınarak modellenmektedir. Balder doğrudan CodePlex üzerinden indirebilen açık kaynak kodlu bir 3D motordur. Doğal olarak desteklenmeyen 3D ortamını Balder oluşturabilmektedir. Balder'in en önemli özelliklerinden biri yazılım oluşturma sürecinde çoklu mantıksal çekirdekten yararlanmak için kullandığı optimizasyonudur. Bu şekilde iki veya daha fazla çekirdeğe sahip mikroişlemciler ile çalışırken oldukça hızlı bir görüntüleme imkânı sağlamaktadır. SLARToolkit kütüphanesi, ARToolkit ve NyARToolkit'e dayanmaktadır. ARToolkit kullanıcının bakış açısını hesaplayarak gerçek dünya nesneleri ile uyumlu, oldukça doğru bir işlevselliği olan kütüphanedir ve kısaca AR olarak adlandırılır. ARToolkit özel işaretleyicileri izlemek için kısıtlı bilgisayar görüntüleme yöntemlerini kullanır. ARToolKit kütüphanesi dört modülden oluşmaktadır:

- AR modülü
 - Çekirdek modülü
 - İşaretleyici izleme, kalibrasyon ve parametre koleksiyonu
- Video modülü
 - Video kare girişleri yakalamak için video rutinleri
- Gsub modülü
 - OpenGL ve GLUT dayalı grafik rutinleri
- Gsub_Lite modülü
 - Daha verimli grafik rutinleri toplama
 - Herhangi bir pencereden bağımsız araçlar

ARToolKit kütüphanesi işlem basamakları ise Şekil 2.3'de verilmiştir.



Şekil 2.3 ARToolKit kütüphanesi işlem basamakları

ARToolKit'in temel iç işleyişinin anlaşılmasını kolaylaştırmak için bu süreç altı adımda basitleştirilmiştir (ARToolKit 2013):

1. Kameradan alınan gerçek ortamın görüntüsü ARToolKit tarafından kare kare görüntü olarak alınır.
2. Her bir kare görüntü ikilik sisteme dönüştürülür ve bu görüntüler ARToolKit tarafından taranır.
3. Herhangi bir kare görüntü tespit edilirse, görüntünün konumu hesaplanır.
4. Kare görüntü alındıktan ve gerekli konum hesaplamaları yapıldıktan sonra yakalanan sembol ile bellekteki işaretleyici arasında karşılaştırma yapılır.
5. Kamera tarafından yakalanan sembol bellekte bulunduğu takdirde sanal nesneler 3D dönüşüm kullanılarak yerleştirilir.
6. 3D sanal nesne video görüntü içinde uygun pozisyonda işlenir.

Ancak ARToolKit için bazı kısıtlamalar mevcuttur. Başlıca sınırlamalar ise şunlardır: aralık, desen karmaşıklığı, yönlendirme ve aydınlatma koşulları. ARToolKit de özellikle doğru bir tanıma için donanım kalitesi çok önemlidir. Ayrıca kullanılan ortamın çok fazla karanlık olması ya da aydınlık olması işaretleyici tanımlamayı zorlaştırmaktadır. Ortamın çok fazla aydınlık olduğu durumlarda yansıma ve parlaklık da artmaktadır.

ArToolKit sadece AR işaretleyicilerini tanımakta ve bu işaretleyiciler ile sınırlı ortamlarda çalışmaktadır. Bu sebeple gerçek ortamda kullanmak oldukça güçtür.

ARToolKit gibi, NyARToolKit de hem işaretleyici tabanlı hemde doğal özellik izleme imkânı sağlamaktadır. Ancak, yazılımın farklı programlama dilleri arasında taşınabilirlik kolaylığı ve farklı işletim sistemleri üzerinde bir AR uygulama geliştirmek için genellikle NyARToolKit kullanılmaktadır. NyARToolKit'in en önemli özellikleri şunlardır:

- İşaretleyici dayalı AG izleme
- Doğal özellik izleme (sadece professional sürümü)
- Masaüstü ve mobil platformlar için destek
- Optimize edilmiş ve geliştirilmiş işaret tanıma
- Birleştirme ve derleme işlemleri için C # ve Java uygunluğu (ARToolKit, 2013)

NyARToolKit profesyonel sürümü (Doğal özellik izleme ile) sadece ticari lisans altında kullanılabilir. Ya da ARToolKit 4.x sürümleri indirilerek GPLv2 lisansı altında ücretsiz kullanılabilir. Eğer projelerde ArToolKit kullanılıyorsa genellikle siyah-beyaz işaretleyiciler kullanılmaktadır. Ancak, doğal görüntülerden de işaretleyicileri kullanmak mümkündür. Bu durumda işaretleyici saptamasındaki hata riski daha fazladır. İşaretleyici oluşturmak için iki yol vardır, bunlar ya veri oluşturmak ve bu verileri kullanarak işaretleyici oluşturmak ya da yaygın kullanım olan video ve resim kullanarak işaretleyici oluşturmaktır (ARToolKit, 2013; Flash Tarotaro, 2013.)

2.3.3. AG Öğrenme Ortamlarının Pedagojik Açıdan Önemi

AG ortamları fiziksel hareketleri yoluyla daha fazla yaparak öğrenme fırsatı sunmaktadır (Dunleavy vd., 2009). AG gerçek dünya ile öğrenme ortamlarını sorunsuz bir şekilde birleştirerek öğrencilerin bilgi ve becerileri yaşayarak öğrenmesini sağlamaktadır. AG ortamı ile öğrenenler arasında bilgi ve deneyimlerini paylaşarak yüz yüze iletişim mümkündür (Lave ve Wenger, 1991). AG uygulamalarının en büyük avantajı maliyet ve güvenlidir. Bu ortamlarda öğrenme içeriği pratik beceriler eğitimi de dâhil olmak üzere anlamlı ve somut bir şekilde sunulabilmektedir. AG ve sanal

gerçekliğin sürükleyici, navigasyon ve etkileşim gibi ortak özellikleri vardır (Dunleavy vd., 2009). Ancak, AG'nin sanal gerçekliğe göre iki avantajı vardır. İlk olarak, AG gerçek bir ortamda ortak deneyim sağlar. Kullanıcılar bilgisayar tarafından oluşturulan nesnelerle eş zamanlı olarak, gerçek bir ortamda çalışabilirler. İkinci olarak, AG somut etkileşim sağlar. AG teknolojisi, yeni etkileşim olanakları ile öğrencinin kendi bilgi yapısını oluşturmada aktif öğrenci katılımını teşvik etmektedir. İşaretleyiciler ile sanal materyallerin konumu, ölçüsü ve yeri değiştirilebilir. AG öğrenme ortamlarının öğretme ve öğrenme sürecinde sayısız faydaları vardır. Bunlar bazıları şunlardır:

- AG öğretim ortamları öğrencilerin ilgi ve dikkatini derse çekerek öğrenilmesi zor olan sistemlerin ya da objelerin farklı açılardan görünümünü sağlayarak daha derinlemesine öğrenme oluşturmaktadır (Hsiao and Rashvand, 2011; Kerawalla vd., 2006).
- Öğrencilerin hayal gücünü ve yaratıcılıklarını kullanmayı teşvik etmektedir (Klopfer ve Yoon, 2004).
- Öğrencilerin kendi öğrenme hızlarına ve kendi öğrenme stillerine uygun bir öğrenme ortamı sağlamaktadır (Hamilton ve Olenewa, 2010).
- Gerçek dünyadan elde edilemeyen obje ve nesnelerin üç boyutlu nesneler haline getirilmesine yardımcı olmaktadır (Finkelstein vd., 2005; Shelton ve Hedley, 2002; Yuen vd. 2011).
- AG öğretim ortamları; öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirme, öğrencilere pratik uygulama becerisi kazandırma, kavramsal anlamaya ve sorgulamaya dayalı öğrenmeyi gerçekleştirmektedir (Cheng ve Tsai, 2012, Tonn, 2008).

Bujak ve diğerleri (2013) matematik öğretiminde kullanılan AG materyallerinin fayda ve sınırlılıklarını fiziksel, bilişsel ve bağlamsal olmak üzere üç alanda incelemişlerdir. Fiziksel bağlamda, doğal etkileşimin öğrencilerin bilgilerini gerçek dünyada kullanmalarına izin verdiğini ve sanal eğitim içeriği ile öğretimi ilgi çekici hale getirerek yabancı bilişsel yükü azalttığını belirtmişlerdir. Ayrıca, doğal etkileşimin çocuklar üzerinde daha fazla öğrenme kontrolü sağlayacağını, uzamsal kavramları ve öğrenme içeriğini daha iyi hatırlamaya ve ilişkilendirmeye yardımcı olacağını, hissederek öğrenmeyi teşvik ettiğini, uzamsal kavramları anlamayı ve hatırlamayı kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. Ancak, daha genç yaşlardaki öğrencilerin gelişim

evrelerinin teknoloji ile olan fiziksel etkileşimlerini sınırlayabileceği konusunda da AG tasarımcılarını uyarmışlardır. Bilişsel boyut açısından ise anlaşılması zor olan soyut kavramlar ile fiziksel nesneler arasında sembolik bağ kurulduğunu, ayrık bilgi parçalarının birleştirildiğini ve bilişsel yükün azaltıldığını, etkileşimli 3D simülasyonlar ile de zor olayları keşfetmeye ve derinlemesine öğrenmeye yardımcı olduğunu vurgulamışlardır. Özellikle sembolik düşünemeyen çocuklar için bir AG sisteminin görsel zenginlik miktarını veya dağınıklığı azaltarak nesnelerin soyut anlamlarına odaklanmalarını sağladığını belirtmişlerdir. Bağlamsal boyutta faydaları incelendiğinde ise AG materyalleri ile yüz yüze etkileşim ortamı oluşturularak kendi bakış açısı ile bu materyaller üzerinde kontrol sahibi olduklarını, kullanımın kolay olduğunu bu sebeple de öğrenci algılarını değiştirmede ve motivasyonunu artırmada etkili olabileceğini belirtilmiştir. Ancak, işbirliğine dayalı AG uygulamalarında öğrencilerin kişisel ilgilerin, bakış açılarının ve tecrübelerinin diğer öğrencilerinki ile farklılık gösterebileceğinden her zaman pozitif bir etki oluşturamayabileceğini vurgulamışlardır.

Geleneksel öğrenmede en üst düzeyde etkileşim laboratuvarlarda elde edilebilmektedir: ancak laboratuvar kullanmanın da bazı sınırlılıkları mevcuttur. Çok fazla yer, pahalı aletler, uygun güvenlik önlemleri ve eğitimli personel ile gerçekleştirilmektedir. Bununla birlikte öğretim laboratuvarlarında yapılan deneyler ile ilgili ciddi sınırlamalar vardır. Bu sınırlamalar eğitim kurumlarında imkânsızlığa ya da haksızlığa yol açmaktadır. Bu kısıtlamaları ortadan kaldırmadan yapılan deneysel öğrenmenin pratik önemi teorik öneminden daha fazladır (Wojciechowski ve Cellary, 2013). AG ile hem sanal hem de gerçek objeler ile gerçek zamanlı etkileşim kurulabilir (Milgram vd., 1994).

AG öğrenme ortamlarının pek çok faydası olmasına rağmen, tasarlanırken ve uygulanırken dikkat edilmesi gereken bazı hususlar da vardır. Özellikle uygun bir rehber ve anlamlı görevler eşliğinde yapılmalı, gerçek ortamdaki kullanımlarının doğurabileceği tehlikeler konusunda öğrenciler uyarılmalıdır. Aksi takdirde öğrencilerin buradaki deneyimlerden kazandıkları bilgileri genelleyebilecekleri için yanlış bilgilerin kalıcı olarak öğrenilmesine sebep olabilmektedir. Teknolojik unsurlar ile etkileşimi öğrenme zorluklarını giderme noktasında destek olmalıdır. Bu unsurlar bu teknoloji ile otomatik olarak değişen öğrenme sürecini engellememelidir ve öğrencilerin yeni eğitim

metodolojisi ile motive edilmesini sağlamalıdır. Öğretim elemanları gerekli zamanı ayırmalı, tam zamanlarını vermeli, istekli olmalı ve eğitilmelidirler. Eğer uygun bir ortam ve öğretmen ile motive edilmezlerse uygulama başarısı azalacak, öğrencide konuya karşı ilgi eksikliği ve ilgili teknoloji kullanımına karşı olumsuz bir yargı oluşacak (Fonseca vd., 2013; Champeny vd., 2004, Georgina ve Olson, 2007).

2.4. İlgili Araştırmalar

Aşağıda AG destekli öğretimin öğrenci başarısına ve motivasyonuna etkisi ile ilgili yapılan önemli çalışmalara değinilerek yer verilmiştir.

2.4.1. Artırılmış Gerçeklik Destekli Öğretimin Öğrenci Başarısı ve Motivasyonuna Etkisi ile İlgili Yapılan Araştırmalar

Mahadzir ve Phung (2013) Malezyada kolay örnekleme yöntemine göre seçtiği beş yedinci sınıf ilköğretim öğrencisi ile Popup Book adını verdikleri artırılmış gerçeklik destekli İngilizce hikâye kitabı tasarlamışlardır. Tasarlanan AG kitabı Keller'in motivasyon kuramında belirttiği dokuz aşamalı sistematik tasarım sürecine göre hazırlanmış, veriler ise Keller motivasyon kuramına göre hazırlanan gözlem kontrol listesinden ve yarı yapılandırılmış görüşmelerden elde edilmiştir. Her öğrenciye AG destekli hazırlanan İngilizce kitabını bireysel olarak uygulama imkânı verilmiştir. Uygulamadan sonra beş öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilerek elde edilen veriler üzerinde içerik analizi yapılmıştır. Sonuç olarak iki öğrencide düşük düzeydeki İngilizce bilgisi nedeni ile ilgi, dikkat, güven ve memnuniyet düzeylerinde motivasyon eksikliği yaşadığı görülmeye rağmen diğer üç öğrencide ise olumlu motivasyon artışı gözlemlenmiştir. Ayrıca Mahadzir ve Phung (2013) bütün öğrencilerin uygulanan öğretim metodundan memnun kaldıklarını ve heyecanlı bir şekilde dersi takip ettiklerini, buna bağlı olarak öğrencilerin başarılarında performans artışı olduğunu belirtmiştir.

Borrero ve Marquez (2012) laboratuvar uygulamalarının mühendislik eğitimi açısından oldukça önemli olduğunu ve bu alanlarda yapılan uzaktan eğitim derslerinin çeşitli pedagojik etkenlerden dolayı öğrenci ve öğretmen arasındaki iletişimi kestiğini belirtmişlerdir. Bu sebeple öğrencilerin sanal uygulamaların ötesine geçerek gerçek

dünya üzerinde etkileşime girerek öğrenmelerini sağlamak amacı ile sayısal sistemler, robotik ve endüstriyel otomasyon konularında AG tabanlı bir laboratuvar sistemi kurmuşlardır. Toplam 10 öğretmenden ve 20 öğrenciden oluşan uygulama grubuna sanal laboratuvar ortamında ve AG destekli sınıf laboratuvar ortamında uygulama yapma imkânı sağlanmış ve öğretmenlerden her iki öğretim ortamındaki öğrenci başarılarını değerlendirmeleri istenmiştir. Yapılan değerlendirme sonucunda öğretmenler AG destekli deneysel uygulama ortamında öğrencilerin başarılı, aktif olduklarını, motivasyon ve ilgilerinin daha yüksek olduğunu, AG uygulama laboratuvarını kullanışlı bulduklarını belirtmişlerdir.

Di Serio ve diğerleri (2012), 13-16 yaş arasındaki ortaokul öğrencileri ile yapmış oldukları çalışmada, AG materyalleri ile desteklenen öğretim ile sunu tabanlı öğretim ortamını karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak AG materyalleri ile desteklenen görsel sanat eğitiminin öğrencilerin motivasyonunu anlamlı bir şekilde artırdığını belirtmişlerdir. ARCS motivasyon anketinde belirtilen dikkat, ilgi, güven ve memnuniyet sonuçlarından özellikle ilgi ve memnuniyet puanlarındaki artışın yüksek olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca, AG materyalleri ile desteklenen görsel sanat eğitiminin sunu tabanlı öğrenmeye göre daha az bilişsel çaba sarf ederek daha kolay öğrenme sağladığı çalışmanın bir diğer bulgusudur.

Wojciechowski ve Cellary (2013) 3D görüntü tabanlı AG öğrenme ortamları oluşturmak ve sunmak için ARIES ismini verdikleri bir sistem kurmuşlardır. ARIES öğretmenler vb. alan uzmanlarının interaktif eğitim senaryoları oluşturmalarını sağlayan bir sistemdir. ARIES Artırılmış Gerçeklik Çevre Modelleme(AREM) yaklaşımına göre oluşturulmuştur. Bu sayede öğretmenler öğrencileri için AG sahneleri tasarlayabilmekte ve oluşturabilmektedir. Bu çalışmada ise hidroklorik asit ve sodyum hidroksit arasında reaksiyon deneyini gerçekleştirmek için ARIES sistemi kullanılmıştır. Çalışma, Polonya'daki ortaokul 2. sınıf kimya müfredatındaki asitler, bazlar, tuzlar PH konularını kapsamış ve toplam 42 öğrenci ile yürütülmüştür. Çalışmayı gerçekleştirmek için AG ortamında kimyasal deney yapmayı içeren 6 program masaüstü bilgisayarlara bir monitör, bir web kamera ve bir işaretleyici ile birlikte kurulmuştur. Öğrencilere iki kişilik gruplar halinde işaretleyiciye dayalı ara yüzleri kullanarak etkileşimli kimyasal deneyler yaptırılmıştır. Kimyasal deneylerin ardından öğrencilerin ARIES sistemine

yönelik tutum ve davranışlarını belirlemek amacı ile TAM modeline göre oluşturulmuş Likert tipinde bir anket ile veriler toplanmıştır. Sonuç olarak yapılan çalışmada algılanan faydanın ve algılanan eğlencenin kullanıma yönelik tutum üzerindeki etkisinin farklı olduğu, AG ortamlarının kullanım niyeti ile ilgili olarak algılanılan eğlencenin algılanılan kullanışlılığa oranla daha önemli bir faktör olduğu bulunmuştur. Fiziksel işaretleyicilere dayalı arayüz tasarımının kullanım kolaylığı üzerinde güçlü bir etkisi olmasına rağmen bu iki faktör algılanılan eğlence arasında çok az etkisinin olduğu bulunmuştur. Algılanılan eğlence ise öğrenme sürecinde öğrencilerin sistemi kullanımına yönelik davranışlarını belirleyen en büyük etken olmuştur. Ancak, öğrencilerin AG teknolojisine yönelik olumlu tutumları yeni bir teknoloji olmasına bağlanmış ve zamanla bu olumlu tutumun kaybolabileceği belirtilmiştir. AG teknolojisinin başarılı olmasının ise büyük ölçüde içerik öğrenme durumlarına ve kalitesine bağlanmış ve AG öğrenme ortamları için 3D içerikli etkileşimli öğrenme ortamlarının geliştirilmesi önerilmiştir. Bu ortamlar sayesinde sağlanan aktif katılımın ise algılanılan eğlence üzerinde etkili olduğu ve motivasyon artışı sağladığı belirtilmiştir.

Iordache ve diğerleri (2012), kimya dersi içerisindeki atom konularını kapsayan ARTP adını verdikleri bir AG öğretim platformu geliştirerek bu platformun öğrencilerin hangi özel yeteneklerini desteklediğini araştırmışlardır. Ortaöğretim öğrencisi toplam 71 öğrenci ile yaptıkları çalışmada öğrencilerin ARISE projesi çerçevesinde geliştirilen ARTP öğretim platformunun, öğrencilerin atom konularını daha az bilişsel çaba harcayarak, daha kolay öğrenmelerine yardımcı olduğunu belirtmişlerdir. Tablo 2.1’de AG tabanlı fen eğitimi üzerine yapılan çalışmaların özeti verilmiştir. Tablodaki verilere göre AG destekli fen öğretiminin daha çok sorgulamaya dayalı öğretim açısında faydalı olduğu, öğrencilerin uzlamsal yeteneklerini geliştirdiği ve kavramsal anlama sağladığı görülmektedir.

Tablo 2.1 Fen eğitimi üzerine yapılan AG çalışmaların özeti (Iordache vd., 2012)

İlk Yazar (Yayın Yılı)	AG Özellikleri	İlgili Olduğu Bilim Konuları	Katılımcılar	Öğrenmeye Sağladığı Fayda
Shelton ve Stevens (2004)	Resim tabanlı(HMD)	Astronomi (Dünya ve Güneş ilişkileri)	15 üniversite öğrencisi	Kavramsal değişim, uzamsal yetenek
Kerawalla vd.. (2006)	Resim tabanlı (projektör, beyaz tahta, web cam)	Coğrafya eğitimi (dünya, güneş ve ay)	9-10 yaşlarında çocuklar	Kavramsal anlama, uzamsal yetenek
Squire ve Klopfer (2007)	Konum tabanlı (mobile)	Çevre bilimi (bir havza simülasyonu içinde kimyasal sızıntısı araştırmak için rol paylaşım)	Lise ve üniversite öğrencileri	Sorgulamaya dayalı öğrenme
Rosenbaum vd. (2007)	Konum tabanlı (mobile)	Sağlık bilimi (salgın hastalık içeren bir rol oyunu)	Lise matematik ve fen öğrencileri	Sorgulamaya dayalı öğrenme
Squire ve Jan (2007)	Konum tabanlı (mobile)	Çevre bilimi	9-16 yaş arası öğrenciler	Sorgulamaya dayalı öğrenme
Eursch (2007)	Resim tabanlı (HMD ve video kamera)	Nükleer bilimde manüel görevler	Yok	Uygulama becerileri
Nu'n~ez vd. (2008)	Resim tabanlı (projektör, ekran ve web cam)	İnorganik kimya	15 üniversite öğrencisi	Uzamsal yetenek
Dunleavy vd. (2009)	Konum tabanlı (mobile)	Matematik, dil sanatı, ve bilimsel okuryazarlık	Ortaokul ve lise öğretmeni ve öğrencileri	Sorgulamaya dayalı öğrenme
Martí'n-Gutiérrez vd. (2010)	Resim tabanlı (pc ve web cam)	Uzamsal yetenekler	Deney gurubunda 24 kontrol gurubunda 25 mühendislik öğrencisi	Uzamsal yetenek
Andujar vd. (2011)	Resim tabanlı (pc and video kamera)	Uzaktan laboratuvar deneyimi	36 üniversite öğrencisi ve 10 öğretmen	Uygulama becerileri
Koong Lin vd. (2011)	Resim tabanlı (pc, web cam)	Biyoloji (balık muhafazası)	33 kişi (demografik bilgileri yok)	Kavramsal anlama
O'Shea vd. (2011)	Konum tabanlı(mobile)	Matematik ve dil sanatı	Kadın ve erkek grupları	Sorgulamaya dayalı öğrenme

AG uygulamaları durumlu öğrenme kuramını da desteklemektedir. AG ortamları başarılı bir durumsal öğrenme sağlamak için gerçek dünyadaki geçerli bilgiyi kazanması için güvenilir bir temsil oluşturmaktadır ve bu ortamlar tarafından sunulan gerçekçi öğrenme bağlamlarının öğrencilerin farklı ortamlara transferini önemli derece kolaylaştırmaktadır. Chang ve Liu (2013) AG teknolojisini ve durumsal öğrenme kuramını birleştirerek öğrenme etkililiğini TAM modeline göre araştırmışlardır. Mclellan (1996) tarafından önerilen sekiz durumsal öğrenme faktörü kullanılmış ve bir hikâye ile animasyonlaştırılarak kültür turizmini içeren toplam 12 öğrenme içeriği oluşturulmuştur. Bu içerikler lisans ve lisansüstü öğrencilerden oluşan 30 kişilik deney grubuna AG mobil öğrenme ortamı ile sunulmuş, 30 kişilik kontrol grubuna ise rehber eşliğinde anlatım yolu ile sunulmuştur. Sonuç olarak;

- AG kullanımı ile algılanan fayda ve algılanan kullanım kolaylığı arasında,
- İçerik kalitesi ile algılanan fayda ve algılanan kullanım kolaylığı arasında,
- Çevresel etkileşim ile algılanan fayda ve algılanan kullanım kolaylığı arasında,
- Algılanan kullanım kolaylığı ve algılanan fayda arasında
- Kullanıma yönelik niyet ile algılanan fayda ve algılanılan kullanım kolaylığı arasında pozitif bir korelasyon olduğu sonucunu elde etmişlerdir.

2.4.2. Artırılmış Gerçeklik ve Geometri Eğitimi ile İlgili Araştırmalar

Kaufmann ve Schmalstieg (2003) matematik ve geometri eğitimi için dinamik bir AG geometri yazılımı olan aynı zamanda çok kullanıcı ve iş birlikli öğrenme imkânı sunan Construct3d adlı yazılım geliştirmişlerdir. Bu yazılım ile noktalar, çizgiler, yüzeyler, küpler, küreler, silindirler ve koniler öğrenciler tarafından dinamik bir şekilde çizilebilmektedir. Construct3d yazılımının kullanıldığı sınıf ortamlarında geometri öğretiminin kolay olduğunu ve öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirdiğini ifade etmektedirler. Böylece öğrencilerdeki uzamsal algılama, uzamsal görselleştirme, zihinsel rotasyonlar, uzamsal ilişkiler ve uzamsal yönlendirme gibi uzamsal becerileri kazandırmada etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Banu (2012) tarafından öğrencilerin geometriyi daha iyi anlayabilmeleri için AGORS3D(Augmented 3D Geometrical Objects Reconstructed from Sketches) adını

verdikleri bir prototip geliştirmişlerdir. Kullanıcının kağıt parçası ya da bilgisayara çizmiş olduğu iki boyutlu geometrik şekiller AGORS3D ile üç boyutlu nesneler haline dönüştürülmüş ve iki boyutlu kullanıcı çizimlerinden üç boyutlu geometrik yüzeyler elde edilmiştir. Ayrıca, AG kullanarak bilgisayar çiziminden oluşan bu üç boyutlu sanal nesneler işaretleyiciler üzerine iz düşümleri oluşturularak etkileşim olanağı sunan, hareket ettirilebilen nesneler haline getirilmiştir.

Gutierrez vd.(2010) çalışmasında, 24 makine mühendisliği 1. Sınıf öğrencisinin uzamsal yeteneklerini geliştirmek amacıyla görüntü tabanlı, her sayfasında birkaç işaretleyici bulunan AG-Dehaes adlı bir AG kitap tasarlamışlardır. Web kamerası aracılığıyla AG kitap üzerindeki işaretleyicinin konumu tespit edilmekte ve 3D sanal modeller görüntü üzerine eklenerek ekranda gösterilebilmekte ve katılımcılar 3D objeleri bütün açılardan görüntüleyebilmektedir. Beş gün süren toplam dokuz saatlik çalışma sonucunda AG destekli öğretimin, öğrencilerin uzamsal becerilerinin gelişiminde olumlu bir katkısının olduğu ve öğrencilerin AG destekli kitabın kullanımını kolay ve faydalı bir teknik olarak kabul ettikleri bulunmuş. Buna ek olarak, deney gurubu öğrencilerinde yapılan memnuniyet anketi sonucunda öğrencilerin AG destekli öğretime yönelik olumlu tutum sergiledikleri de çalışmanın bir diğer bulgusudur.

Domínguez ve diğerleri (2012) İnşaat Mühendisliği Endüstriyel Teknoloji Bölümü birinci sınıf öğrencilerine grafik tasarımı konusunda uzamsal yeteneklerini geliştirmek amacı ile sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve PDF3D olmak üzere üç farklı teknoloji ile eğitim verilmiştir. Sanal gerçeklik teknolojisi ile eğitim alan 18, AG ile eğitim alan 20, PDF3D ile eğitim alan 19 öğrenciye 40 alıştırma oluşturan aynı uygulama etkinlikleri 3 hafta boyunca aktarılmıştır. Kurs bitimi sonunda ise her üç gruptaki öğrencilere Harper ve Norman, (1993) tarafından geliştirilen kullanıcı memnuniyet anketi ölçüm testleri verilmiştir. Memnuniyet anketi verilerinin analizi sonucunda sanal gerçeklik ve PDF3D teknolojileri ile eğitim alan öğrencilerin memnuniyet düzeylerinin benzer olmasına rağmen AG ile eğitim alan öğrencilerin memnuniyet düzeylerinin diğer gruptaki öğrencilerden daha yüksek olduğu bulunmuştur.

Fonseca ve diğerleri (2013) yapı mühendisliği ve mimarlık bölümündeki 29 bayan ve 28 erkek öğrenciden oluşan toplam 57 kişilik 3. sınıf öğrencisi ile iki farklı kampüste deneysel bir çalışma yürütmüşlerdir. Mobil cihazlar ile gelişmiş görselleştirme teknolojisini kullanarak uygulama süreci, kullanım zorlukları ve memnuniyeti derecesi ile birlikte üniversite öğrencilerinin akademik başarıları, motivasyonları ve katılımları arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışma da 1. grupta 9, 2. grupta 36 (dersi ilk kez alan) ve üçüncü grupta 12 (dersi ikinci kez alan) öğrenci ile üç grup oluşturularak yürütülmüş, pratik ve teorik bilgilerin verildiği, her bir oturumun iki saatten oluştuğu toplam altı oturumluk uygulama gerçekleştirilmiştir. Gutiérrez ve diğerleri (2010) tarafından yapılan çalışma temel alınarak, ön test, son test, teknoloji profil testi ve 5’li likert tipinden oluşan kullanıcı memnuniyet testi oluşturulmuş ve uygulanmıştır. Ön test ve son testlerden elde edilen veriler AG kullanımının öğrencilerin katılımını ve motivasyonunu artırdığını, basit modelleri görselleştirmek için iyi bir sistem olduğunu ama detaylı, karmaşık mimari modelleri görselleştirmek ve ses düzeyi yüksek olan projeleri yönetmek için daha az kullanışlı olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca, AG içeren teknolojilerin ve kullanıcı-makine etkileşiminin öğrencileri daha fazla motive ettiğini, öğrencilerin grafik yeteneklerini, uzamsal becerilerini ve akademik performanslarını ve kendi aralarındaki etkileşim düzeylerini artırdığını, konuya olan ilgi ve algı düzeylerini yükselttiğini, öğrenciyi aktif hale getirdiğini ve önemli uzamsal iyileştirmeler sağladığını bulmuşlardır.

Yukarıda verilen araştırma sonuçlarında genel olarak AG destekli öğretimin öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirdiği, öğrencileri uygulama süresince aktifleştirerek derse olan ilgilerini yüksek tuttuğu ve motivasyonlarında artış sağladığı görülmektedir. Ayrıca öğrenci ve öğretmenlerin AG teknolojisinin kullanımını kolay buldukları ve yapılan öğretimden memnun kaldıkları da görülmektedir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, pilot uygulamada tespit edilen sorunlar ve çözümler, evren ve örneklem, veri toplama araçları, AG öğretim materyallerinin geliştirilmesi, uygulamanın yapılışı ve analizler hakkında genel bilgilere yer verilmiştir.

3.1. Araştırma Modeli

Araştırmada yarı deneysel desen kullanılmıştır. Bu desen, deney ve kontrol gruplarının rastgele oluşturulmadığı deneysel çalışmalarda ya da rastgele dağılımın istenmediği durumlarda önceden oluşturulmuş sınıfların kullanılmasıyla gerçekleştirilir (Çepni, 2007). Yarı deneysel desenin eğitim araştırmalarında kullanımı yaygındır. Özellikle bütün değişkenlerin kontrol altına alınmasının mümkün olmadığı durumlarda en çok kullanılan desendir (Cohen and Manion, 2007). Bu desende önceden oluşturulmuş gruplar aynen alınarak, rastgele olarak biri deney grubu, diğeri kontrol grubu olarak atanır. Gruplar bir kez deneye başlamadan önce, bir kez de deney bittikten sonra ölçülmektedir. Bunlardan başlangıçta yapılan teste öntest, uygulamadan sonra yapılan teste ise sontest adı verilmektedir (Karasar, 2012).

Mevcut araştırma, iki farklı okulda iki deney ve iki kontrol grubu olmak üzere toplam dört grup ile yürütülmüştür. Her iki okuldaki deney gruplarına 6.sınıf matematik öğretim programındaki “Geometrik Cisimler” ünitesini kapsayacak şekilde AG materyalleri ile desteklenen öğretim yapılmış, kontrol gruplarında ise sadece öğretim basılı ders kitabı ile yapılmıştır. Öntest-Sontest kontrol gruplu yarı deneysel olarak yürütülen araştırmanın deseni Tablo 3.1' de gösterilmektedir.

Tablo 3.1 Araştırma deseni

G_{D1}	$O_{1.1}$	X_1	$O_{1.2}$
G_{K1}	$O_{2.1}$	X_2	$O_{2.2}$
G_{D2}	$O_{3.1}$	X_1	$O_{3.2}$
G_{K2}	$O_{4.1}$	X_2	$O_{4.2}$

G_{D1} : Gazi Paşa Ortaokulu, AG destekli geometri materyalleri ile öğretimin yapıldığı deney grubu

G_{K1} : Gazi Paşa Ortaokulu, AG destekli geometri materyallerinin kullanılmadığı kontrol grubu

G_{D2} : Mustafa Yazıcı Ortaokulu, AG destekli geometri materyalleri ile öğretimin yapıldığı deney grubu

G_{K2} : Mustafa Yazıcı Ortaokulu, AG destekli geometri materyallerinin kullanılmadığı kontrol grubu

$O_{1.1}$, $O_{2.1}$, $Q_{3.1}$, $Q_{4.1}$: Ön Test (Van Hiele Geometrik Düşünme Testi, Matematiğe Yönelik Tutum Öntesti)

$O_{1.2}$, $O_{2.2}$, $Q_{3.2}$, $Q_{4.2}$: Son Test (Geometri Başarı Testi, Matematiğe Yönelik Tutum Son Testi)

X_1 : Artırılmış Gerçeklik 3D Geometri Kitabı Yazılımının (ARGE3D) kullanıldığı materyal

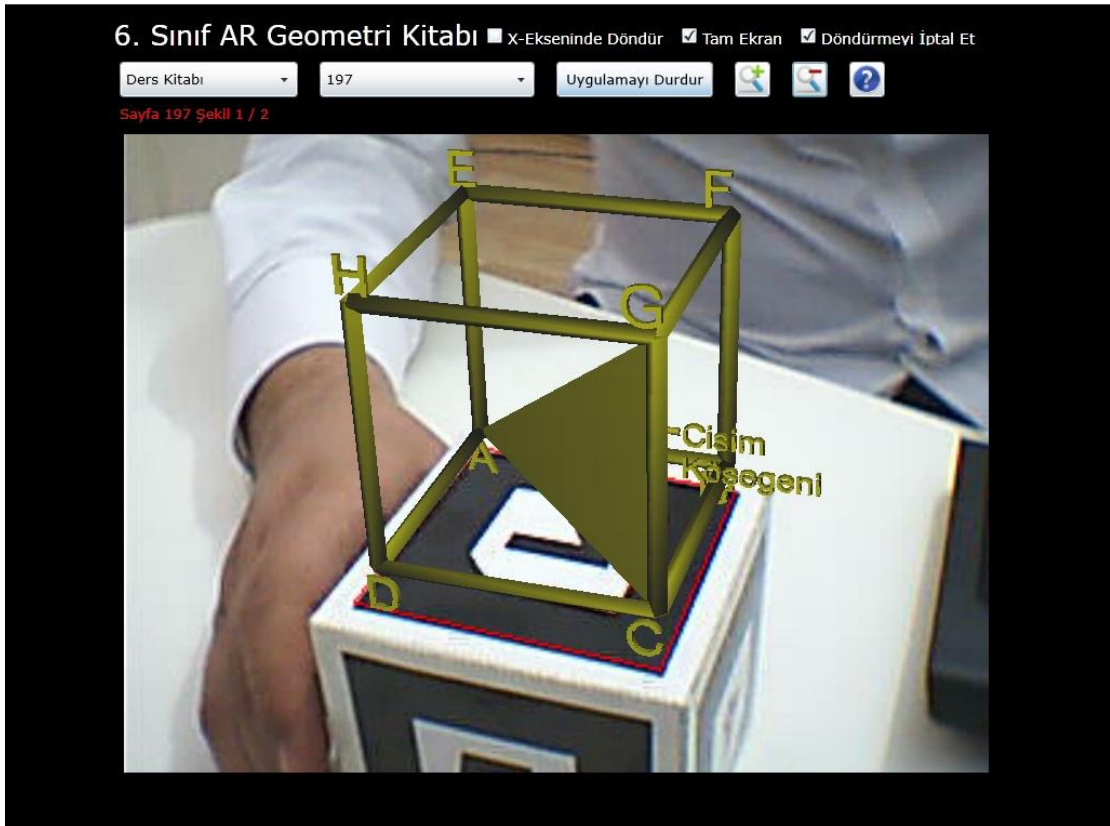
X_2 : ARGE3D yazılımının kullanılmadığı materyal

ARGE3D yazılımı Aksaray ilindeki MEB’e bağlı iki farklı okulda yer alan deney gruplarında, hem bilgisayar laboratuvar ortamında hem de sınıf ortamında kullanılmıştır.

3.2. Artırılmış Gerçeklik 3D Yazılımının (ARGE3D) Geliştirilmesi

Microsoft Silverlight ve Slartoolkit Kütüphanesi kullanılarak geliştirilen ARGE3D yazılımında öncelikle kitapta bulunan bütün geometrik cisimler 3DS Max ile üç boyutlu olarak tasarlanmış ve “.ase” uzantılı dosya olarak kaydedilmiştir. Daha sonra 6. sınıf geometri kitabındaki geometrik cisimler ünitesinde yer alan üç boyutlu statik çizimlerin daha dinamik olması, daha rahat kullanıcı bilgisayar etkileşimin gerçekleşmesi ve her sayfada maksimum altı şekil olması nedeni ile işaretleyiciler bir

küp üzerine yerleştirilmiştir. Böylece kullanıcı artırılmış gerçeklik ile görüntülemek istediği şeklin önce kitap türünü (ders kitabı, çalışma kitabı) ve sayfa numarasını seçtikten sonra ilgili işaretleyiciyi kameraya tutarak görüntüleyebilmektedir. Her bir işaretleyici bir 3D geometrik çizimi temsil etmektedir. İşaretleyici kalıpları ise <http://Flash.Toratoro.org> web sitesi üzerinden oluşturulmuştur ve beyaz zemin üzerindeki işaretleyicilerin daha kolay algılanmasından dolayı bu işaretleyiciler küp üzerindeki beyaz zemin üzerine yerleştirilmiştir. Şekil 3.1’ de AG materyallerinin kullanımına bir örnek verilmiştir.



Şekil 3.1 AG resminin işaretleyici merkezinde görüntülenmesine örnek

ARGE3D geometri kitabı yazılımının diğer dinamik geometri yazılımlarından ya da bilgisayar destekli öğretim yazılımlarından en önemli farkı, öğrencinin kitap üzerindeki geometrik şekiller ile bilgiyi yapılandırmadığı durumlarda kolaylıkla ve çok hızlı bir şekilde, geometrik cismin yer aldığı üniteyi veya cismin 3D görüntüsünü arama zahmetine girmeden görüntüleyebilmesidir. Ayrıca, kullanıcı cismin bütün açılardan görüntüsünü (fare ve bilgisayar yön tuşlarını kullanmadan), sadece küp ile etkileşime

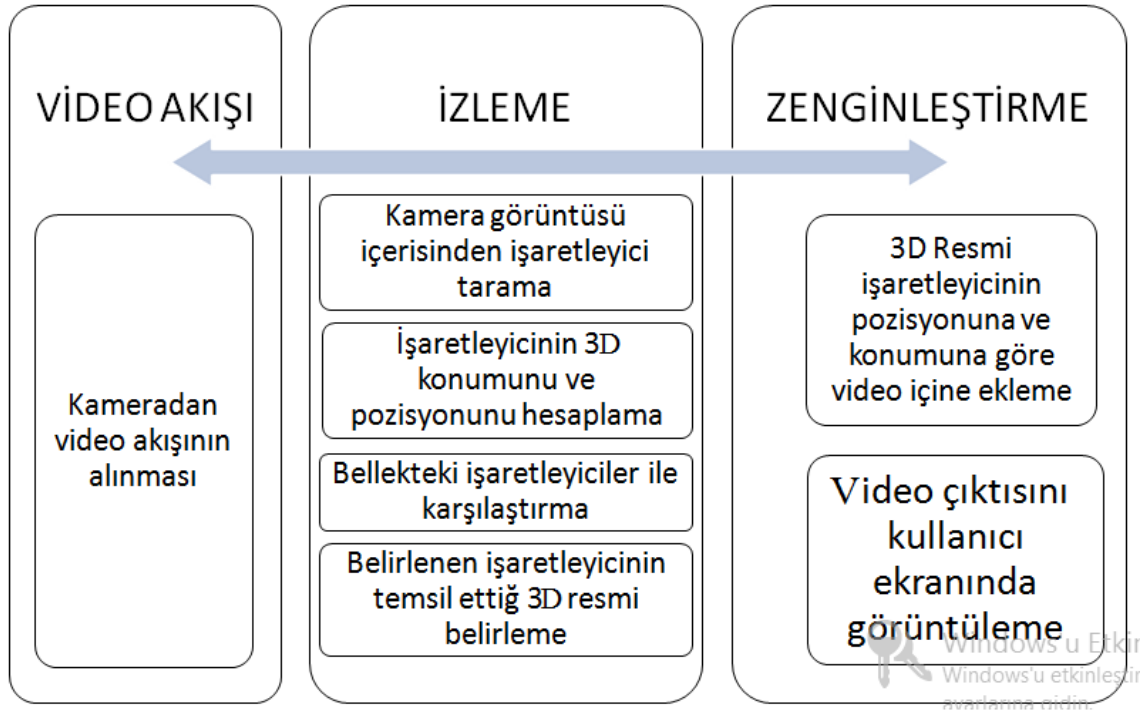
girerek görüntüleyebilmekte ve görüntülenen 3D resimlerin boyutlarını ihtiyaç duyduğu oranda büyütüp, küçültebilmektedirler. Şekil 3.2’de ARGE3D geometri yazılımının çalışma şekli verilmiştir.



Şekil 3.2 AG yazılımının bilgisayar laboratuvarında kullanımına bir örnek

3D geometri kitabı yazılımı web ortamında kullanılabileceği gibi Microsoft Visual Studio Install Shield 2012 programı kullanılarak Windows Installer paketi haline getirilmiştir. Böylece kullanıcılara dağıtılmak üzere yükleyici paketleri oluşturulmuş ve öğrencilere kişisel bilgisayarlarına kurabilmeleri için CD ile birlikte dağıtılmıştır.

ARGE3D yazılımı geliştirilirken alan eğitimcilerinden yardım alınmıştır. Etkinliklerin kapsam geçerlilikleri ilköğretim matematik eğitimi alanında uzman üç öğretim üyesi, üç matematik öğretmeni ile sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca, ARGE3D yazılımı üç BÖTE öğretim üyesince Ek-6 da verilen değerlendirme formu dikkate alınarak değerlendirilmiş ve pilot uygulama öncesi nihai şekli oluşturulmuştur. Şekil 3.3’de ARGE3D geometri yazılımının çalışma şekli verilmiştir.



Şekil 3.3 ARGE3D geometri yazılımının çalışma şekli

Şekil 3.3'de görüldüğü üzere ilk olarak kameradan video akışı alınmakta ve alınan görüntü içerisindeki işaretleyicilerin yoğunluğu taranarak tespit edilenlerin konumu ve pozisyonu hesaplanmaktadır. Daha sonra bellekteki mevcut işaretleyiciler ile karşılaştırılarak hangi işaretleyici olduğu tespit edilmekte ve bu işaretleyicinin temsil ettiği 3D resim belirlenmektedir. Son olarak mevcut video akışı içerisine işaretleyicinin bulunduğu pozisyon ve konumuna uygun bir şekilde 3D resim eklenerek zenginleştirilmiş olan görüntü kullanıcının ekranında görüntülenmektedir.

3.3. Pilot Uygulamada Tespit Edilen Sorunlar ve Çözümler

AG destekli geometri öğretiminin pilot uygulaması Mustafa Yazıcı Ortaokulunda Nisan ayının ilk haftasında gerçekleştirilmiştir. Uygulama için 15+1 kişilik BT sınıfı kullanılmıştır. İlk olarak öğretmene araştırma hakkında bilgi verilmiştir ve bilgisayarlarda kurulu olan AG yazılımı hakkında bilgi verilmiştir. Daha sonra öğrencilere yazılımı nasıl kullanacakları anlatılmıştır. Pilot uygulamada karşılaşılan sorunlar ve bu sorunlara uygulama öncesi getirilen çözümler aşağıda verilmiştir.

a) Kullanım hatası: Bazı öğrenciler ilk uygulamalarında yanlış kullanımlarından dolayı şekilleri görüntüleyememişlerdir. Yapılan kullanım hatalarının ise genelde aşağıdaki nedenlerden kaynaklandığı görülmüştür.

- Kamera kızığını kaldırmamışlardır.
- İşaretleyicilerin yer aldığı küp materyalini kameraya tutmak yerine kitabı kameraya tutarak görüntülemeye çalışmışlardır.
- İşaretleyicilerin yer aldığı küpü kameraya çok yakın tutmuşlardır.
- İşaretleyici üzerinde şekilleri görüntülemeyi başardıktan sonra küpü ellerinde sabit tutma, kımıldatmama eğilimine girmişlerdir.
- Web kameranın kendi uygulama programını çalıştırarak görüntülemeye çalışmışlardır.
- Web kameranın kendi programı çalışırken, ARGE3D yazılımını çalıştırmayı denemişlerdir. Bu durumda web kameranın kullanımda olduğuna dair hata iletisi almışlardır.

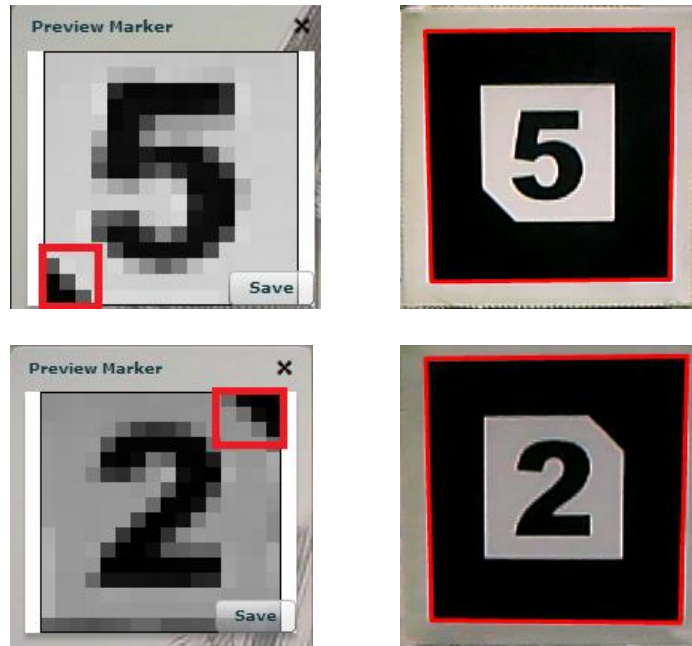
Pilot uygulamadaki kullanım hatalarına edilerek öğrencilere programı nasıl kullanacaklarına yönelik bir broşür hazırlanmış ve tekrar anlatılmıştır.

b) Kamera parlaklık ayarları: Pilot çalışmada ortamdaki ışık ve gün ışığının neden olduğu parlamalar nedeni ile yansımaların oluştuğu ve bu nedenle de yazılımın işaretleyiciyi algılamasında sorunlar oluştuğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin çoğunluğu bu parlamalardan dolayı şekilleri görüntülemekte ve düzenli bir şekilde hareket ettirmekte zorlanmışlardır. Bu durum kameranın en uygun pozlamayı otomatik ayarlamasından dolayı ortaya çıkmıştır. Uygulama öncesi parlaklık sorunun oluşmaması için kamera pozlama özelliği (Exposure) ayarları, parlaklık ayarları ve gama ayarları her bir kamera için alınmış olduğu ışığa göre ayarlanarak bu sorun çözülmüştür.

c) İşaretleyici yoğunluğunu yakalama: Pilot uygulamadaki İşaretleyici tasarımında dıştaki siyah çerçeve alanının içteki beyaz zemin alanına oranı 1/3 olarak ayarlanmıştır.

rakamlarını karıştırmıştır. Şekil 3.5’ de görüldüğü üzere uygulamadaki işaretleyici tasarımında dıştaki ve içteki çerçevenin birleştiği köşelere farklı köşegenler eklenmiştir. Ayrıca, her biri köşegen farklı bir köşeye yerleştirilmiştir. Böylece işaretleyici algılamasındaki karışıklığın önüne geçilmiştir.

f) İşaretleyici kalıbının oluşturulması: İşaretleyici kalıpları oluşturulurken, taranacak bölge %100 olarak alınmıştır. Bu durumda işaretleyicilerin tanımlanması ve 3D görüntülerin oluşması noktasında kullanılan işaretleyici algoritmasının hızının yeterli olmadığı görülmüştür. Özellikle kullanıcının işaretleyicilerin bulunduğu küp materyalini hızlı hareket ettirmesi durumunda 3D görüntülerin oluşması sırasında geçici ekran donmalarının olduğu görülmüştür. Uygulama öncesi işaretleyici kalıpları Şekil 3.5'deki gibi %50 daraltılmıştır. Böylece, taranacak alan küçültülerek bu sorun büyük oranda çözülmüştür. Ancak, BT sınıfındaki bilgisayarların teknolojik kapasitenin çok iyi olmamasından dolayı bazı 3D resimlerin görüntülenmesi anında kısa süreli donmalar devam etmiştir.



Şekil 3.5 ARGE 3D işaretleyici kalıbının oluşturulmasına bir örnek.

3.4. Evren ve Örneklem

Bu araştırmanın örneklemini Aksaray ili merkezinde bulunan MEB'e bağlı iki ortaokuldaki dört 6. sınıf şubesi oluşturmaktadır. MEB'den Aksaray il merkezindeki okullarda araştırma yapabilmek için alınan izin doğrultusunda iki okul belirlenmiş ve her iki okuldan da birer deney ve birer kontrol grubu rastgele seçilmiştir. Çalışmada yer alan deney grupları belirlenirken; bilgisayar laboratuvarlarının araştırmaya uygunluğu, okul yönetiminin çalışmanın rahat yürütülebilmesi noktasında göstermiş olduğu desteğe, okula ulaşımın kolaylığına, okul, sınıf ve öğrenci özelliklerinin evreni temsil etmesine dikkat edilmiştir. Deney ve kontrol gruplarındaki kız ve erkek öğrenci sayıları Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2 Deney ve kontrol gruplarındaki kız ve erkek öğrenci sayıları

	GPO				MYO			
	Deney		Kontrol		Deney		Kontrol	
	Kız	Erkek	Kız	Erkek	Kız	Erkek	Kız	Erkek
	10	16	14	14	10	13	9	14
Toplam	26		28		23		23	

Tablo 3.2' de görüldüğü gibi GPO'daki kontrol grubu 26, deney grubu ise 28 öğrenciden oluşmaktadır. MYO'da ise deney ve kontrol grubu 23'er kişiden oluşmaktadır. Deney ve kontrol gruplarının yer aldığı derse aynı öğretmen girmektedir. Her iki öğretmende ilköğretim matematik öğretmenliği bölümü mezunudur.

3.5. Veri Toplama Araçları

Bu çalışmada AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretiminin, öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır. Bu sebeple deney grubuna AG ile hazırlanmış öğretim materyalleri ile desteklenen öğretim yapılırken kontrol grubuna yalnızca basılı materyal ile öğretim yapılmıştır. Çalışmanın verilerini Geometri Başarı Testi (GBT), Van Hiele Geometrik Düşünme Testi (VHGDT), Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği (MYTA) oluşturmaktadır.

3.5.1. Geometri Başarı Testi (GBT)

GBT'nin geliştirilmesi aşamasında öncelikle Milli Eğitim Bakanlığı Talim Terbiye Kurulu tarafından hazırlanan 6. Sınıf Matematik Öğretim Programı'nda yer alan Geometrik Cisimler öğrenme alanı ile ilgili kazanımlar belirlenmiş ve belirtke tablosu hazırlanmıştır. Daha sonra soru havuzu oluşturmak ve kapsam geçerliliğini sağlamak amacı ile Milli Eğitim Bakanlığı tarafından Aksaray ilinde ders kitabı olarak okutulan 6. Sınıf Meram ve MEB yayınlarının ders ve çalışma kitabındaki sorular soru havuzuna dâhil edilmiştir. Toplam 92 sorudan oluşan soru havuzunu altı öğretmen ve İlköğretim Matematik Eğitimi Bölümündeki üç öğretim üyesi tarafından incelenerek her bir sorunun hangi kazanımı ölçtüğü belirlenmiştir. Kazanımlara göre düzenlenmiş soru listesi aynı öğretmen ve öğretim üyelerine tekrar gönderilerek soruların yeterliliği, bilimselliği, açık ve anlaşılabilirliği, zorluk derecesi, madde ayırt ediciliği araştırmacı tarafından hazırlanan değerlendirme formu kullanılarak yeniden değerlendirilmiştir. Soru havuzunda ilgili kazanımı yeterli düzeyde ölçmek amacı ile bazı sorular ilgili öğretim üyeleri ve öğretmenler tarafından oluşturularak soru havuzuna dâhil edilmiştir. Değerlendirme sonucunda kapsam geçerliliğini sağlamak amacı ile her biri kazanıma ait en az iki sorunun yer aldığı toplam 28 soruluk başarı testi hazırlanmıştır. Çalışmanın amacı doğrultusunda iki boyutlu düzlemsel bölgelerin alanı ile ilgili üç kazanım araştırma kapsamı dışında tutulmuştur. Testin ilk halinde yer alan sorular dili, okunabilirliği, seçeneklerin çeldiriciliği açısından ilköğretim 6. Sınıf öğrencilerinin algılayabileceği düzeye göre ayarlanmıştır. Pilot uygulamaya başlamadan önce sorular daha önce 6. sınıfta geometrik cisimler ünitesini işlemiş olan 35 kişilik 7. sınıf öğrencisine sorulmuş ve soruları ne kadar sürede cevapladıkları ve anlamada zorluk çekip-çekmedikleri tespit edilmeye çalışılmıştır. Anlamada zorluk çekilen sorular uzman görüşü alınarak tekrar düzeltilmiştir. Pilot uygulamada sınav süresi 40 dakika olarak belirlenmiş ve Aksaray il merkezindeki 7. sınıfta öğrenim gören toplam 175 öğrenciye uygulanmıştır. Pilot uygulama sonucunda 5 soru madde güçlük indisi ve ayırt edicilik derecesi bakımından atılarak 23 soruya düşürülmüştür. Bu sorulara ait madde güçlük indisi ve ayırt edicilik dereceleri Tablo 3.3'de verilmiştir.

Tablo 3.3 GBT'nin pilot uygulama sonrası doğru cevap sayısına göre madde analizi

	Alt %27 Doğru Cevap Sayısı	Üst %27 Doğru Cevap Sayısı	Madde Güçlük İndeksi	Madde Ayırtedicilik İndeksi
S1	10	35	0,48	0,53
S2	10	34	0,47	0,51
S3	5	40	0,48	0,75
S4	16	47	0,67	0,66
S5	2	40	0,45	0,80
S6	13	33	0,49	0,43
S7	8	8	0,17	0,00
S8	4	16	0,21	0,26
S9	12	23	0,37	0,23
S10	19	40	0,63	0,45
S11	9	45	0,57	0,77
S12	6	41	0,50	0,75
S13	8	40	0,51	0,68
S14	11	40	0,54	0,61
S15	4	23	0,29	0,40
S16	9	33	0,45	0,51
S17	10	41	0,54	0,66
S18	7	14	0,22	0,15
S19	9	29	0,40	0,43
S20	5	32	0,39	0,57
S21	4	31	0,37	0,57
S22	8	20	0,30	0,26
S23	1	26	0,29	0,53
S24	16	30	0,49	0,29
S25	13	34	0,50	0,45
S26	6	14	0,21	0,17
S27	6	8	0,15	0,04
S28	2	15	0,18	0,28

Bir başarı testinin bilen ve bilmeyen öğrencileri ayırt etmesi gerekmektedir. Ayrıca, araştırma konusu ile ilgili kazanımları karşılaması gerekmektedir. Literatürde madde ayırt edicilik indisi 0.40 ve üzerinde ise çok iyi madde, 0.30-0.39 arasında ise oldukça iyi madde, 0.20-0.29 arasında ise zorunlu hallerde düzeltilerek ve geliştirilerek kullanılabilir olduğu belirtilmektedir. Ayrıca, madde güçlük değerinin ise 0,5'e yaklaştıkça madde güçlük değeri bakımından ideal bir madde olduğu belirtilmektedir (Turgut, 1992; Tekin, 2000). Bu sebeple madde güçlük değeri ve madde ayırt edicilik

değeri, 0,3 den yukarı olan maddeler başarı testine doğrudan dâhil edilirken, 0,2 den aşağı olan 7.-18.-26.-27.-28. maddeler başarı testine dahil edilmemiştir. Madde ayırt edicilik değeri ve madde güçlük değeri 0,2 ile 0,3 arasında olan 8.-9.-15.-22.-23.-24. sorular ise uzman görüşü alınarak yeniden düzenlenmiştir. 23 maddeden oluşan testin ortalama madde güçlük indeksi (P) 0,49; ortalama ayırt edicilik indeksi (D) 0,64, KR-20 güvenirlik katsayısı ise 0,737 olarak bulunmuştur. Ancak, 7. ve 18. soruların testten çıkarılması ile 4. ve 8. kazanımları ölçen soru sayısı bire düşmüştür. Her bir kazanımı en az 2 soru ile ölçmek amacıyla testten çıkarılan bu soruların yerine uzman görüşü alınarak birer soru daha eklenmiştir. Böylece nihai test toplam 25 soru olarak belirlenmiştir [EK-3]. GBT'nin deney öncesi oluşan belirtke tablosu ise Tablo 3.4'de verilmiştir.

Tablo 3.4’de de görüldüğü gibi 6-7 ve 9. kazanımlar üç soru ile diğer kazanımlar ise iki soru ile ölçülmüştür. Dört haftalık uygulama sonrasında deney ve kontrol gruplarındaki toplam 100 öğrenciye uygulanan GBT ayırt edicilik ve geçerlilik çalışmasında alt ve üst %27’lik grup karşılaştırması yapılmış ve sonuçlar Tablo 3.5’de verilmiştir.

Tablo 3.5 GBT'nin uygulama sonrası doğru cevap sayısına göre madde analizi

	Alt %27 Doğru Cevap Sayısı	Üst %27 Doğru Cevap Sayısı	Madde Güçlük İndeksi	Madde Ayırtedicilik İndeksi
S1	8	21	0,54	0,48
S2	4	22	0,48	0,67
S3	2	18	0,37	0,59
S4	10	26	0,67	0,59
S5	3	14	0,32	0,41
S6	5	17	0,41	0,44
S7	4	14	0,33	0,37
S8	6	15	0,39	0,33
S9	4	20	0,44	0,59
S10	5	15	0,37	0,37
S11	3	18	0,39	0,56
S12	9	26	0,65	0,63
S13	6	17	0,43	0,41
S14	8	18	0,48	0,37
S15	10	23	0,61	0,48
S16	7	21	0,52	0,52
S17	3	14	0,32	0,41
S18	8	19	0,50	0,41
S19	4	14	0,33	0,37
S20	3	14	0,32	0,41
S21	3	5	0,15	0,07
S22	7	3	0,19	-0,15
S23	3	18	0,39	0,56
S24	2	14	0,30	0,44
S25	1	6	0,13	0,19

Tablo 3.5’de görüldüğü gibi 21, 22 ve 25. sorular düşük yük değerinden dolayı atılarak, GBT ile ilgili analizlere dâhil edilmemiştir. Ayrıca, 25 maddeye verdikleri cevaplar SPSS 20,0 paket programında analiz edilmiştir. Güvenirlilik analizi sonucunda

nihai başarı testinin KR-20 güvenirlik katsayısı 0,775 olarak bulunmuştur. Araştırmalarda kullanılabilecek ölçme araçları için öngörülen güvenirlik düzeyinin 0,70 olduğu (Tezbaşaran, 1996) dikkate alınırsa başarı testinin güvenirliğinin iyi olduğu söylenebilir.

3.5.2. Matematik Tutum Ölçeği (MTÖ)

Araştırmaya katılan öğrencilerin matematik dersine yönelik tutumlarını belirlemek için, Aşkar (1986) tarafından geliştirilen Likert türü MTÖ kullanılmıştır. Ölçek Ortadoğu Teknik Yabancı Diller Okulu'nda öğrenim gören 204 öğrenciye uygulanarak geliştirilmiştir. Ölçeğin ilköğretim öğrencilerine uygulanabilmesi için yapılan geçerlilik çalışması kapsamında dil eşdeğerliği ve içerik geçerliliğinin belirlenmesinde uzman görüşleri başvurulmuş ve kapsam geçerliliği oranı ise Davis (1992) tekniği ile değerlendirilmiştir. Bu amaçla İlköğretim Matematik Öğretmenliği Bölümündeki üç öğretim üyesi, beş ilköğretim matematik öğretmeni ve üç ölçme değerlendirme uzmanının görüşüne başvurulmuştur. Davis tekniğinde ölçekte bulunan her bir madde uzman tarafından (a) uygun, (b) madde hafifçe gözden geçirilmeli, (c) madde ciddi olarak gözden geçirilmeli ve (d) madde uygun değil şeklinde dört puan üzerinden derecelendirilmektedir. Kapsam geçerliliği ortalamasının hesaplanmasında madde için (a) ve (b) diyen uzman sayısı toplam uzman sayısına bölünerek maddeye ilişkin kapsam geçerlik indeksi elde edilmektedir. Elde edilen değer istatistiksel bir ölçütle karşılaştırmak yerine 0,80 değeri ölçüt olarak kabul edilmektedir. Tüm ölçek maddeleri bu kriterlere göre kabul edilebilir düzeyde bulunduğu için ölçekten çıkarılmamıştır. Ancak görüşler doğrultusunda bazı ifadesel düzeltmeler yapılmıştır.

Tabakalı bölme örnekleme yöntemiyle geliştirilen ölçek maddelerinin 10 tanesi olumlu, 10 tanesi ise olumsuz ifade içermektedir. Ölçek Likert tipinde beş dereceli olup Tamamen Uygundur, Uygundur, Kararsızım, Uygun Değildir ve Hiç Uygun Değildir şeklinde beş kategoride ölçeklenmiştir. Ölçek maddeleri olumlu ya da olumsuz oluşuna göre farklı puanlanmıştır. Olumlu maddeler için "Tamamen Katılıyorum" dan "Hiç Katılmıyorum" a doğru 5,4,3,2,1 ve olumsuz maddeler de "Tamamen Katılıyorum" dan "Hiç Katılmıyorum" a doğru 1,2,3,4,5 şeklinde puanlanma yapılmıştır. Ölçekte en düşük puan 20, en yüksek puan ise 100 olarak hesaplanmıştır. Yüksek puanlar

matematik dersine yönelik olumlu tutumu göstermektedir. 20 maddeden oluşan ölçeğin Cronbach Alpha güvenirliği 0,92'dir. Bu değere göre ölçeğin güvenirliğinin iyi olduğu söylenebilir.

3.5.3. Van Hiele Geometrik Düşünme Testi (VHGDT)

Hazırbulunuşluk, belli bir öğrenme faaliyetini gerçekleştirmek için gerekli olan ön koşul davranışların kazanılmış olması anlamına gelir. Bilişsel hazır bulunuşluk ise öğrenmeyle ilgili gerekli yeteneğe ve yeni öğrenmeyle ilgili ön koşul davranışlara sahip olmak, bilişsel açıdan hazır olmayı ifade eder (Tuna ve Kaçar, 2005). Bu çalışmada ilöğretim 6. sınıf öğrencilerinin geometri konularına yönelik hazır bulunuşluklarını belirlemek amacıyla Van Hiele Geometrik Düşünme Testi (VHGDT) kullanılmıştır. Dina van Hiele Geldof ve eşi Pierre Marie van Hiele tarafından 1957 yılında ortaya atılan bu model ile birlikte geometrik düşünmeyle ilgili araştırmaların birçoğu bu model temel alınarak yapılmıştır (Erdoğan, 2006; Olkun ve Toluk, 2003). Hiele (1986) çalışmasında bireylerde geometrik düşüncenin gelişiminin beş evreden geçtiğini belirtmektedir. Bunlar görsel düzey, analitik düzey, informal tümdengelim (yaşantıya bağlı çıkarım), formal tümdengelim (çıkartım) ve en ileri düzeydir.

Araştırmada kullanılan VHGDT testi Usiskin (1982) tarafından geliştirilmiş ve Duatepe (2000) tarafından Türkçeye uyarlaması, geçerliği ve güvenirliği yapılmıştır. Usiskin'nin verilerinde her bir düzey için testin Cronbach Alpha güvenirlik katsayısı .65 ile .79 arasında hesaplanırken Duatepe'nin verilerinde .59 ile .82 olarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada ise .60 ile .77 arasında hesaplanmıştır. VHGDT testindeki her düzey, geometri kavramlarından hangilerinin, ne kadarının kazanıldığını değil, insanların geometrideki kavramlar üzerinde nasıl düşündüklerini ve bu düşünce tiplerini belirtir. Van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin herhangi birinde olabilmek için önceki düzeylerden geçilmesi gerekmektedir. Bunun için öğrencinin beş sorudan en az üçünü doğru cevaplamış olması gerekmektedir (Usiskin 1982; Baki, 2006). Van Hiele Geometrik düşünme düzeylerinin belirlenmesinde hem Usiskin (1982) tarafından kullanılan ağırlıklı puan hesaplama yöntemi hem de toplam doğru cevap sayına göre puanlama yöntemi kullanılmıştır. Usiskin (1982) ağırlıklı puan hesaplama yöntemine göre;

1. düzey:1-5. soruları çözüp ölçütleri sağlıyorsa 1 puan,
2. düzeye ait 6-10. soruları çözüp ölçütleri sağlıyorsa 2 puan,
3. düzeye ait 11-15. soruları çözüp ölçütleri sağlıyorsa 4 puan verilmektedir.

Buna göre bir öğrenci en fazla birinci düzey için 1 puan, ikinci düzey için 3 puan, üçüncü düzey için 7 puan alabilmektedir. Van Hiele modelinin ortaya koyduğu geometrik düşünme düzeyleri şunlardır:

Düzye 1 (Görsel Dönem): Birinci düzeydeki bir öğrenci geometrik şekilleri bir bütün olarak algılar. Bu düzeydeki birey şekillerin özelliklerini fark edebilir ve şekilleri görünüşlerine göre sınıflandırabilir. Geometrik şekil ve cisimler bir bütün olarak algılanır. Kare ile dairenin birbirinden farklı olduğunu kavrayabilir; ama karenin tanımını ve özelliklerini kavrayamazlar. Örneğin karenin aynı zamanda bir dikdörtgen olduğunu anlayamazlar (Hoffer, 1979; Usiskin, 1982).

Düzye 2 (Analitik Dönem): Bu düzeydeki birey bir sınıftaki şekillerin her birinin özelliklerini analiz edebilir, şekillerle ilgili bazı genellemelere ulaşabilir; ancak bu şekiller arasındaki bağıntıyı kuramaz. Örneğin, karenin bütün kenarları birbirine eşit ve dik olduğunu, paralel kenarın karşılıklı kenarlarının birbirine eşit ve paralel olduğunu belirtebilir (DeVilliers, 2003; Usiskin, 1982).

Düzye 3 (İnformel Tümdengelim veya Yaşantıya Bağlı Çıkarım): Bu düzeydeki birey, şekilleri özelliklerine göre sıralayabilir ve gruplandırabilirler ancak matematiksel olarak işlem yapamayabilir. Basit çıkarımlarda bulunur, ama ispatları anlamaz. İnformal ifadeler kullanarak bildiği ilişkilerden diğer ilişkileri çıkarabilir. Örneğin, birey karenin dikdörtgenin özel bir çeşidi olduğunu kavrayabilir (Mistretta, 2000; Usiskin, 1982).

3.5.4. Görüşme Soruları

Nitel araştırma herhangi bir şekilde istatistiksel işlemler ya da başka bir sayısal araç olmaksızın verilerin üretildiği araştırma yaklaşımıdır (Altunışık, 2005). Nitel araştırma tekniklerinin doğal ortama duyarlılık sağlaması, araştırmacının katılımcı rolü

olması, bütüncül bir yaklaşıma sahip olması, algıların ortaya konmasını sağlaması, araştırma deseninde esnekliği olması ve tümevarımcı bir analize sahip olması önemli özellikleridir (Yıldırım ve Şimşek, 2005). Nitel araştırmalarda, örnekleme derinlemesine araştırabilmek için örneklem grubu küçüktür. Bu nedenle rastgele örneklem seçimi yerine amaçlı örnekleme tercih edilir (Miles ve Huberman, 1994). Bu örneklemede seçim için önemli olduğu düşünülen ölçütler belirlenmekte ve bu ölçütlere göre seçilen örneklemin, araştırma evrenini bütün nitelikleri ile temsil edebildiği düşünülmektedir (Tavşancıl ve Aslan, 2001). Bu sebeple çalışmada öğrenci ve öğretmenlerin AG materyalinin kullanışlılığına yönelik görüşlerini, AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretiminin eğitsel etkililiğine yönelik görüşlerini ve AG materyallerinin sonraki derslerde kullanımına yönelik niyetlerini tespit etmek amacı ile yarı yapılandırılmış görüşmeler hazırlanmıştır. Bu görüşmelerden elde edilen nitel veriler ise nicel verilerle elde edilen bulguları desteklemede kullanılmıştır. Nicel ve nitel verilerin birbirlerini destekleyerek kullanılması, araştırmanın geçerliliği ve güvenilirliğini artırmaktadır (Creswell, 2003).

Görüşme soruları geliştirilirken öncelikle konu uzmanlarının görüşlerine başvurularak ölçme aracının kullanılacağı amaç için uygun olup olmadığına ilişkin görüş alınır. Daha sonra uzmanın eleştirileri doğrultusunda test yeniden gözden geçirilir ve hazırlanır (Özgüven, 1998). Bu sebeple hazırlanan yarı yapılandırılmış görüşme formunda yer alan soruların içerik-kapsam geçerliliğini sağlamak için uzman görüşüne başvurulmuştur. İçerik-kapsam geçerliliği ise ölçüm aracının ölçmek istediği yapıyı ölçüp ölçmediğinin ve dengeli şekilde temsil edebilirliğinin uzman görüşleri doğrultusunda belirlenmesi olarak ifade edilebilir (Özgüven, 1998; Şencan, 2005). Uzmanların görüşleri doğrultusunda görüşme sorularında gerekli düzenlemeler yapıldıktan sonra, görüşme yapılacak gruptaki öğrencilerle aynı yaşta olan 30 öğrenciye sorular okutulup soruların anlaşılır olup olmadığına bakılarak görüşme sorularının son şekli verilmiştir. Görüşme sorularının değerlendirilme aşamasında ise öğrencilerin bazı ifadelerine yer verilmiştir [Ek-7]. Ayrıca uygulamanın tamamı araştırmacı tarafından gözlemlenmiş ve uygulama sonunda deney grubu öğrencileri ile yarı-yapılandırılmış görüşmeler yapılarak öğrencilerin uygulama hakkındaki görüş ve düşünceleri alınmıştır.

3.6. Verilerin Analizi

Araştırma soruarında yer alan ilk dört soru için toplanan sayısal veriler, istatistiksel analiz teknikleri ile analiz edilmiştir. Analizler için SPSS 20.00 paket programı kullanılmıştır. Elde edilen sayısal verilerin parametrik test varsayımlarını karşıladığı durumlarda t-testi ve iki faktörlü ANOVA kullanılmıştır. Sağlamadığı durumlarda ise Mann-Whitney U testi kullanılmıştır.

Araştırma sorularındaki beşinci soru için toplanan nitel veriler ise öğretmen ve öğrenciler ile yapılan görüşmelerden elde edilmiştir. Görüşme verilerinin analizinde nitel araştırma yöntemlerinden biri olan betimsel analiz yöntemi kullanılmıştır. Betimsel analiz yöntemi, elde edilen verilerin daha önceden belirlenen temalara göre özetlenip yorumlanması yaklaşımıdır. Doğrudan alıntılara sık sık yer verildiği bu yaklaşımda görüşülen ya da gözlenen bireylerin görüşlerini çarpıcı bir şekilde yansıtmak amacı güdülür (Yıldırım ve Simsek, 2005).

BÖLÜM IV

BULGULAR

4.1. GPO ve MYO' daki Deney ve Kontrol Gruplarının Uygulama Öncesi Matematik Dersi Başarı Düzeylerine Yönelik Bulgular ve Yorumlar

GPO deney ve kontrol grubundaki öğrenci sayısının 50' nin üzerinde olması nedeni ile matematik ders notu verilerinin normal dağılıma uygunluğunu kontrol etmek için Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır.

AG destekli öğretimin yapıldığı deney grubu ve basılı ders kitabı ile öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin 2012-2013 öğretim yılı birinci dönem matematik dersi notları için yapılan Kolmogorov-Smirnov analizi sonucu verilerin normal dağılım göstermediği belirlenmiştir (Deney grubu, $P = .026$; $p < .05$, Kontrol grubu, $P = .01$; $p < .05$). Bu sebeple bu test için ikili karşılaştırmada Mann-Whitney U testi kullanılmış ve sonuçları Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1 GPO 2012-2013 öğretim yılı birinci dönem matematik ders notlarına ilişkin U-testi sonucu

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	P
Deney	26	28.73	747.00	332	0.57
Kontrol	28	26.36	738.00		

Tablo 4.1' deki 2012-2013 öğretim yılı birinci dönem matematik ders notu sonuçlarına ilişkini sıra ortalamalarına bakıldığında deney grubu öğrencilerinin sıra ortalamalarının kontrol grubuna göre daha yüksek olmasına rağmen bu farklılığın anlamlı olmadığı görülmektedir ($U = 332$, $p > 0.05$).

MYO deney ve kontrol grubundaki öğrenci sayısının 50'nin altında olması nedeni ile verilerinin normal dağılıma uygunluğunu kontrol etmek için Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır.

AG destekli öğretimin yapıldığı deney grubu ve basılı ders kitabı ile öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin 2012-2013 öğretim yılı birinci dönem matematik notları için uygulana Shapiro-Wilk analizi sonucu verilerin normal dağılım göstermediği belirlenmiştir (Deney grubu, $P = .00$; $p < .05$, Kontrol grubu, $P = .46$; $p < .05$). Bu sebeple bu test için ikili karşılaştırmada Mann-Whitney U testi kullanılmış, sonuçları ise Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2 MYO 2012-2013 öğretim yılı birinci dönem matematik ders notlarına ilişkin U-testi sonucu

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney	23	18.11	416.50	140.50	0.048
Kontrol	23	28.89	664.50		

Tablo 4.2' de 2012-2013 öğretim yılı birinci dönem matematik ders notu sonuçlarına ilişkin sıra ortalamalarına bakıldığında kontrol gurubu öğrencilerinin sıra ortalamalarının deney grubundan daha yüksek olduğu aynı zamanda bu farkın istatistiksel açıdan anlamlı olduğu görülmektedir ($U = 332$, $p < 0.05$).

4.2. GPO ve MYO' daki Deney ve Kontrol Gruplarının Uygulama Öncesi Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeylerine Yönelik Bulgular ve Yorumlar

4.2.1. GPO öğrencilerinin uygulama öncesi Van Hiele geometrik düşünme düzeylerine yönelik bulgular

Van Hiele geometrik düşünme düzeyleri testi için toplam puanlarına göre yapılan Kolmogorov-Smirnov analizi sonucu verilerin normal dağılım gösterdiği tespit

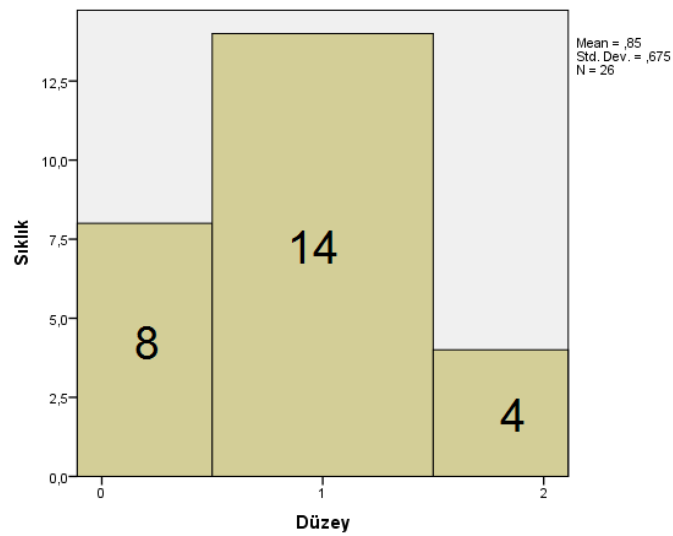
edilmiştir (Deney grubu , $P = .064$; $p > .05$, Kontrol grubu, $P = .085$; $p > .05$). Ayrıca gruplara ait varyansların eşit olduğu varsayımını test etmek için Levene istatistiği sonuçlarına bakılmış ve varsayımın sağlandığı gözlenmiştir ($F_{(1-52)}=0.040$; $p > .05$). Bu sebeple bu test için ikili karşılaştırmada t-testi kullanılmış sonuçları Tablo 4.3'de verilmiştir.

Tablo 4.3 GPO Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyi Testi toplam doğru cevap sayısı ortalamalarına ilişkin t-testi sonucu

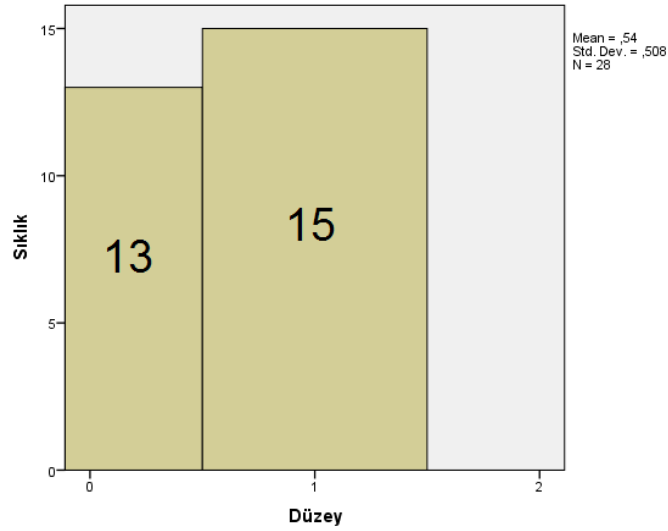
Gruplar	N	$\bar{X}$	S	t	sd	p
Deney	26	5.80	1.46	1.25	52	0.21
Kontrol	28	5.32	1.38			

Tablo 4.3' te görüldüğü üzere deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyi Testi toplam doğru cevap sayısı ortalamalarına ilişkin puanlarının anlamlı bir farklılık göstermediği görülmektedir ($t_{(52)}= 1.25$, $p > 0.05$).

Deney ve Kontrol gruplarındaki öğrencilerin Van Hiele Geometrik düşünme düzeylerine ait puanlarının frekans dağılımları Şekil 4.1'de ve Şekil 4.2'de verilmiştir (Yöntem bölümünde puanlama ile ilgili ayrıntılı bilgi verilmiştir).



Şekil 4.1 VHGD T sonuçlarına göre GPO deney grubu öğrenci sayılarının frekans dağılımları



Şekil 4.2 VHGD sonuçlarına göre GPO kontrol grubu öğrenci sayılarının frekans dağılımları

Şekil 4.1 've Şekil 4.2'deki Van Hiele Geometrik düşünme düzeylerine ait frekans dağılımlarına göre;

- 0. Düzeyde deney grubunun 8, kontrol grubunun 13 öğrencisi,
- 1. Düzeyde deney grubunun 14 kontrol grubunun 15,
- 2. Düzeyde deney grubunun 4, kontrol grubunun 0,
- 3. Düzeyde ise her iki grubun da öğrencisi bulunmamaktadır.

AG ile desteklenen öğretimin yapıldığı deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin Van hiele geometri düşünme düzeylerine ait puanlar için Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır. Kolmogorov-Smirnov analizi sonucu verilerin normal dağılım göstermediği belirlenmiştir (Deney gurubu , $P = .00$; $p < .05$, Kontrol gurubu, $P = .00$; $p < .05$). Bu sebeple bu test için ikili karşılaştırmada Mann-Whitney U testi kullanılmış sonuçları Tablo 4.4'de verilmiştir.

Tablo 4.4 GPO Van Hiele Geometrik düşünme düzeyi puanlarına ilişkin U-testi sonucu

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	P
Deney	26	30,85	802.00	277	0.89
Kontrol	28	24.39	683.00		

Tablo 4.4' deki Van Hiele Geometrik düşünme düzeyi puanlarına ilişkin sıra ortalamalarına bakıldığında deney gurubu öğrencilerinin sıra ortalamalarının kontrol gurubuna göre daha yüksek olmasına rağmen bu farklılığın anlamlı olmadığı görülmektedir, $U= 277$, $p> 0.05$.

4.2.2. MYO Deney ve Kontrol Gurubu Öğrencilerinin Uygulama Öncesi Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeylerine Yönelik Bulgular

Van Hiele Geometrik Düşünme Testi için yapılan Shapiro-Wilk analizi sonucu verilerin normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir (Deney gurubu , $p = .19$; $p>.05$, Kontrol gurubu, $p = .68$; $p>.05$). Ayrıca gruplara ait varyansların eşit olduğu varsayımını test etmek için Levene istatistiği sonuçlarına bakılmış ve varsayımın sağlandığı gözlenmiştir [$F_{(1-44)}=1.643$; $p>.05$] . Bu sebeple, ikili karşılaştırmada t-testi kullanılmış sonuçları Tablo 4.5' te verilmiştir.

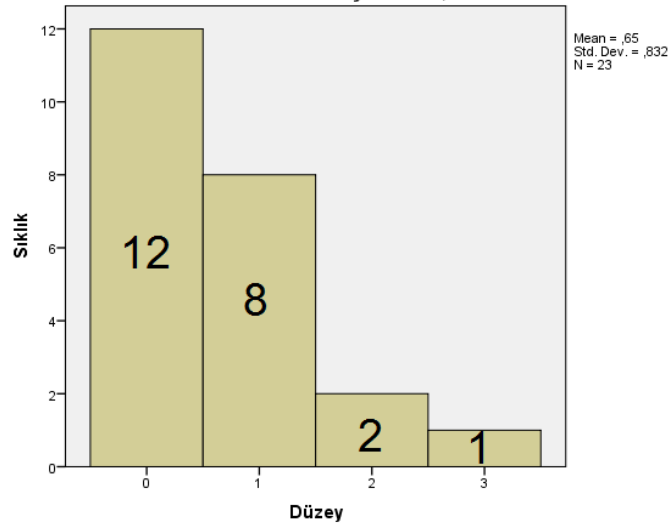
Tablo 4.5 MYO Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyi Testi toplam doğru cevap sayısı ortalamalarına ilişkin t-testi sonucu

Gruplar	N	$\bar{X}$	S	t	sd	p
Deney	23	4.54	1.75	-3.02	44	0.004
Kontrol	23	6.00	1.50			

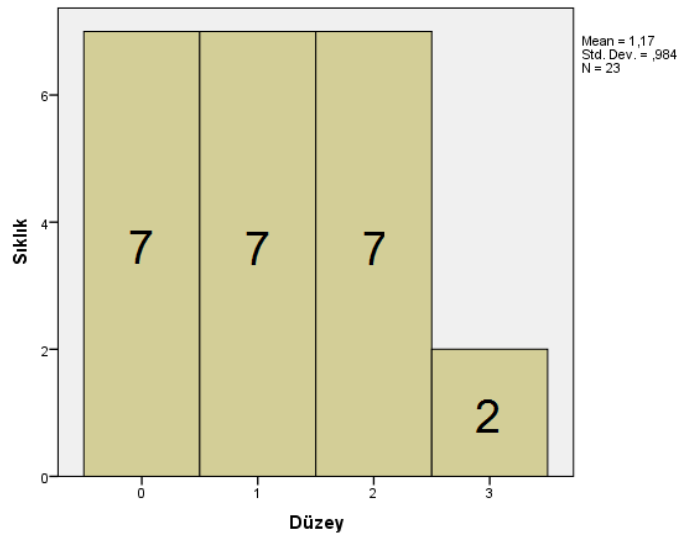
Tablo 4.5' te görüldüğü üzere deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyi Testi toplam doğru cevap sayısı ortalamalarına ilişkin puanların da anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir [$t(44)= -3.02$, $p< 0.05$].

Şekil 4.3' teki ve Şekil 4.4' teki deney ve kontrol gruplarındaki öğrencilerin Van Hiele Geometrik düşünme düzeylerine ait puanlarının frekans dağılımlarına göre;

- 0. Düzeyde deney grubunun 12, kontrol grubunun 7 öğrencisi,
- 1. Düzeyde deney grubunun 8 kontrol grubunun 7 öğrencisi,
- 2. Düzeyde deney grubunun 2, kontrol grubunun 7 öğrencisi,
- 3. Düzeyde deney grubunun 1, kontrol grubunun 2 öğrencisi bulunmaktadır.



Şekil 4.3 VHGD sonuçlarına göre MYO Deney Gurubu öğrenci sayılarının frekans dağılımları



Şekil 4.4 VHGD sonuçlarına göre MYO Kontrol Gurubu öğrencilerinin frekans dağılımları

AG ile desteklenen öğretimin yapıldığı deney grubu ve geleneksel öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğrencilerinin Van hiele geometri anlama düzeylerine ait puanlar için Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır. Shapiro-Wilk analizi sonucu verilerin normal dağılım göstermediği belirlenmiştir (Deney grubu , $P = .00$; $p < .05$, Kontrol grubu, $P = .00$; $p < .05$). Bu sebeple test için ikili karşılaştırmada Mann-Whitney U testi kullanılmış, sonuçları ise Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.6 MYO Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyi Testi puanlarına ilişkin U-testi sonucu

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Deney	23	19,76	454.50	178,5	0.45
Kontrol	23	27,24	626.50		

Tablo 4.6' daki Van Hiele Geometrik düşünme düzeyi puanlarına ilişkin sıra ortalamalarına bakıldığında kontrol grubu öğrencilerinin sıra ortalamalarının deney grubuna göre daha yüksek olduğu, aynı zamanda bu farklılığın anlamlı olduğu görülmektedir ($U= 178,5$, $p< 0.05$).

4.3. Gazi Paşa ve MYO Deney ve Kontrol Gruplarının Geometri Başarı Testi Puanlarına İlişkin Bulgular ve Yorumlar

AG ile desteklenen öğretimin yapıldığı GPO'daki deney gurubu ve kontrol gurubu öğrencilerine uygulanan Geometri Başarı Testi için Kolmogorov-Smirnov testi uygulanmıştır. Kolmogorov-Smirnov analizi sonucu verilerin normal dağılım göstermediği belirlenmiştir (Deney gurubu , $P = .058$; $p>.05$, Kontrol gurubu, $P = .00$; $p<05$). Bu sebeple bu test için ikili karşılaştırmada Mann-Whitney U testi kullanılmış sonuçları Tablo 4.7'de verilmiştir.

Tablo 4.7 GPO Geometri Başarı Testi puanlarına ilişkin U-testi sonucu

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	P
Deney	26	31.67	823.50	25.50	0.059
Kontrol	28	23.63	661.50		

Tablo 4.7' deki Geometri Başarı Testi sonuçlarına ilişkin sıra ortalamalarına bakıldığında deney gurubu öğrencilerinin sıra ortalamalarının kontrol gurubuna göre daha yüksek olmasına rağmen bu farklılığın anlamlı olmadığı görülmektedir, $U= 255.50$, $p> 0.05$.

AG ile desteklenen öğretimin yapıldığı deney grubu ve geleneksel öğretimin yapıldığı kontrol grubu öğrencilerine uygulanan Geometri Başarı Testi için Shapiro-Wilk testi uygulanmıştır. Shapiro-Wilk analizi sonucu verilerin normal dağılım gösterdiği belirlenmiştir. (Deney gurubu , $P = .51$; $p > .05$, Kontrol gurubu, $P = .74$; $p > .05$). Ancak gruplara ait varyansların eşit olduğu varsayımını test etmek için yapılan Levene istatistiği sonuçlarına bakıldığında varsayımın sağlanmadığı gözlenmiştir $F_{(1,44)}=6.834$; $p < .05$) . Bu sebeple bu test için ikili karşılaştırmada Mann-Whitney U testi kullanılmış, sonuçları ise Tablo 4.8'de verilmiştir.

Tablo 4.8 MYO Geometri Başarı Testi puanlarına ilişkin t-testi sonucu

Grup	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	P
Deney	23	26.48	609	196	.131
Kontrol	23	20.52	472		

Tablo 4.8' de verilen Geometri Başarı Testi sonuçlarına göre deney ve kontrol grubundaki öğrencilerin Geometri Başarı Testi puanların da anlamlı bir farklılık yoktur ($U=196$, $p < 0.05$). Sonuç olarak kontrol grubundaki öğrencilerin matematik ders notlarının ve geometri düşünme düzeylerinin deney grubundaki öğrencilerden daha yüksek ve istatistiksel açıdan da kontrol gurubu lehine anlamlı farklılık göstermesine rağmen bu farklılığın dört haftalık deneysel çalışma sonunda uygulanan Geometri Başarı Testi'nden aldıkları puanlarda kaybolduğu görülmektedir. Bu bulguya göre MYO'daki AG ile desteklenen geometri öğretiminin geometri başarısını oldukça artırdığı söylenebilir.

Sonuç olarak GPO'daki öğrencilerin araştırma sonunda uygulanan Geometri Başarı Testi puanlarına göre deney ve kontrol gurubundaki öğrencilerin puanlarında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Ancak MYO'daki kontrol gurubu öğrencilerinin matematik notları ve geometrik düşünme düzeyi bakımından deney gurubundaki öğrencilerden daha yüksek ve istatistiksel açıdan da kontrol gurubu lehine anlamlı farklılık göstermesine rağmen bu farklılığın deneysel çalışma sonunda uygulanan Geometri Başarı Testi'nden aldıkları puanlarda kaybolduğu görülmektedir. Ancak nitel

veriler incelendiğinde MYO'daki öğretmenin bilgisayar öz yeterlilik düzeyinin yüksek olması, bu öğrencilerin bilgisayar destekli matematik eğitimine alışık olmaları ve öğretmenin AG materyallerini etkili kullanımı deney gurubundaki öğrencilerin bilişsel öğrenmelerine daha fazla katkı sağladığı söylenebilir. Yılmaz ve diğerleri (2004) öz yeterliği yüksek ve düşük olan öğretmenler arasında sınıf düzeni, yeni yöntemler kullanma, öğrenme zorluğu çeken öğrencilere dönütler verme gibi konularda davranış farklılıklarının olduğu ve bunun da öğrenci motivasyonu ve başarısını etkilediği ortaya çıkmıştır Fonseca ve diğerleri (2013) ise AG teknolojisi ile desteklenen öğretimin başarılı olabilmesi için öğretim elemanlarının gerekli zamanı ayırması, tam zamanlarını vermesi, istekli olmaları ve eğitilmeleri gerektiğini belirtmektedir. Aksi takdirde eğer uygun bir ortam ve öğretmen ile motive edilmezlerse uygulama başarısının azalacağını, öğrencide konuya karşı ilgi eksikliği ve ilgili teknoloji kullanımına karşı olumsuz bir yargı oluşacağını ifade etmişlerdir. Hsiao ve Rashvand (2011), Kerawalla ve diğerleri (2006) AG ortamlarının; öğrenilmesi zor olan sistemlerin ya da objelerin farklı açılardan görünümünü sağlayarak daha derinlemesine öğrenme oluşturduğunu; Bujak ve diğerleri (2013) ise anlaşılması zor olan soyut kavramlar ile fiziksel nesneler arasında sembolik bağ kurduğunu, ayrı bilgi parçalarını birleştirdiğini ve bilişsel yükü azalttığını, etkileşimli 3D simülasyonlar ile de zor olayları keşfetmeye ve derinlemesine öğrenmeye yardımcı olduğunu açıklamışlardır. Başka araştırmacılarda bu bulguyu desteklemiştir (Cheng ve Tsai, 2012; Squire ve Klopfer, 2007; O'Shea vd., 2011; Dunleavy vd., 2009). Bu sonuçlara göre, AG materyallerinin uygun bir ortam, öğretmen ve öğretim ile desteklendiğinde öğrencilerin akademik başarılarına, uzamsal becerilerine, eleştirel düşüncelerine ve keşfederek öğrenmelerine katkı sağladığı söylenebilir.

4.4. Artırılmış Gerçeklik Destekli Geometri Öğretiminin Öğrencilerin Matematiğe Yönelik Tutumları Üzerindeki Etkisine Yönelik Bulgular ve Yorumlar

GPO'daki deney ve kontrol gurubundaki öğrencilerin Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeğinden aldıkları öntest ve sontest toplam puanlarına göre yapılan Kolmogorov-Smirnov analizi sonuçları Tablo 4.9' da verilmiştir.

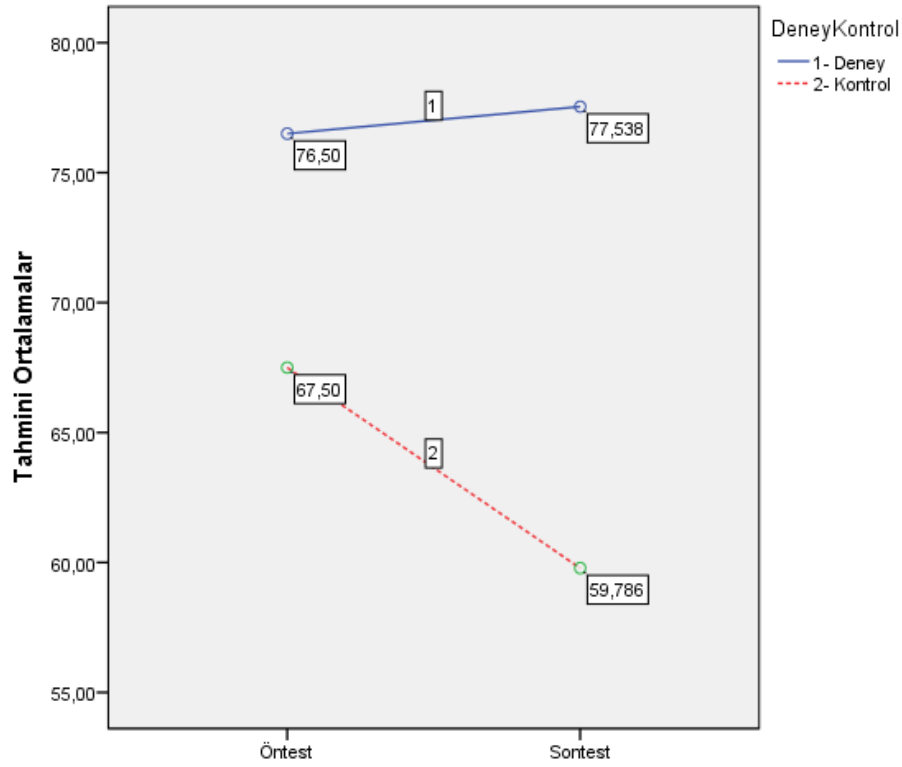
Tablo 4.9 GPO matematiğe yönelik tutum ölçeği öntest ve sontest toplam puanlarına göre yapılan normallik testi sonuçları

Kolmogorov-Smirnov				
		İstatistik Sonuçları	df	p
Öntest	Deney	,158	26	,092
	Kontrol	,094	28	,200*
Sontest	Deney	,158	26	,093
	Kontrol	,153	28	,092

Tablo 4.9' da görüldüğü üzere yapılan Kolmogorov-Smirnov testine göre anlamlılık düzeyi 0.05'ten büyük olması GPO'daki deney ve kontrol grubu öğrencilerinin matematiğe yönelik tutum ölçeğinden aldıkları puanların normal dağılıma sahip olduğunu göstermiştir ($p>.05$). Bu anlamlılık düzeyine göre puanların normal dağılımdan anlamlı (aşırı) sapma göstermediği, uygun olduğu, grupların öntest ve sontest puanları için normallik varsayımının karşılandığı söylenebilir. Bu puanlara ilişkin ortalama puan ve standart sapma değerleri ise Tablo 4.10 ve grafikleri ise Şekil 4.5' te verilmiştir.

Tablo 4.10 GPO deney ve kontrol gruplarının Matematik Tutum Ölçeği'nden elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	Ön Test			Son Test		
	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S
Deney	26	76.50	18.37	26	77.53	15.26
Kontrol	28	67.50	14.65	28	59.78	17.16



Şekil 4.5 GPO matematik tutum puanlarına ilişkin çizgi grafiği

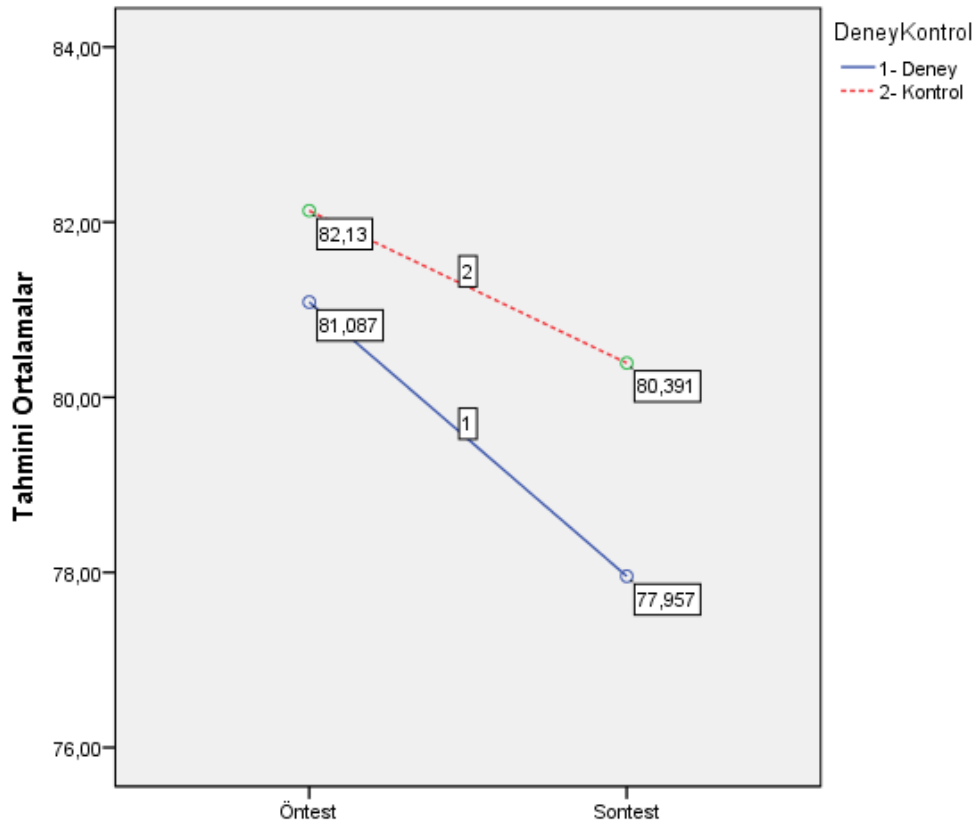
Tablo 4.10 ve Şekil 4.5’ te görüldüğü üzere GPO’daki AG destekli öğrenme ortamına katılan öğrencilerin deney öncesi matematik dersine yönelik tutum puanlarının ortalaması 76.50 iken deney sonrasın da 77.53 olmuştur. Kontrol öğrencilerin aynı ortalama puanları ise 67.50 iken 59.78 olmuştur. Buna göre, deneysel işlem sonunda deney ve kontrol gruplarının yineleme puanlarında deney öncesinden deney sonrasına farklılık olduğu söylenebilir.

Tablo 4.11’ de verilen Shapiro-Wilk testine göre anlamlılık düzeyi 0.05’ ten büyük olması, MYO’daki deney ve kontrol grubu öğrencilerinin matematiğe yönelik tutum ölçeğinden aldıkları puanların normal dağılıma sahip olduğunu göstermiştir ($p > .05$). Bu anlamlılık düzeyine göre puanların normal dağılımdan anlamlı sapma göstermediği, uygun olduğu, bu sebeple de, grupların öntest ve sontest puanları için normallik varsayımının karşılandığı söylenebilir.

Tablo 4.11 MYO matematiğe yönelik tutum ölçeği öntest ve sontest toplam puanlarına göre yapılan normallik testi sonuçları

Shapiro-Wilk				
		İstatistik Sonuçları	df	p
Öntest	Deney	,948	23	,261
	Kontrol	,923	23	,076
Sontest	Deney	,924	23	,080
	Kontrol	,925	23	,087

Şekil 4.6 ve Tablo 4.12' de verilen ortalama puan ve standart sapma değerlerine göre ise MYO' daki öğrencilerin deney öncesi ortalama puanları 81.08 iken deney sonrası 77.95 olmuştur. Kontrol gurubu öğrencilerin ise 82.13 iken 80.38 olmuştur. Buna göre, deneysel işlem sonunda her iki okuldaki deney ve kontrol gruplarının yineleme puanlarında deney öncesinden deney sonrasına negatif yönde farklılık olduğu söylenebilir.



Şekil 4.6 MYO matematik tutum puanlarına ilişkin çizgi grafiği

Tablo 4.12 MYO deney ve kontrol gruplarının Matematik Tutum Ölçeği'nden elde edilen ortalama ve standart sapma değerleri

Grup	Ön Test			Son Test		
	N	$\bar{X}$	S	N	$\bar{X}$	S
Deney	23	81.08	13.29	23	77.95	14.70
Kontrol	23	82.13	12.61	23	80.38	12.94

GYO ve MYO'daki deney ve kontrol gruplarının her ikisinde de matematiğe yönelik tutum ölçeği puanları bakımından deney öncesinden deney sonrasına değişim olduğu görülmektedir. Gruplara ait varyansların eşit olduğu varsayımını test etmek için ise Levene istatistiği sonuçlarına bakılmış ve sonuçları Tablo 4.13'de verilmiştir.

Tablo 4.13 GPO ve MYO öntest-sontest Matematik Tutum Ölçeği puanları varyansların homojenliği varsayımının test edilmesi (Levene Testi)

		F	df1	df2	p
Gazi Paşa	Ön Test	1.918	1	52	.172
	Son Test	.104	1	52	.748
Mustafa Yazıcı	Ön Test	.389	1	44	.536
	Son Test	1.40	1	44	.243

Tablo 4.13'de verilen gruplara ait varyansların eşit olduğu varsayımını test etmek için her iki değişken için de varsayımın sağlandığı gözlenmiştir. Levene istatistiği sonuçlarına göre GPO için deney ve kontrol grupları sırasıyla $F_{(1-52)}=.172$ ve $.748$; $p>.05$ ve MYO için ise deney ve kontrol grupları sırasıyla $F_{(1-44)}=.536$ ve $.243$; $p>.05$ bulunmuştur. GPO ve MYO'daki deney ve kontrol gruplarının her ikisinde de matematik tutum puanları bakımından deney öncesine göre deney sonrasında gözlenen farkın anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin iki faktörlü ANOVA sonuçları ise Tablo 4.14 ve Tablo 4.15'te verilmiştir.

Tablo 4.14 GPO Öntest-Sontest Matematik Tutum Ölçeği'nden elde edilen puanlarına ilişkin ANOVA sonuçları.

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	P
Gruplararası	26974.74	53			
Deney-Kontrol	4824.41	1	4824.41	11.326	0.01
Hata	22150.33	52	425.96		
Gruplariçi	6679.15	54			
Ölçüm(Öntest-Sontest)	300.41	1	300.41	2.66	0.109
Grup*Ölçüm	516.41	1	516.41	4.58	0,037
Hata	5862.33	52	112.73		
Toplam	33653.89	108			

Tablo 4.15 MYO Öntest-Sontest Matematik Tutum Ölçeği'nden elde edilen puanlarına ilişkin ANOVA sonuçları.

Varyansın Kaynağı	KT	sd	KO	F	p
Gruplararası	13996.9	45			
Deney-Kontrol	69.56	1	69.56	0.22	0,642
Hata	13927.34	44	316.531		
Gruplariçi	2050.99	46			
Ölçüm(Öntest-Sontest)	136.34	1	136.34	3.152	0.083
Grup*Ölçüm	11.13	1	11.13	0.257	0,615
Hata	1903.52	44	43.26		
Toplam	142017.89	91			

Tablo 4.14' e göre GPO'daki deney ve kontrol grubuna katılan öğrencilerin yineleme puanlarının deney öncesinden deney sonrasına anlamlı bir farklılık gösterdiği görülmektedir ($F_{(1,52)} = 4.58$, $p < 0.05$). Bu bulguya göre GPO'daki farklı işlem gruplarında yineleme ölçümler faktörlerinin matematiğe yönelik tutum puanlarındaki ortak etkilerinin anlamlı olduğu, bir başka deyişle AG destekli öğretim programına

katılmanın öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını artırmada etkili olduğu görülmektedir. Tablo 4.15' e göre ise MYO'daki deney ve kontrol grubuna katılan öğrencilerin yineleme puanlarının deney öncesinden deney sonrasına anlamlı bir farklılık göstermediği görülmektedir ($F_{(1,44)} = 0.25$, $p > 0.05$). Bu bulguya göre MYO'daki farklı işlem gruplarında yineleme ölçümler faktörlerinin matematiğe yönelik tutum puanlarındaki ortak etkilerinin anlamlı olmadığı, bir başka deyişle AG destekli öğretim programına katılmanın öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını artırmada etkili olmadığı görülmektedir.

Yineleme puanlarının grup ayırımı yapmaksızın bireylerin deney öncesinden deney sonrasına matematiğe yönelik tutum puanlarındaki ortalamalarına ilişkin ölçümün temel etkisi ise her iki okulda sırasıyla ($F_{(1,52)} = 2.66$, $p > 0.05$), ($F_{(1,44)} = 3.152$, $p > 0.05$) anlamlı fark bulunmamıştır. Yineleme puanlarından elde edilen toplam puanların ortalamaları arasında ise GPO'da ($F_{(1,52)} = 11.326$, $p < 0.05$) anlamlı fark bulunurken, MYO'da ise ($F_{(1,44)} = 0.22$, $p > 0.05$) anlamlı fark bulunmamıştır.

Öğretmen görüşleri ve ilgili literatür incelendiğinde geometrik cisimler konusunun öğrenciler tarafından zor bir konu olarak algılandığı, öğrencilerin bu konularda korku ve endişelerinin arttığı görülmektedir. Ancak daha önce bilgisayar destekli matematik eğitimi almayan öğrencilerin matematiğe yönelik tutumları üzerinde, AG destekli geometri eğitiminin daha etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca AG destekli geometri öğretiminin matematik dersine yönelik olumsuz yönde tutuma sahip olan öğrenciler üzerinde korku ve endişelerin azaltılmasında etkili olduğu ancak olumlu yönde tutuma sahip olan öğrencilerde korku ve endişelerin artmasına ya da azalmasına etkisi olmadığı söylenebilir. Bujak ve diğerleri (2013) matematik öğretiminde kullanılan AG materyalleri ile yüz yüze etkileşim ortamı oluşturularak öğrencinin kendi bakış açısı ile bu materyaller üzerinde kontrol sahibi olabildiğini, kullanımın kolay olduğunu bu sebeple de öğrenci algılarını değiştirmede ve motivasyonunu artırmada etkili olduğunu belirtmiştir. Gutierrez ve diğerleri (2010) çalışmasında AG kitap ile desteklenen öğretimin sonunda öğrencilerin AG destekli öğretime yönelik olumlu tutum geliştirdiklerini ifade etmişlerdir. Domínguez ve diğerleri (2012) sanal gerçeklik ve PDF3D teknolojileri ile eğitim alan öğrencilerin memnuniyet düzeylerinin benzer olmasına rağmen AG ile eğitim alan öğrencilerin memnuniyet düzeylerinin diğer

gruptaki öğrencilerden daha yüksek olduğunu bulmuşlardır. Mahadzir ve Phung (2013) Popup Book adını verdikleri artırılmış gerçekli destekli İngilizce hikâye kitabı ile eğitim alan öğrencilerden bazı öğrencilerin düşük İngilizce bilgisi nedeni ile motivasyonlarının düştüğünü, diğer öğrencilerin ise motivasyonlarında artış olduğunu bulmuşlardır. Fonseca ve diğerleri (2013) ise Mobil cihazlar ile gelişmiş görselleştirme teknolojisini kullandıkları AG uygulamasının öğrencilerin katılımını ve motivasyonunu artırdığını belirtmişlerdir. Yine pek çok araştırmacı AG destekli eğitim uygulamalarının öğrencinin motivasyonunu artırdığını ifade etmektedirler (Kaufmann ve Schmalstieg 2003; Borrero ve Ma'riquez 2012). Bu bulgular bizim çalışmamızla bulguları desteklemektedir. Ancak Wojciechowski ve Cellary (2013) ise AG teknolojisine yönelik olumlu tutumları yeni bir teknoloji olmasına bağlanmış ve zamanla bu olumlu tutumun kaybolabileceği belirtilmişlerdir. Aktümen ve Kaçar (2008) ise bilgisayar cebiri yazılımı olan Maple programının matematiğe yönelik tutuma etkisini araştırdıkları çalışmada Maple kullanan öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarının daha olumlu olduğunu bulmuşlardır. Klein (2005) ise MyMathLab yazılımının üniversite öğrencileri üzerinde başarı ve tutumlarına etkisini incelediği araştırmada, yazılımı kullanan öğrenciler ile kullanmayan öğrenciler arasında matematiğe yönelik tutumlarda bir farklılık olmadığını, ancak yazılımı kullanan öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarının negatif yönde olduğunu bulmuştur. Bu bulguların bizim çalışmamızdaki bulgular ile farklılaştığı görülmektedir. Bunun sebebi olarak AG materyalleri ile kullanıcı ve bilgisayar arasındaki etkileşimin daha fazla olması ve bu materyallerin kullanımının daha kolay olması gösterilebilir.

4.5. Artırılmış Gerçeklik Materyalinin Kullanımına Yönelik Öğretmen ve Öğrenci Görüşmelerinden Elde Edilen Bulgular ve Yorumlar

Bu bölümde deneysel uygulamanın yapıldığı her iki okuldaki matematik öğretmeni ve bazı deney grubu öğrencileriyle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmelerden elde edilen nitel veriler betimsel analiz yaklaşımına göre analiz edilmiştir. Elde edilen veriler daha önceden belirlenen temalara göre özetlenerek yorumlanmıştır. Bu doğrultuda bireylerin düşüncelerini doğrudan yansıtmak amacıyla elde edilen bulgular üç başlık altında toplanarak doğrudan alıntılar ile sunulmuştur. Bunlar;

- AG materyalinin kullanılabilirliğine yönelik öğretmen ve öğrenci görüşleri.
- AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretiminin eğitsel etkililiğine yönelik öğretmen ve öğrenci görüşleri.
- Öğretmen ve öğrencilerin AG materyallerinin diğer derslerde kullanımına yönelik niyetleri

4.5.1. Öğretmen görüşmesinden elde edilen bulgular

Öğretmen görüşmesinden elde edilen verilere yönelik bulgular aşağıda verilmiştir (Ogrt₁, GP: GPO matematik öğretmeni, Ogrt₂, MY: MYO matematik öğretmeni):

a) Artırılmış gerçeklik materyalinin kullanılabilirliğine yönelik öğretmen görüşleri

AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretiminde yaşanan sıkıntılara yönelik öğretmenlerden biri ilk hafta sınıf içi disiplini sağlamakta zorlandığını ve sistemde bazı problemlerin ortaya çıktığını, ancak kamera ayarlarının yapılması ile bu sorunların ortadan kalktığını, hem kendisinin hem de öğrencilerinin buna uyum sağladıklarını belirtmiştir. Diğer öğretmen ise herhangi bir sıkıntı yaşanmadığını, ancak sistemin biraz daha hızlı çalışması noktasında iyileştirmeler yapılabileceğini belirtmiştir. Aşağıda bu iki öğretmenin görüşleri aktarılmıştır.

İlk haftalarda kullanmakta zorlandık. Öğrenciler matematik ile bilgisayarı çok fazla bağdaştıramadılar. Ekranda parlamalar oldu. Çocuklar laboratuvara girdiklerinde kargaşa oldu. İlk girdiklerinde ya da fırsat buldukları anlarda hemen internete bağlanma eğilimleri oldu. Bilgisayarlarda iki kişi olunca bazen anlaşmazlıklar yaşandığından gürültü ortaya çıktı. Bazen birisi ilgilenirken diğeri ilgilenmedi. Birisi kameraya tutarken diğeri tutmadı. Bazen de işlem yapmaları gerekiyordu; fakat sorduğumuz sorularda bazı öğrenciler işlem yapma eğiliminde olmuyorlardı. Buna rağmen ileriki zamanlarda uygulamayı iyi öğrendikten sonra bu sıkıntılar ortadan kalktı ve konu anlatımı esnasında oldukça faydalı oldu (Ogrt₁, GP).

Sistemin mantığı matematik ilke ve kaidelerine uygundur. Kamera ayarları yapıldıktan sonra gayet akıcı bir şekilde programın kullanılması sağlanıyor ve sistem rahatlıkla kullanılabilir; bu sebeple kullanım esnasında bize herhangi bir sıkıntı ya da sorun çıkarmadı. Tam aksine öğrenciler karşılarında kendi başına uğraşabilecekleri bir materyal olunca bireysel etkileşim ve arkadaşlarıyla yaptıkları boş sohbetler azaldı. Sınıftaki disiplin bozulmadı, herkes kendi işi ile meşgul olduğu için daha huzurlu bir ortam oluştu. Belki sistemin kullanılabilirliği ile bazı düzenlemeler yapılabilir, örneğin daha hızlı çalışması gibi (Ogrt₂, MY).

ARGE3D çizimleri ile kitaptaki çizimlerin benzerliğine yönelik olarak ise her iki öğrenmen de tüm geometrik şekillerin kitaptaki çizimlerin aynısı olduğunu, sadece çizgi renklerinde farklılık olduğunu belirtmişlerdir.

AG yazılımının kullanımı esnasında yardımcı personele ihtiyaç duyup duymadığına yönelik, bir öğretmen ilk haftalarda yardımcı personele ihtiyaç duyduğunu belirtmiştir (Ogr₁, GP). Diğer öğretmen ise, kısa süreli eğitimden sonra yardımcı personele gerek duymadığını, ancak her defasında kameraların söküp takılması gerekirse biraz ihtiyaç duyabileceğini belirtmiştir (Ogrt₂, MY).

b) Artırılmış gerçeklik materyalleri ile desteklenen geometri öğretiminin eğitsel etkililiğine yönelik öğretmen görüşleri

AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretiminin, öğrencilerin derste ki motivasyonlarına etkisini şu şekilde belirtmiştir: *"Öğrenciler, hocam bu hafta bilgisayarda mı işleyeceğiz diye durmadan soruyorlardı ve koşarak gidiyorlardı derse. Ayrıca soyut kavram olan prizmalar konusunu öğrencilerde somutlaştırdığı için daha çok öğrendiler ve dikkatlerini derse daha iyi verdiler. Bu yüzden öğrencilerin derse daha fazla yoğunlaştığı söylenebilir."*(Ogrt₁, GP). Diğer öğretmen ise bu durumu aşağıdaki sözleriyle ifade etmiştir.

En temel faktör çocukların bilgisayar laboratuvarına gelip bilgisayarla uğraşmayı seviyor olmalarıdır. Bilgisayarlı eğitim konusunda epey istekliler. Ayrıca, cisimleri üç boyutlu bir şekilde düzlem üzerinde görebilmeleri hayal dünyalarında etki yaptı. Dikkatlerini artırdı ve nitekim karşılarında kendi istekleri ile hareket edebilen bir

yazılım var. Kendileri istedikleri gibi çevirip istedikleri yönden cisimleri inceleyebiliyorlar, her türlü bakış açısı ile ya da perspektif ile düzlem üzerinde, yüzey üzerinde inceleyebiliyorlar. Bu da muhakkak ilgi ve motivasyonlarını artırdı. Çünkü biliyoruz ki bilmediğimiz ya da yabancı olduğumuz şeylere insan düşmandır, öğrencilerimiz öğrenmenin kolaylaştığını gördükçe motivasyonları daha da arttı. Daha önce matematik dersine yönelik ilgi deney gurubunda %50' lerde iken şimdi %85' e kadar ulaştı (Ogrt₂, MY).

AG destekli geometri öğretiminin öğrencilerin hayal güçlerine ve yaratıcılıklarına etkisine ilişkin öğretmenlerden biri özellikle birim küplerin farklı yönlerinden görünüşünü çizerken ve düşünürken yaratıcılıklarını geliştirdiğini ancak zaman zaman defterlerine geçirirken yine de zorlandıklarını belirtmiştir. Ayrıca deney grubu ile kontrol grubu arasındaki bu farkın belirgin olduğunu bunun nedenini kontrol grubunda bu konuların soyut kalmasına bağlamıştır (Ogrt₁, GP). Diğer öğretmen ise bu etkiyi aşağıdaki sözleriyle ifade etmiştir.

Muhakkak ki, hayal güçlerini kullanmayı sağladı. Nitekim uğraştığımız konu üç boyutlu cisimler ve bu üç boyutlu cisimleri biz yıllardır düzlem üzerinde anlatmaya çalışıyoruz. üç boyutlu çizimleri tahtaya çizerek anlatıyoruz, ancak tahtaya çizdiğimizde belki öğrenciler hayal edebiliyordu, ama bir kısmı hayal edebiliyordu. Cismi tahtaya çizdiğinizde en fazla üç yüzünü görebilirsiniz bir prizmanın, ama diğer üç yüzünü hayal edemezsiniz. Yazılım sayesinde ellerindeki küpü çevirerek bütün yüzeylerini görebiliyorlar. Böylece öğrencilerin üç boyutlu düşünme kabiliyetleri ve analitik düşünme kabiliyetleri muhakkak artmıştır, diye düşünüyorum (Ogrt₂, MY).

AG destekli geometri öğretiminin öğrencilerin uzamsal becerilerine etkisine ilişkin öğretmenler aşağıdaki faydaları sıralamıştır.

- Cisim köşegeni, yüzey köşegeni gibi konuların daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır (Ogrt₁, GP).
- Küplerin farklı yönlerinden görünümünü çizerken faydalı olmuştur (Ogrt₁, GP).

- Hacim hesaplarında prizmaların içerisine yerleştirilebilecek birim küplerle ilgili konularda öğrencilerin hayal edebilmelerini, kendilerini sanki o işin içerisindeymiş gibi hissedebilmelerini sağlamıştır (Ogrt₂, MY).
- Hacim hesabında, prizmaların yüzey alanları ile ilgili hesaplamada, birim küplerle yapılar oluşturmada ve bu yapıların farklı yönlerinden görünümelerini anlamada katkı sağlamıştır (Ogrt₂, MY).
- Sıvı hacim ölçüleri ile sıvı ölçümleri arasındaki ilişkiyi daha kolay anlamaya yardımcı olmuştur (Ogrt₂, MY).

AG destekli geometri öğretiminin, öğrencilerinin derse olan katılımlarına etkisi ile ilgili olarak bir öğretmen belirli öğrencilerin her zaman derse katılmak istediğini, ancak dersi sevmeyen, hiç katılmayan ve ilgilenmeyen öğrencilerde daha faydalı olduğunu belirtmiştir (Ogrt₁, GP). Diğer öğretmen ise derse olan katılımı oldukça arttırdığını katılımın daha önce %50'yken bunun %80 veya 85' lere çıktığını belirterek aynı görüşü ifade etmiştir. Ayrıca, öğrencilerin kaygı ve endişelerinde de bir azalma olduğunu aşağıdaki sözleriyle belirtmiştir (Ogrt₂, MY).

Üç boyutlu cisimler öğrencilere tabiri caizse öcü gibi görünmektedir. Bunun bir sonraki aşaması 8. sınıfta, ancak 6. sınıfta temeli iyi kazandıramazsanız 8. sınıfta bu kazanımları kazandıramıyorsunuz. 6. sınıfta üç boyutlu cisimleri iyi kavrayan öğrenciler 8. sınıfta daha kolay kazanıyorlar. Bu sebeple üç boyutlu cisimlerle ilgili korkuları gitti ve o korkular bitince bu durumun öğrenmeye oldukça faydası oldu. Öğrencilerimizin bu öğrenmiş olduğu bilgilerin kalıcı olacağını düşünüyorum ve bunun 8. sınıfta faydasını daha iyi göreceğimizi düşünüyorum. Deney gurubumuz başarı seviyesi daha düşük bir grup, ama bu dört haftalık çalışmada şunu gördüm: Daha önce bir ders önceki konuyu unutan öğrenciler şimdi üç hafta önce anlatmış olduğum konuyu unutmamışlar. Bu deney gurubuna kazandırmış olduğumuz kazanımların kalıcı olduğunu gösteriyor. Örneğin cisimlerin çeşitli yönlerden görünimleri ya da hacim ölçme konularında çok kalıcı olduğunu ve öğrencilerimizin %80' inin bu sorulara cevap verebileceğini düşünüyorum. Bir prizmanın hacmini hesaplarken en-boy ve yüksekliğin çarpılması gerektiğini üç hafta önce göstermemize rağmen hacmini hesaplayamayacak en fazla 3-4 öğrenci vardır. (Ogrt₂, MY)

AG destekli geometri öğretiminin, öğretmenin işini kolaylaştırıp kolaylaştırmadığına yönelik olarak, her iki öğretmen de geometrik şekilleri tahtaya çizmek için harcadıkları zamanın azaldığını ve öğrencilerin bu eğitimle daha hızlı öğrendiklerini, bu sebeple de işlerini kolaylaştırdığını belirtmişlerdir. Öğretmenlerin bu konuda belirtmiş oldukları sözler aşağıda verilmiştir.

İlk başta sıkıntılar oldu, ancak ilerleyen zamanlarda kullanımını öğrendikçe işimizi kolaylaştırdı. Özellikle birim küpleri tahtaya çizerken çok fazla zaman kaybediyordum. Ancak bilgisayar ortamında çizdiğimde daha fazla soru ve etkinlik yapma imkânım oldu. Ayrıca öğrencilerde geometrik şekilleri somutlaştırdığı için daha hızlı öğrendiler. Bu sebeple daha çok soru çözdük ve daha fazla etkinlik yaptık (Ogrt₁, MY).

Öğretim oldukça kolaylaştı. Nitekim hem tahtayı kullanabileceğimiz hem de cisim olarak sanki elimize alıp çevirebileceğimiz somut bir materyal var. Biz daha önce katı modeller üzerinden çalışıyorduk sonra tahtaya çiziyorduk. Şimdi o katı cisimleri elimize almaya gerek kalmayan bir sistem geliştirilmiş. Hem üç boyutlu algılayabileceğimiz hem de düzlem üzerinde üzerinde işlem yapabileceğimiz bir yazılım geliştirilmiş. Bu sebeple öğretmenin işini oldukça kolaylaştırdı. Özellikle zaman açısından oldukça tasarruf sağladı. Artık şekilleri çizmeye gerek kalmadı. Öğrenciler üç boyutlu cisimleri zihinlerinde somutlaştırabildikleri için daha kısa sürede öğrendiler ve bu sebeple bize daha fazla soru çözme ve etkinlik yapma fırsatı sağlanmış oldu (Ogrt₂, MY).

AG destekli geometri öğretiminin öğrencilerin kendi öğrenme hızlarına ve kendi öğrenme stillerine uygun bir öğrenme ortamı sağlayıp sağlamadığına ilişkin her iki öğretmende olumlu görüş bildirmiştir. Öğretmenlerin bu konudaki görüşleri aşağıdaki verilmiştir.

Bazı öğrenciler anlatır anlatmaz hemen kavramaktalar, ancak bazı öğrencilerimiz geç anlıyorlar. Bunun yanında yavaş anlayan öğrencilerim uygulamayı fazla yaptıkça daha iyi öğrenmeye başladılar. Özellikle bazı öğrenciler evindeki bilgisayarlara kurdular. Evlerine kuran öğrenciler bilgisayarlarının ve kameralarının kaliteli olmasından dolayı sınıfta yaşanan bazı aksaklıkların olmadığını belittiler. Bu öğrencilerim sürekli kullandıklarını ve iyi anladıklarını belirttiler, dönütler güzeldi (Ogrt₁, MY).

Öğrenciler yaparak yaşarak öğrendiler bu sebeple öğrenme stillerine gayet uyumlu. Nitekim öğrenciler kendileri bir şeyle uğraşüyor ve prizmanın yüksekliğini kendi görüyor, yüzeylerini kendi keşfediyor... Bu sebeplerle öğrenciler keşfederek öğreniyorlar (Ogrt₂, MY).

AG destekli geometri öğretiminin öğrenci-öğrenci ve öğrenci-öğretmen arasındaki iletişime olan etkisi ile ilgili olarak bir öğretmen ilk haftalarda olumsuz olduğunu ancak ileriki zamanlarda iletişimi kolaylaştırdığını belirtmiştir. Diğer öğretmen ise öğrencilerin soru sorma kapasitelerini arttırdığını vurgulamıştır. Her iki öğretmen de özellikle öğrenci-öğrenci arasındaki iletişime olumlu katkı sağladığını aşağıdaki sözlerle dile getirmişlerdir.

İlk etaplarda sorduğum sorulara yoğunlaşmıyorlardı, bilgisayara odaklanıyorlardı ya da yanındaki arkadaşlarıyla konuşuyorlardı. Ancak sonraki süreçte öğrenciler sorulan sorulara daha dikkatli bir şekilde yaklaştılar ve soruları çözmeye çalıştılar. Bilgisayar laboratuvarında daha çok birbirlerine sordular, sürekli birbirleri ile bilgi alışverişinde bulundular. Ancak sınıf ortamında bu böyle olmuyor, anlamadıkları bir yer varsa ben sorarım, eğer varsa tekrar anlatırım (Ogrt₁, GP).

Öğrenciler daha detaylı gördükleri için soru sorma kapasiteleri yükseldi, değişik sorular aldık, özellikle çekingen olan öğrencilerde daha etkili olduğunu gördük. Öğrencilerin kendi aralarındaki etkileşim sohbet havasından çıkıp birlikte iş yapabilme, güçlerini birleştirip ortak bir hedefe odaklanıp, bu hedefe varma noktasında faydalı oldu ve fikirlerini paylaşma noktasında etkili oldu (Ogrt₂, MY).

AG destekli geometri öğretiminin eleştirel düşünmeye etkisi ile ilgili olarak bir öğretmen, öğrencilerinin önceleri birim küplerle ilgili hacim ya da yüzey alanı hesaplarında öncesinde sadece ön yüzeyini düşündüklerini, arka tarafı hiç düşünmediklerini, ancak bilgisayardan cisimlerin diğer yönlerden görünümüne gördükçe arka yada yan yüzey alanlarını da düşünmeye başladıklarını ve problem çözerken bir birlerini uyarmaya başladıklarını ifade etmiştir “(Ogrt₁, GP). Bu drumunda öğrencileri iyi düşünmeye ve eleştirel olmaya sevk ettiğini belirtmiştir. Diğer öğretmen ise bir öğrencinin eleştirel düşünme düzeyinin sorduğu sorulardan rahatlıkla anlaşılabilirliğini, bu çalışmada ise uygulamaya başlandığından itibaren öğrencilerin

soru sorma kapasitelerinin oldukça arttığını ve kendisine yöneltilen soruların hem sayısının hem de kalitesinin arttığını ifade etmiştir. (Ogrt₂, MY).

AG destekli geometri öğretiminin öğrencilerdeki soyut düşüncelerin somutlaşmasına etkisi ile ilgili olarak bir öğretmen anlaşılması zor olan olgu ve olayları somutlaştırarak, bu konuların daha kolay ve daha iyi kavranmasında oldukça faydalı olduğunu belirtmiştir (Ogrt₁, GP). Diğer öğretmen ise aşağıdaki sözleriyle bu konudaki düşüncesini ifade etmiştir.

Matematikte en sıkıntı çekilen noktalardan birisi soyut kavramların somutlaştırılmasıdır. Program sayesinde öğrenciler soyut kavramları rahatlıkla zihinlerinde somutlaştırabildiler. Ön bilgi seviyesi yüksek olan öğrencilerde de bu program kullanılabilir ancak öğrenme seviyesi düşük sınıflarda bu programın çok daha faydalı olacağını düşünüyorum(Ogrt₂, MY).

Öğretmenlerin AG destekli geometri öğretimine yönelik yapmış oldukları genel değerlendirmeler ise aşağıda verilmiştir.

Bundan sonraki konularda özellikle 8. sınıflar da geometriyle ilgili üç boyutlu konular ve piramitlerle ilgili konuları AG materyalleri ile bilgisayar destekli işlemek istiyorum. Özellikle öğrencilere matematiği sevdirmek, konuya dikkat çekmek ve onların motivasyonlarını artırma açısından oldukça katkısı olacak. Ayrıca yazılımda problem çözme ya da ek alıştırmalar yapma fırsatı sağlanılırsa çok daha faydalı olur (Ogrt₁, GP).

Eğer yazılım müfredata uygun ya da herkes bu eğitimden geçecek şekilde müfredat tasarlanmışsa her seviyedeki öğrenci için kullanılabilir. Bizim derste kullandığımız yazılım temel eğitim müfredatına gayet uygundur. Bilgisayar destekli matematik hemen hemen bütün konularda kullanılabilir; ancak AG uygulamaları özellikle 8. sınıflarda bir üçgenin 360 derece döndüğünde oluşturacağı hacim gibi iz düşümü gibi konularda çok daha fazla faydalı olur. Özellikle 8. sınıflarda anlaşılmayı zorlaştıran pek çok faktör var, bu sebeple bu yazılım 8. sınıflarda bu konulara uyarlanabilirse çok daha faydası olacağını ve çok daha iyi sonuç getirebileceğini düşünüyorum (Ogrt₂, MY).

c) Matematik öğretmenlerinin diğer derslerde AG öğretim materyallerinin kullanımına yönelik niyetleri

AG destekli geometri öğretiminin öğretmenlerin geometri dersinin işlenişine yönelik bakış açılarında olumlu yönde değişiklik oluşturduğu görülmektedir. Bu değişime etkisine ilişkin öğretmenlerin düşünceleri aşağıda verilmiştir.

Geometrik cisimler konusu çok önemli olduğu için ilk başlarda verimli olmayacak diye korktum, içim rahat etmediğinden telafi dersi yapmayı düşündüm; ancak ileriki zamanlarda kullanımına alıştıkça bütün endişelerim gitti ve çok verimli olduğunu gördüm. Dersi plana uygun bir zamanda bittirdim, hatta daha fazla örnek çözdüm. Özellikle Fatih Projesi kapsamında tablet bilgisayarlar ve bize bu tür materyaller verilirse kesinlikle kullanmak isterim. Özellikle tablet bilgisayar verilirse sınıf ortamında ders işlemek daha güzel olur. Bu şekilde öğrencilerin daha dikkatli olacağını düşünüyorum; ancak öğrencilerin internet bağlantılarının ve benzeri durumlarının kontrol edilmesi lazım, aksi takdirde öğrenciler ders esnasında internete bağlanabilirler. (Ogrt₁, GP)

Ben bu programı kullanmaya devam edeceğim. Şu an bütün bilgisayarlarımızda bu program kurulu, Bu sebeple önümüzdeki sene yine burada öğrencilerimizle bu materyalleri kullanmayı düşünüyorum. (Ogrt₂, MY)

AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretiminin matematiğin başka konularında da uygulanabilirliği ile ilgili olarak, bir öğretmen bu tür AG materyallerinin daha fazla çoğaltılmasını, özellikle piramitler, üç boyutlu çizimler, 8.sınıf iz düşümleri konusunda da geliştirilmesi gerektiğini, bunun için de kendisinin gereken desteği vermeye hazır olduğunu belirtmiştir (Ogrt₁,GP). Diğer öğretmen ise bilgisayar destekli öğretim yönetimine sık başvurduğunu, ancak bu tür bir uygulamanın daha faydalı olduğunu belirtmiştir. Bunun sebebi olarak da powerpoint vb. sunu tabanlı bir öğretimde öğrencinin bilgiyi sadece gördüğünü ve derste pasif olduğunu, ancak bu uygulamanın öğrenci merkezli bir uygulama olmakla birlikte işin içerisinde dokunma hissinin olduğunu ve öğrenciye elindeki küp ile sanki cismi gerçekten döndürüyor gibi hissettirdiğini vermiştir (Ogrt₂, MY)

4.5.2. Öğrenci görüşmesinden elde edilen bulgular

Öğrenci görüşmelerinden elde edilen bulgular aşağıda verilmiştir (Öğrn_x, GP: GPO Öğrencisi, Öğrn_x MY: MYO öğrencisi).

a) Artırılmış gerçeklik materyalinin kullanılabilirliğine yönelik öğrenci görüşleri

AG materyallerinin kullanım kolaylığı ile ilgili olarak öğrencilerin çoğunluğu rahat kullandıklarını, kullanırken her hangi bir zorluk yaşamadıklarını belirtmişlerdir. Kullanım esnasında zorlandığını belirten öğrencilerden birisi “İlk haftalarda rahat kullanamıyorduk, bazen heyecan oluyordu; ancak daha sonra alıştıkça bu problem ortadan kayboldu ve daha rahat kullanabildik.” (Öğrn₂, MY) sözleriyle ilk haftalarda zorlandığını ifade ederken diğer öğrenci ise “Evdeki bilgisayara programı kurduğumda Silverlight güncellemesinin uyumsuz olduğuna yönelik hata verdi. Sonra internetten indirdiğimde çalıştı.” şeklinde kullanımlarını belirtmişlerdir. (Öğrn₁, GP)

AG programının kişisel bilgisayardaki ve okuldaki kullanımının eğitsel etkisi ile ilgili olarak öğrencilerin büyük bir bölümü okulda öğretmen ile birlikte kullandıklarında daha öğretici olduğunu belirtmişlerdir. Bu yorumu destekleyen öğrencilerden birisi “Okuldaki bilgisayarlardan çalışırken daha çok anlıyoruz, çünkü öğretmenimiz anlatınca daha iyi pekişiyor ve öğreniyoruz.” (Öğrn₅, GP) sözleriyle ifade ederken, başka bir öğrenci ise “Okuldaki bilgisayarda materyalleri kullanırken anlamadığımız noktalarda öğretmenimizden ve arkadaşlarımızdan yardım alabiliyorduk, böylece daha verimli oluyordu. ancak evdeki bilgisayarda kullanırken de kitabı ve küp materyali istediğimiz yere koyabiliyorduk, bu sebeple kullanırken daha rahat oluyordu” (Öğrn₅, MY). sözleriyle okuldaki kullanımının daha faydalı olduğunu ancak evde ise kullanım açısından daha rahat ve esnek olduğunu belirtmiştir.

AG materyallerinin kullanımı sırasında karşılaşılan güçlüklerle ilişkin bir öğrenci “Okuldaki bilgisayarda farklı şekilleri görüntülerken bazı geçişler yavaş oluyordu, bazen de parlaklık nedeni ile kameraya küpü okutturamıyorduk; ancak evdeki bilgisayarda bu geçişler gayet hızlı oluyordu, parlaklık sorunu da olmuyordu.” (Öğrn₃, GP) şeklinde cevap verirken diğer öğrenciler de bu eleştiriye katıldıklarını ifade

etmişlerdir. Başka bir öğrenci ise *“Okuldaki bilgisayarda kamera bazen donuyordu; ancak evdeki bilgisayarımda herhangi bir donma olmadı.”*(Öğrn₄, MY) sözleri ile benzer eleştiride bulunmuştur. Öğrencilerin bu yorumlarından anlaşılacağı üzere AG ile yüksek boyutta şekillerin görüntülenmesi esnasında okullardaki bilgisayar donanım kapasitesinin yeterli olmayabileceği görülmektedir. Parlaklık nedeni ile işaretleyici algılanmasındaki sorun yazılımda kullanılan Artoolkit kütüphanesinin sadece AR işaretleyicilerini tanıması ve bu işaretleyiciler ile sınırlı ortamlarda çalışmasından kaynaklanmaktadır.

AG materyalleri ile desteklenen öğrenim süresi boyunca dersin işlenişini bozan faktörlere yönelik öğrencilerin bir kısmı kullanım esnasında yanlarındaki arkadaşıyla bazen hangi materyalleri görüntüleyecekleri üzerinde anlaşılmadıklarını bazen de yanındaki arkadaşının çok iyi kullanamamasına rağmen kullanmakta ısrarcı olduğunu ve kendisine yeterince kullanma fırsatı vermediğini belirtmişlerdir. Bir öğrenci ise ilk haftalarda sınıfta gürültüler olduğunu dile getirmiştir. Aşağıda bu sıkıntıları belirten bazı öğrencilerin görüşüne yer verilmiştir.

Okulda kullanırken bazen ben farklı bir cismi görüntülemek istiyordum, ancak yanımdaki arkadaşım farklı bir cismi görüntülemek istiyordu. Bu sebeple bazen anlaşılamıyorduk (Öğrn₁, GP).

Bilgisayar laboratuvarında otururken anlaşılabileceğimiz arkadaşlarla oturma şansımız olsaydı daha iyi olurdu. Çünkü bazen hangimizin kullanacağı ya da hangi cismi görüntüleyeceğimiz üzerinde anlaşmazlıklar oluyordu (Öğrn₂, GP).

Tek kişi kullanmak daha iyi, çünkü arkadaşımız bazen başka sayfaya bakmak istiyor biz başka sayfaya bakmak istiyoruz (Öğrn₃, GP).

İlk hafta kullanmakta zorlandığımız için sınıfta gürültüler oluyordu, ancak kullanmaya alıştıkça bu gürültü ortadan kayboldu (Öğrn₃, MY).

Ayrıca öğrenciler kitaptaki çizimlerle bilgisayardaki çizimler arasında farklılık olmadığını, renkler haricinde kitaptaki çizimler ile aynı olduğunu belirtmişlerdir.

b) Artırılmış gerçeklik materyalleri ile desteklenen geometri öğretiminin eğitsel etkililiğine yönelik öğrenci görüşleri

AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretiminin dersteeki ilgi ve dikkate etkisine yönelik öğrencilerin tamamı olumlu yönde görüş bildirmişlerdir. Öğrencilerin bir kısmı bu şekilde işlenen dersin eğlenceli olmasından dolayı derse olan ilgi ve dikkatlerini artırdığını belirtirken bazı öğrenciler ise derste çok fazla etkinlik yapma fırsatı yakaladıklarından dolayı dersi daha iyi ve hızlı öğrendiklerini, bu sebeple de derse olan ilgi ve dikkatlerinin arttığını belirtmişlerdir. Aşağıda görüş bildiren bazı öğrencilerin sözlerine yer verilmiştir.

Matematiği zaten seviyordum, ancak bilgisayarlarla uygulama yaptıkça daha çok sevmeye başladım. Çünkü bir çocuk 7-24 bilgisayar oynamak ister. Önceki zamanlarda derste çok fazla etkinlik yapmaya fırsat olmuyordu. Gerek öğretmenimiz çizim yaparken gerekse biz çizim yaparken çok fazla zaman kaybediyorduk, bilgisayar destekli öğrenmeye başlayınca derste daha fazla etkinlik yapma ve soru çözme fırsatı yakaladık. Arkadaşlarımızdan da yardım alıyorduk, bu sebeple ders bizi sıkıyordu ve eğlenceli geçiyordu. Böylece derse daha çok ilgi duyuyorduk. (Öğrn₁, MY)

Öğretmenimiz tahtaya çizim yaparken yoruluyordu ve vakit kaybediyorduk. Ancak bilgisayarlarla işlemeye başlayınca daha hızlı öğrenmeye başladık, bu da bizim derse olan ilgimizi ve dikkatimizi artırıyor (Öğrn₄, MY)

Bilgisayar laboratuvarındaki derslerde kendimiz uygulama yaptığımız için derse daha çok ilgi duyuyorduk ve dikkat ediyorduk. Sınıf içerisinde bazen canımız sıkıldığında tahtaya bakmıyorduk, ancak bilgisayar laboratuvarındaki derslerde direkt karşımızda olduğu için ister istemez daha çok dikkat ediyorduk. (Öğrn₃, MY)

Daha önceki yıllarda şekillere hep kitap üzerinden bakıyorduk ancak bilgisayar laboratuvarında şekilleri üç boyutlu şekilde gördüğümüz için daha iyi tanıyorduk, böylece derse olan dikkatimiz daha da artıyordu.” (Öğrn₁, GP)

AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretiminin konuların kolay anlaşılmasına etkisinin olup olmadığına ilişkin öğrencilerin büyük bir bölümü, soyut kavramları somutlaştırdığını, kitaptaki şeklin bütün yönlerden görünümünü sağladığını,

bu sebeple daha kolay anladıklarını belirtmişlerdir. Aşağıda bu konuda görüş bildiren öğrencilerin sözleri aktarılmıştır.

Dersi daha kolay anlamaya başladık, çünkü cisimleri üç boyutlu gördüğümüz için daha iyi öğreniyorduk (Öğrn₄, GP).

Bu şekilde daha iyi öğreniyoruz, çünkü bazen öğretmenimiz ya da arkadaşlarımız tahtaya çizdiklerinde kitaptaki örneklerle benzemiyordu ya da sadece tek bir yönden görünümü 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. (Öğrn₁, GP)

Kitapta bazı şekillerin tek bir yönden görünümü veriliyordu. Bilgisayarda ise şekillerin bütün yönlerden görünümünü görebiliyorduk (Öğrn₃, GP).

Şekiller daha açık ve net olduğu için daha kolay öğrendik. Çünkü şekillerin bütün yönlerden de görünümüne bakabiliyorduk. Bütün şekillere bakmak istiyordum, çünkü küpü elimde döndürerek geometrik şekiller de çevriliyordu, oyun oynuyormuşum gibi geliyor ve böylece ders daha eğlenceli hale geliyordu (Öğrn₃, MY).

AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretiminin bilgilerin kalıcılığına etkisine ilişkin bir öğrenci *“İlk defa böyle bir ders işledik, bu sebeple bana ilginç geliyordu. Bu şekiller kitaptaki şekillerin aynısı olsa da ilgimi daha çok çektiği için daha iyi anlıyordum ve unutmuyordum, bu sebeple bilgiler bende kalıcı oluyordu”* (Öğrn₁, GP) şeklinde cevap vermiş, diğer öğrenciler de bu düşünceye katıldıklarını belirtmişlerdir. Başka bir öğrenci ise *“Bilgisayarları çok sevdiğimiz için hepimizde dersi daha dikkatli ve ilgi duyarak dinliyorduk. Bu sebeple çok iyi öğendim ve öğrendiklerimizin hepsi aklımda.”* (Öğrn₁, MY) yorumunu yapmıştır.

AG destekli geometri öğretiminin matematik dersine yönelik korku ve endişelerin azaltılmasına etkisi ile ilgili olarak bazı öğrenciler matematik dersini aslında çok sevmediklerini, başlangıçta endişe ve kaygı duyduklarını ancak bu şekilde işlenen dersi çok sevdiklerini, endişe ve kaygılarının azaldığını belirtirtmiştir (Öğrn₅,

MY). Bazı öğrenciler ise matematiği her zaman sevdiklerini, bu sebeple her hangi bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir (Öğr₃, GP). Bu görüşlerden anlaşılacağı üzere AG destekli geometri öğretiminin matematik dersine yönelik olumsuz yönde tutuma sahip olan öğrenciler üzerinde korku ve endişelerin azaltılmasında etkili olduğu ancak olumlu yönde tutuma sahip olan öğrencilerde korku ve endişelerin artmasına ya da azalmasına etkisi olmadığı anlaşılmaktadır.

AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretiminin soyut kavramların somutlaştırılmasına etkisi ile ilgili olarak öğrencilerin tamamı kitapta şeklin bir yandan görünümünü görebildiklerini ancak AG yazılımı ile şeklin bütün açılardan görünümünü görebildiklerini, böylece somutlaştırmada etkili olduğunu dile getirmişlerdir. Aşağıda bu doğrultuda görüş bildiren iki öğrencinin sözlerine yer verilmiştir.

Şekillerin bütün yönlerden görünümünü görebildiğimiz için daha somut oluyordu. Çünkü sınıfta öğretmen çizdiğinde ya da kitaptaki çizimlerde tek bir yönden görünüm olduğunda için kafamızda çok iyi canlandıramıyorduk (Öğr₁, GP).

Matematiği bilgisayar laboratuvarında işlemeden de öğreniyordum; ancak bilgisayar laboratuvarında şekilleri döndürerek daha iyi öğrendim, çünkü şeklin bütün açılardan görünümüne rahatlıkla bakabiliyordum (Öğr₄, MY).

AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretiminin konuların daha derin öğrenilmesine yönelik etkisi ile ilgili olarak, öğrenciler özellikle konuların mantığını kavrayarak öğrendikleri için formülleri artık ezberlemek zorunda kalmadıklarını belirtmişlerdir. Aşağıda bu konuda görüş bildiren bazı öğrencilerin ifadelerine yer verilmiştir.

Bilgisayar ile öğrendiğimiz de soruları çözebilmek için formülleri ezberlemek zorunda kalmıyordum. Çünkü mantığını kavradığım için formülleri ezberlememe gerek kalmıyordu. (Öğr₂, MY)

Şekilleri zihnimizde daha iyi canlandırabildiğimiz için daha derinlemesine öğrendik. (Öğr₃, GP)

Sınıfta ders işlerken sadece formüllerle işlem yapıldığı için formülleri ezberlememiz gerekiyordu; ancak bilgisayar destekli işlediğimiz zaman cisimleri zihnimizde somutlaştırıyorduk. Bu sebeple formülleri ezberlemek zorunda kalmıyorduk (Öğrn₂, GP).

AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretiminin, öğretmenleri ve arkadaşları ile olan iletişimine etkisi ile ilgili olarak, öğrencilerin büyük bir kısmı arkadaşlarıyla olan iletişimlerini artırdığını ancak öğretmenleri ile olan iletişimlerinde herhangi bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir. Aşağıda bu doğrultuda yorum yapan bazı öğrencilerin sözleri aktarılmıştır.

Arkadaşımla olan etkileşimimi artırdı. Çünkü uygulama yaparken anlamadığım noktaları arkadaşıma soruyordum; ancak öğretmenimle olan iletişimimde bir değişiklik olmadı (Öğrn₁, GP).

Arkadaşlarımızla olan iletişimimiz arttı, çünkü arkadaşlarımın anlamadığı yeri bazen ben anlatıyordum, bazen de benim anlamadığım yeri arkadaşım anlatıyordu; ancak öğretmenimizle olan iletişimimizde bir değişiklik olmadı (Öğrn₁, MY).

c) Öğrencilerin sonraki derslerde artırılmış gerçeklik materyallerini kullanımına yönelik niyetleri

AG destekli geometri öğreniminden sonra geometri dersinin işlenişine yönelik bakış açılarında bir değişimin olup olmadığına yönelik, öğrencilerin geneli hem matematik dersinde hemde diğer derslerde AG teknolojisinin aşırıya kaçmadan kullanılmasına yönelik olumlu görüş bildirmişlerdir. Aşağıda bu yönde görüş bildiren bazı öğrencilerin sözleri aktarılmıştır.

Bu programın hayatımızı kolaylaştırdığını gördük, bundan sonraki derslerde belirli konularda fazla abartmadan bazen sınıfta bazen de bilgisayarla işleyerek devam edersek iyi olur. Matematik dersinin tamamını bilgisayar laboratuvarında işlersek hem ilerde sıkıcı gelebilir hem de bilgisayarın bize zararları olabilir. Ayrıca sınıfta işlediğimiz zamanlarda şekli projeksiyondan yansıtarak işlersek daha iyi olur, çünkü bazen önemli bir şekil olduğunda tahtaya çizerken dersimizin yarısı gidiyor (Öğrn₁, GP).

Bilgisayar sınıfında daha çok şey öğreniyoruz, sınıfta bazen sıkıcı olabiliyor. Ancak bilgisayar laboratuvarında kendimiz uyguladığımız için daha çok şey öğreniyoruz. Bu sebeple dersleri küplerle bilgisayar laboratuvarında işlemek isterim (Öğrn₄, GP).

Bundan sonraki dersleri bu şekilde bilgisayar destekli işlemek istiyorum. Çünkü eskiden sınıfta bir örnek yapıyorsak şimdi üç örnek yapıyoruz. Bu sebeple daha fazla örnek çözdüğümüz için daha iyi anlıyoruz (Öğrn₄, GP).

Eskiden matematik dersinden sıkılabiliyordum; ancak bilgisayar laboratuvarında işlemeye başladığımızda ders daha eğlenceli geldiği için sıkılmıyordum. Ayrıca fen ve sosyal dersleri hem sıkıcı geçiyor hem de bir şey anlayamıyorum, eğer onları da bilgisayarla üç boyutlu görerek işlersek daha iyi olur (Öğrn₃, MY).

Eskiden projeksiyon ile yansıtarak işliyorduk; ancak bilgisayar laboratuvarında uygulama yaparak işlediğimizde daha çok şey öğreniyoruz. Bundan sonraki matematik derslerinde ve diğer derslerde bu şekilde öğrenilmeye devam edilsin (Öğrn₁, MY).

Sadece bilgisayar laboratuvarında işlersek ilerde sıkıcı gelebilir. Bu sebeple bazen sınıfta projeksiyon ile yansıtarak bazen de laboratuvarında uygulama yaparak işlersek daha iyi olur. Önümüzdeki yıllardaki konuları da bilgisayarda uygulama yaparak işlemek istiyorum (Öğrn₃, MY).

AG yazılımının zenginleştirilmesine yönelik bir öğrenci *“Programda etkinlikler kısmı da olsaydı daha iyi olurdu, bazen problemleri program aracılığıyla çözerdik. Ayrıca ses ve konu anlatımı da olursa daha iyi olur.”* (Öğrn₂, MY) sözleri ile düşüncesini belirtirken başka bir öğrenci ise *“Şekilleri de üç boyutlu kendimiz çizebilseydik ya da birim küpleri hareket ettirerek kendimizde farklı şekiller oluşturabilseydik daha güzel olurdu.”* (Öğrn₄, GP) sözleri ile bu tür yazılımların daha dinamik olması yönünde görüş bildirmiştir.

Sonuç olarak, öğretmen ve öğrenci görüşmesinden elde edilen nitel bulgular, AG teknolojisinin kullanımın kolay olduğunu, kullanım esnasında çok fazla zorluk çekmediklerini, eğitsel açıdan oldukça faydalı olduğunu ve bundan sonraki derslerde AG teknolojisinin kullanımına yönelik niyetlerinin devam ettiğini göstermektedir.

Kamera algılamasında zaman zaman sıkıntıların olduğu, öğrencilerin iki kişi oturmasından dolayı arkadaşları ile zaman zaman problem yaşadıkları ancak anlaşabildiği arkadaşları ile oturduklarında dersin daha verimli olduğu görülmektedir. Ayrıca AG teknolojisinin okuldaki kullanımın eğitsel açıdan daha faydalı olduğu, ancak kişisel bilgisayarlardaki kullanımının ise daha esnek ve daha rahat olduğu görülmektedir.

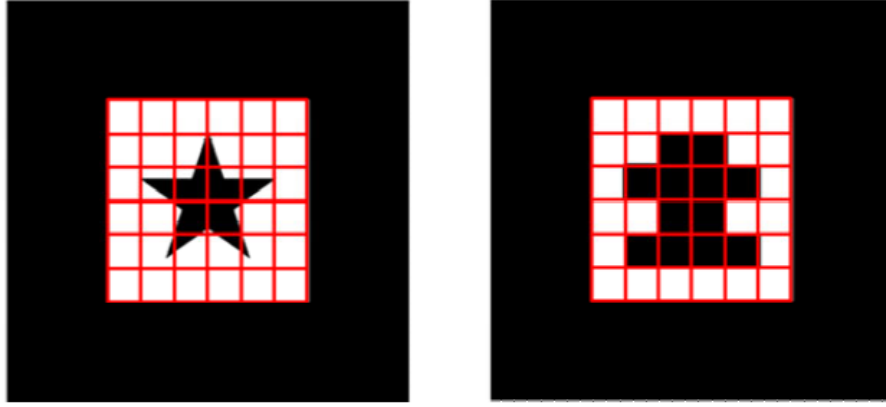
4.6. ARGE3D Yazılımının Kullanışlılığına Yönelik Teknik Bulgular

AG yazılımlarında özellikle pozlama sırasında oluşan parlaklık nedeni ile işaretleyici algılaması zayıflamaktadır. Bu sebeple sınıf ya da laboratuvar ortamındaki uygulamalarda kamerada oluşan parlaklığın giderilmesi için kamera ayarlarının manuel olarak yapılması gerekmektedir. Ayrıca işaretleyici algılamasında kullanılan algoritmaların benzer işaretleyicileri karıştırdığı görülmektedir. Bu sebeple işaretleyici tasarımında benzer işaretleyicilerin tasarlanmasına özen gösterilmelidir. Bunun nedeni işaretleyici algılama sistemlerinin şablon görüntülerin parçalara ayrılmış görüntülerini karşılaştırarak tanımlamasından kaynaklanmaktadır. Bu karşılaştırma sırasında istenmeyen benzerlikler çıktığı söylenebilir. Örneğin Şekil 4.7' de istenmeyen benzerliğe bir örnek gösterilmiştir.



Şekil 4.7 İşaretleyiciler arasında istenmeyen benzerliğe bir örnek (Siltanen, 2012)

Şekil 4.7' deki işaretleyici her ne kadar insan gözüne farklı görünse de bu algılama sistemleri tarafından benzer bir görüntü olarak algılanabilmektedir. Şekil 4.8' de parçalara ayrılmış iki görüntünün işaretleyici algılama sistemleri tarafından karıştırılma nedeni açıkça görülmektedir.



Şekil 4.8 İşaretleyici şablonu ve ilgili veri işaretleyicisi örneği (Siltanen, 2012).

Şekil 4.8' de görüldüğü gibi işaretleyici algılama sistemleri görüntüleri parçalara ayırmaktadır. Ancak bu durumda parçalar arası benzerlik oluşabilmektedir. Bu durum işaretleyici algılama sistemlerin kullanmış olduğu algoritmanın yetersiz olduğunu göstermektedir. Bu çalışmada ise benzerliklerin oluşmaması için işaretleyicilerdeki köşeler farklı tasarlanmıştır. Böylece algılama sistemleri tarafından karıştırmanın önüne büyük ölçüde geçilmiştir, ancak zaman zaman öğrencilerin küp materyallerini çok hızlı çevirerek kullanmaları durumunda benzer karışırmaların oluştuğu gözlemlenmiştir.

BÖLÜM V

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmanın amacı, ilköğretim 6. sınıf matematik dersi geometri öğretiminde AG materyallerinin kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisini ortaya çıkarmaktır. Bu bölümde ise çalışmadan elde edilen sonuçlar üç başlık altında verilmiştir. Bunlar;

- AG öğretim materyalleri ile işlenen dersin öğrencilerin akademik başarılarına etkisine yönelik sonuçlar
- AG öğretim materyalleri ile işlenen dersin matematiğe yönelik tutumlarına etkisine yönelik sonuçlar
- Öğretmen ve öğrenci görüşmesinden elde edilen bulgularla ilgili sonuçlar.

Ayrıca bundan sonra yapılacak benzer araştırmalara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

5.1. Artırılmış Gerçeklik Öğretim Materyalleri ile İşlenen Dersin Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisine Yönelik Sonuçlar

Birinci alt problemle ilgili verilerin analiz edilmesi sonucu, her iki gruba uygulama öncesindeki matematik başarı testi puan ortalamaları (ön test puan ortalamaları) arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Yani bilgisayar destekli öğretimin uygulandığı deney grubu ile geleneksel öğretimin uygulandığı kontrol grubu öğrencilerinin başarılarının birbirine eşit olduğu söylenebilir. Elde edilen bu sonuca göre deney ve kontrol gruplarının birbirine denk olduğu, aralarında seviye farkı bulunmadığı görülmüştür. Bu durum, uygulama süresince kullanılan öğretim yöntemlerinin etkililiğin karşılaştırılmasında, yani grupların son test ortalamalarının yorumlanmasında kolaylık sağlayacaktır.

6. sınıf geometri konularının öğretiminde AG materyallerinin kullanımının öğrencilerin bilişsel öğrenmelerine ve tutumlarına etkilerinin belirlenebilmesi için yapılan bu çalışmada ilk etapta iki farklı okulda birer deney ve birer kontrol gurubu olmak üzere toplam dört grup belirlenmiştir. Bu gruplar; AG materyalleri ile desteklenen öğretimin yapıldığı Deney-1 (D1) ve Deney-2 (D2) grubu, basılı ders kitapları ile öğretimin yapıldığı ve hiç bir müdahalenin yapılmadığı Kontrol-1 (K1) ve Kontrol-2 (K2) gurubu olmak üzere dört gruptan oluşmuştur. Uygulama öncesi hem GPO' daki D1 ve K1 gurubundaki öğrencilerin hem de D2 ve K2 gurubundaki öğrencilerin geometri konularına yönelik geometrik düşünme düzeylerini belirlemek amacıyla Van Hiele geometrik öğrenme düzeyleri ölçeği uygulanmıştır. Grupların Van Hiele geometrik düşünme düzeylerinin belirlenmesinde hem Usiskin (1982) tarafından kullanılan ağırlıklı puan hesaplama yöntemi hem de toplam doğru cevap sayına göre puanlama yöntemi kullanılmıştır. D1 ve K1 gurubundaki öğrencilerin hem Van Hiele toplam puanlarına ilişkin yapılan t-testi sonucunda hemde öğrencilerin güz dönemi notlarına ilişkin yapılan U testi sonucunda anlamlı bir farklılık göstermediği bulunmuştur. Hem geometrik öğrenme düzeyleri açısından frekans dağılımlarına bakıldığında hemde güz dönemi notlarına bakıldığında bir birine denk gruplar olduğu söylenebilir. Araştırma sonunda ise öğrencilerin akademik başarılarına etkisini belirlemek amacı ile araştırmacı tarafından geliştirilen geometriye yönelik başarı testi uygulanmıştır. Mann-Whitney U testi analizi sonucunda öğrencilerinin dört haftalık AG destekli geometri öğretimi sonunda uygulanan Geometri Başarı Testi'nden aldıkları puanların kontrol gurubuna göre daha yüksek olmasına rağmen bu farklılığın anlamlı olmadığı bulunmuştur. D2 ve K2 gruplarındaki öğrencilerin Van Hiele toplam puanlarının yapılan t-testi sonucunda geometri ön bilgileri açısından istatistiksel açıdan farklılık gösterdiği ve bu farklılığın kontrol gurubu lehine olduğu görülmektedir. Geometri öğrenme düzeyleri açısından ise frekans dağılımlarına bakıldığında kontrol gurubu öğrencilerinin geometrik öğrenme düzeylerinin daha yüksek olduğu görülmektedir. Araştırma sonunda uygulanan Geometri Başarı Testi sonuçlarına göre deney ve kontrol gurubundaki öğrencilerin puanlarında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Buna göre K2 gurubundaki öğrencilerin matematik ve geometri ön bilgi düzeylerinin D2 gurubundaki öğrencilerden daha yüksek ve istatistiksel açıdan da kontrol gurubu lehine anlamlı farklılık göstermesine rağmen bu farklılığın deneysel

çalışma sonunda uygulanan Geometri Başarı Testi'nden aldıkları puanlarda kaybolduğu görülmektedir. Sonuç olarak AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretimi D1 ve K1 gruplarında bilişsel öğrenme düzeyleri açısından farklılık oluşturmamasına rağmen D2 ve K2 gruplarında deney gurubu lehine anlamlı farklılık oluşturduğu bulunmuştur. Ancak nitel veriler incelendiğinde D2 gurubundaki öğretmenin bilgisayar öz yeterlilik düzeyinin yüksek olması, bu öğrencilerin bilgisayar destekli matematik eğitimine alışıkları ve öğretmenin AG materyallerini etkili kullanımı D2 gurubundaki öğrencilerin bilişsel öğrenmelerine daha fazla katkı sağladığı söylenebilir.

5.2. Artırılmış Gerçeklik Öğretim Materyalleri İle İşlenen Dersin Matematiğe Yönelik Tutumlarına Etkisine Yönelik Sonuçlar

6. sınıf geometri öğretiminde AG materyallerinin kullanımının öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarına etkisinin belirlenebilmesi için uygulamaya başlarken dört grupta da yer alan öğrencilere Aşkar (1986) tarafından geliştirilen matematiğe yönelik tutum ölçeği uygulanmıştır. Uygulama bitiminde ise gruplar arasındaki matematiğe yönelik tutumlarında meydana gelen değişimi bulmak için aynı ölçek tekrar uygulanmıştır. Deney ve kontrol grubuna katılan öğrencilerin matematiğe yönelik tutum puanları bakımından deney öncesine göre deney sonrasında gözlenen farkın anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğine ilişkin karışık ölçümler için iki faktörlü ANOVA analizi yapılmıştır. Analiz sonucunda D1 ve K1 gurubundaki öğrencilerin yineleme puanlarının deney öncesinden deney sonrasına deney gurubu lehine anlamlı bir farklılık gösterdiği bulunmuştur. Bu sonuca göre D1 ve K1 gruplarında AG destekli öğretim programına katılmanın öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını artırmada etkili olduğu görülmektedir. Ancak D2 ve K2 gurubundaki öğrencilerin yineleme puanlarının deney öncesinden deney sonrasına anlamlı bir farklılık göstermediği, yani AG destekli öğretim programına katılmanın öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarını artırmada etkili olmadığı görülmektedir. Matematiğe yönelik tutum puanları dikkate alındığında D1 gurubu öğrencilerinin matematiğe yönelik tutumlarında bir değişim olmadığı görülürken K1, D1 ve K2 öğrencilerinin matematiğe yönelik tutum puanlarında azalma olduğu görülmektedir. Öğretmen görüşleri ve ilgili literatür incelendiğinde geometrik cisimler konusunun öğrenciler tarafından zor bir konu olarak algılandığı, öğrencilerin bu konularda korku ve endişelerinin arttığı görülmektedir. Ancak daha önce bilgisayar

destekli matematik eğitimi almayan öğrencilerin matematiğe yönelik tutumları üzerinde, AG destekli geometri eğitiminin daha etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca AG destekli geometri öğretiminin matematik dersine yönelik olumsuz yönde tutuma sahip olan öğrenciler üzerinde korku ve endişelerin azaltılmasında etkili olduğu ancak olumlu yönde tutuma sahip olan öğrencilerde korku ve endişelerin artmasına ya da azalmasına etkisi olmadığı söylenebilir.

5.3. Öğretmen ve Öğrenci Görüşmesinden Elde Edilen Bulgularla İlgili Sonuçlar.

AG materyallerinin kullanımında öğretmenlerin ilk hafta zorlandıkları diğer haftalardaki kullanımlarında araştırmayı etkileyecek herhangi bir sorunlarla karşılaşmadıkları söylenebilir. Öğrencilerin ilgi ve yeteneklerinin farklı olmasından dolayı bazı öğrencilerin kullanım esnasında anlaşmazlıklar yaşadığını belirtmişlerdir. Bu durumu öğrenci görüşmeleri de desteklemektedir. Bazı öğrenciler kullanım esnasında arkadaşları ile anlaşamadıklarını, arkadaşının AG materyallerini görüntülemeleri esnasında yeteri kadar başarılı olmadığını, bu durumun kendilerini de etkilediğini belirtmişlerdir. Bu bulgular Bujak ve diğerleri (2013) bulgularıyla paraleldir.

AG materyallerinin eğitselliği ile ilgili nitel bulgulara bakıldığında öğretmenler, öğrencilerinin motivasyonları üzerinde oldukça faydalı olduğunu, bilişsel öğrenmelerine ve matematiğe yönelik tutumlarına katkısı olduğunu belirtmiştir. Nicel veriler ile karşılaştırıldığında GPO'daki öğrencilerin matematik tutumlarında ve akademik başarıları üzerinde olumlu etkisi olduğu görülmektedir. Ancak matematiğe yönelik tutumlarına olan etkisi istatistiksel olarak anlamlı çıkarken akademik başarılarına olan etkisi istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Ancak MYO'da ise öğrencilerin akademik başarıları üzerinde istatistiksel olarak olumlu yönde anlamlı etkisi olduğu görülürken tutumları üzerinde bir etkisi olmadığı bulunmuştur. Öğretmenler matematiğe yönelik olumsuz tutuma sahip olan öğrencilerin tutumları üzerinde olumlu etkisi olduğunu, olumlu tutuma sahip olan öğrenciler üzerinde ise her hangi bir pozitif yada negatif yönde bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca öğrenciler ve öğretmenler AG materyallerinin kullanımı ile soyut matematik bilgisinin zihinde kolaylıkla somutlaştırılabildiğini ve öğrencilerin konuları çok daha hızlı öğrenebildiğini böylece

derste daha fazla örnek çözebildiklerini belirtmişlerdir. Bu bağlamda AG materyalleri öğretmenlere ek zaman kandırdığı, öğretmen ve öğrencilerin tahtaya çizmiş oldukları eksik ya da net olmayan çizimleri nedeniyle öğrencilerde oluşan kavram yanlışlarının AG destekli öğretimde ortadan kalktığı da nitel verilerden elde edilen bir diğer bulgudur.

Öğretmen ve öğrencilerin AG materyallerinin kullanımına yönelik niyetlerine bakıldığında bu materyallerin matematiğin diğer konuları ve fizik, kimya gibi dersler içinde geliştirilmesi gerektiğini, önümüzdeki dönemlerde tekrar kullanmak istediklerini anlaşılmaktadır. Ayrıca öğretmen ve öğrenciler AG materyallerinin diğer dinamik geometri yazılımlarından farklı olduğunu, bu materyalleri ile fiziksel etkileşim olması nedeni ile öğrencilerdeki dikkatin ve ilginin yüksek olduğunu, böylece daha derinlemesine öğrenme oluşturmada oldukça faydalı olduğunu, öğrenciler ise oyun oynar gibi hissettiklerini, bu sebeple dersin oldukça eğlenceli geçtiğini belirtmişlerdir. Bu bulgular AG materyallerinin derse yönelik öğrenci tutumlarına pozitif etkisi olduğu belirtilen diğer araştırma sonuçlarını desteklemektedir (Hsiao and Rashvand, 2011; Kerawalla vd., 2006; Bujak vd., 2013; Mahadzizi ve Phung, 2013; Borrero vd., 2012).

5.4. Öneriler

AG uygulamaları tasarlanırken yeni etkileşim olanakları ile öğrencinin kendi bilgi yapısını oluşturacak şekilde tasarlanması, mümkün olduğunca aktif olması sağlanmalıdır.

AG uygulamaları gerçekleştirilmeden önce öğretmenler bu uygulamalar hakkında yeterince bilgilendirilmeli, eğitilmeli, anlamlı görevler eşliğinde öğrencilerde uygulama yaptırması sağlanmalı, uygulama esnasında öğrencilere yeterince zaman ayrılmalı ve istekli olunmalıdır. Aksi takdirde bu tür çalışmalara olumsuz olarak yaklaşımları ve bilgisayar öz yeterlilik düzeylerinin düşük olması çalışmada sınırlılık oluşturmaktadır. İşaretleyici algılamasında kullanılan algoritmalarının benzer işaretleyicileri karıştırmamasından dolayı, işaretleyicilerin tasarımında daha dikkatli olunmalıdır.

AG destekli geometri öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına katkı sağladığı görülmüştür. Bu sebeple geometri konularının yanında diğer derslerde de kullanılarak başarılı sonuçlar elde edilebilir.

AG destekli geometri öğretimi öğrencilerin matematiğe yönelik tutumlarının artmasına katkı yapmıştır. Bu nedenle, matematik ve diğer derslerde AG öğretim materyalleri kullanılarak öğrencilerin bu derslere karşı da olumlu tutum sergilemeleri sağlanabilir.

Çalışmada geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılan Geometrik Cisimler Başarı Testi ilköğretim 6. sınıf öğrencilerinin bu konuya yönelik akademik başarılarını tespit etmektedir. Bu sebeple Geometrik Cisimler Başarı Testi benzer çalışmalarda rahatlıkla kullanılabilir.

AG yazılımlarında özellikle pozlama sırasında oluşan parlaklık nedeni ile işaretleyici algılaması zayıflamaktadır. Bu durumun özellikle laboratuvar ortamındaki kullanımlarda ders öncesinde öğretmenlere ayrı bir yük getirmemesi için yazılımın ilk çalıştırılmasında sistem tarafından akıllı ortam düzenleyicilerinin yazılıma dâhil edilmesini gerekmektedir.

AG destekli geometri öğretimine yönelik yapılacak çalışmalarda öğrencilerin geometrik düşünme ve uzamsal görselleştirme düzeyleri ile akademik başarı ve motivasyonları arasındaki ilişkinin araştırılmasına yönelik çalışmaların yapılması gerekmektedir.

AG destekli öğretimde, öğrencilerin bilgisayar öz yeterlilik düzeylerinin ve bilgisayara yönelik tutumlarının, akademik başarılarına ve derse yönelik tutumlarına olan etkisinin araştırılması gerekmektedir.

AG destekli öğretim tasarımına yönelik olarak kullanıcı ve bilgisayar arasındaki etkileşimin kolaylaştırılmasına ve etkili kullanımına yönelik araştırmalar yapılmalı, ses

ve diğ er görsel unsurları iş in iç ine katarak AG materyallerinin zenginleştirilmesinin eğitsel etkileri araştırılmalıdır.

KAYNAKÇA

- Aktümen, M., ve Ahmet, K. (2008). Bilgisayar cebri sistemlerinin matematiğe yönelik tutuma etkisi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35, 13-26.
- Altunışık, R., Coşkun, R., Bayraktaroğlu, S. ve Yıldırım, E. (2005). *Sosyal bilimlerde araştırma yöntemleri*. Sakarya: Sakarya Kitabevi.
- Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 52, 215-241.
- ARToolkit. <http://artoolkit.sourceforge.net/>. Online. Erişim: 14 Mayıs 2013.
- Aşkar, P. (1986). Matematik dersine yönelik tutumu ölçen likert-tipi bir ölçeğin geliştirilmesi, *Eğitim ve Bilim*, 62 ,31-36.
- Aşkar, P. ve Umay, A. (2001). İlköğretim matematik öğretmenliği öğrencilerinin bilgisayarla ilgili öz-yeterlik algısı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21, 1-8.
- Aydoğmuş, M. Y. (2010). *Coğrafi bilgi sistemleri (CBS) uygulamalarının coğrafya dersinde öğrencilerin ilgi, motivasyon ve öğrenme düzeylerine etkisi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385
- Baki, A. (2001). Bilişim teknolojisi ışığı altında matematik eğitiminin değerlendirilmesi. *Milli Eğitim Dergisi*, 149, 26-31.
- Baki, A. (2006). *Kuramdan uygulamaya matematik eğitimi*. Trabzon: Derya Yayınevi.
- Baki, A., Kösa, T., ve Karakuş, F. (2008, 06-09 Mayıs). Uzay geometri öğretiminde 3D dinamik geometri yazılımı kullanımı: öğretmen görüşleri. VIII. Uluslararası Teknoloji Konferansı, Eskişehir.

- Bako, M. (2003). Different projecting methods in teaching spatial geometry. Web:http://www.dm.unipi.it/~didattica/CERME3/proceedings/Groups/TG7/TG7_Bako_cerm_e3.pdf, 07 Ekim 2013 tarihinde alınmıştır.
- Banu, S.M. (2012). *Augmented realitysSystem based on Sketches for geometry education*. Accepted paper in proceedings of the International Conference on E-Learning and E-Technologies in Education (ICEEE), 166-170
- Battista, M. T. (1992). The Development of geometric and spatial thinking. In D A. Grouws (Eds.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning*, USA, NCTM, 843-908.
- Battista, M. T. and Clements, D. H. (1996). Students' understanding of three-dimensional rectangular arrays of cubes. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27 (3), 258-292.
- Ben-Chaim, D., Lappan, G., and Houang, R. T. (1988). The effect of instruction on spatial visualization skills of middle school boys and girls. *American Educational ResearchJournal*, 25(1), 51-71.
- Billinghurst, M., Kato, H., and Poupyrev, I. (2001). The magicbook-moving seamlessly between reality and virtuality. *Computer Graphics and Applications, IEEE*, 21(3), 6-8.
- Borrero, A.M. and Marquez, J.M.A. (2012). A pilot study of the effectiveness of augmented reality to enhance the use of remote labs in electrical engineering education. *Journal Of Science Education And Technology*, 21(5), 540- 557
- Bozkurt, A. ve Akalın S. (2010). Matematik öğretiminde materyal geliştirmenin ve kullanımının yeri, önemi ve bu konuda öğretmenin rolü. *Sosyal Bilimler Dergisi*, Dumlupınar Üniversitesi, 27, 47-56.
- Bruner, J. S. (2006). *In search of pedagogy: Volume I*, New York, NY: Taylor & Francis Group.
- Bujak, K. R., Radu, I., MacIntyre, B., Catrambone, R., Zheng, R., and Golubski, G. (2013). A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom, *Computers & Education*, 68, 536-544
- Champeny, L., Borgman, C. L., Leazer, G. H., Gilliland-Swetland, A. J., Millwood, K. A., D'Avolio, L., Finley, J. R., Smart, L. J., Mautone, P.

- D., Mayer, R. E., and Johnson. R. A. (2004, June). *Developing a digital learning environment: An evaluation of design and implementation processes*. In Proceedings of the 4th ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries (JCDL '04), 37–46. ACM New York, NY, USA.
- Chang, Y.H, and Liu, J. (2013). Applying an ar technique to enhance situated heritage learning in a ubiquitous learning environment. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 12(3), 21-32.
- Cheng, K.H., and Tsai, C.C. (2012). Affordances of augmented reality in science learning: Suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 14(1), 449-462
- Clements, D. H. , Swaminathan, S., Hannibal, M. A. , Z., and Sarama, J. (1999). Young children's concept of shape. *Journal for Research in Mathematics Education*. 30(2), 192-212.
- Cohen, L. and Manion, L. (2007). *Research methods in education* (Third Edition). Routledge Publications, New York.
- Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed methods approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications.
- Çepni, S. (2007). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon: Celepler Matbaacılık
- Davis, L. L. (1992). Instrument review: Getting the most from a panel of experts. *Applied Nursing Research*, 5(4), 194-197.
- De Villiers, M.D. (2003). *Rethinking proof with Geometer's Sketchpad 4*. Emeryville: Key Curriculum Press.
- Develi, H. ve Orbay, K. (2003). İlköğretimde nasıl ve niçin bir geometri öğretimi. *Milli Eğitim Dergisi*, 157.
- Di Serio, A., Ibáñez, M.B., and Kloos, C.D. (2012). Impact of an Augmented Reality System on Students Motivation for a Visual Art Course. *Computers & Education*, 1 (11), 586-596.
- Dominguez, M. G., Gutierrez, M.J., Gonzalez, C. R., and Corredeaguas, C. M. M. (2012). Methodologies and tools to improve spatial ability. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 51, 736-744.
- Doukakis, S., Moskofoglou, C.M., Phelan, M.E., and Roussos, P. (2010). Researching technological and mathematical knowledge (TCK) of

- undergraduate primary teachers. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, Inderscience Publishers 2(4), 372-382
- Duatepe, A. (2000). *An investigation of the relationship between van hiele geometric level of thinking and demographic variable for pre-service elementary school teacher*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Dunleavy, M., Dede, C., and Mitchell, R. (2009). Affordances and limitations of immersive participatory augmented reality simulations for teaching and learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7-22.
- Erdoğan, T. (2006). *Van hiele modeline dayalı öğretim sürecinin sınıf öğretmenliği öğretmen adaylarının yeni geometri konularına yönelik hazır bulunuşluk düzeylerine etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.
- Finkelstein, N. D., Perkins, K. K., Adams, W., Kohl, P., and Podolefsky, N. (2005, September). *Can computer simulations replace real equipment in undergraduate laboratories?*. In *AIP Conference Proceedings*, Department of Physics University of Colorado, Boulder 790, 101-108.
- Flash.tarotaro.org. <http://flash.tarotaro.org/blog/>, Online. Erişim: 14 Mayıs 2013.
- Fonseca, D., Martí, N., Redondo, E., Navarro, I., and Sánchez, A. (2013). Relationship between student profile, tool use, participation, and academic performance with the use of augmented reality technology for visualized architecture models. *Computers in Human Behavior*, (In Press).
- Georgina, D. A., and Olson, M. R. (2007). Integration of technology in higher education: A review of faculty self-perceptions. *Internet and Higher Education*, 11, 1–8.
- Gonzato, J.-C., Arcila, T. and Crespin, B. (2008 December). *Virtual objects on real oceans*, GRAPHICON'2008, Russie, Moscou, 49–54.
- Gutierrez, J.M., Saorin, J. L., Contero, M., Alcaniz, M., Perez-Lopez, D.C., and Ortega, M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. *Computers & Graphics*, 34(1), 77-91.

- Gündüz, Ş., Emlek, B., Bozkurt, A. (2008). *Computer Aided Teaching Trigonometry Using Dynamic Modeling in High School*, IETC 2008, Eskişehir, Türkiye.
- Güneş, G. (2008). *Yeni ilköğretim matematik dersi öğretim programının öğretme öğrenme ortamına yansımaları*. Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Trabzon.
- Hamilton, K., and Olenewa, J. (May, 2010). *Augmented reality in education* [PowerPoint slides]. Retrieved from Lecture Notes Online Web site: <http://www.authorstream.com/Presentation/k3hamilton-478823-augmented-reality-in-education/>
- Harper, B.D. and Norman, K.L. (1993). Improving User Satisfaction: The Questionnaire for User Interaction Satisfaction. Proceedings of the 1st Annual Mid-Atlantic Human Factors Conference, (pp. 224-228), Virginia Beach, VA.
- Hiele, P. V. (1986). *Structure and insight, a theory of mathematics education*. New York.
- Hoffer, A. (1979). *Geometry. teacher's edition*. Menlo Park. CA. Addison: Wesley Publishing.
- Hsiao, K. and Rashvand, H. (2011). Integrating body language movements in augmented reality learning environment. *Human-Centric Computing and Information Sciences*, 1(1), 1-10.
- Hwang, W.-Y., Su, J.-H., Huang, Y.-M., and Dong, J.-J. (2009). A Study of Multi-Representation of Geometry Problem Solving with Virtual Manipulatives and Whiteboard System. *Educational Technology & Society*, 12 (3), 229, 247.
- Iordache, D.D., Pribeanu, C., and Balog, A. (2012). Influence of specific ar capabilities on the learning effectiveness and efficiency. *Studies in Informatics and Control*, 21 (3), 233-240.
- Işık, A. ve Konyalıoğlu, A. C. (2005). Matematik eğitiminde görselleştirme yaklaşımı. *Kazım Karabekir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11, 462-471.
- Karakırık, E. (2008, 6-8 Mayıs). *SAMAP: A Turkish math virtual manipulatives site*. 8th International Educational Technology Conference. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.

- Karaman, T. (2000). *The relationship between gender, spatial visualization, spatial orientation, flexibility of closure abilities and the performances related to plane geometry subject of the sixth grade students*. Unpublished master's thesis. Institute for Graduate Studies in Science and Engineering of Boğaziçi University, İstanbul.
- Karasar, N. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Kaufmann H., and Schmalstieg, D. (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Computers & Graphics*, 27, 339-345.
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljefot, S., and Woolard, A. (2006). Making it real: Exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10(3), 163-174.
- Klein, A. M. (2005, August). *The effects of computer assisted instruction on college algebra students at Texas Tech University*. Retrieved from Texas Tech University Libraries Web Site: <http://esr.lib.ttu.edu/bitstream/handle/2346/1419/Thesis.pdf?sequence=1>.
- Klopfer, E., and Yoon, S. (2004). Developing games and simulations for today and tomorrow's tech savvy youth. *Tech Trends*, 49(3), 41-49.
- Kösa, T. ve Karakuş, F. , Çakıroğlu, Ü. (2008, 6-9 Mayıs). *Uzay Geometri Öğretimi İçin Üç Boyutlu Dinamik Geometri Yazılımı Kullanarak Çalışma Yapraklarının Geliştirilmesi*. VIII.Uluslararası Teknoloji Konferansı, Eskişehir.
- Köse, N. Y. (2008). *İlköğretim 5. sınıf öğrencilerinin dinamik geometri yazılımı Cabri geometriyle simetriyi anlamlandırılmalarının belirlenmesi: bir eylem araştırması*. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Anadolu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.
- Lave, J. and Wenger, E. (1991). *Situated learning: legitimate peripheral participation*. England: Cambridge University Press,
- Mahadzir, N., and 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

- Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M., and Peire, J. (2011). New technology trends in ducation: seven years of forecasts and convergence. *Computers & Education*, 57, 1893-1906
- McCall R., Wetzel R., Loßchner J., and Braun A. K. (2011). Using presence to evaluate an augmented reality location aware game. *Pers Ubiquit Comput*, 15(1), 25-35
- McLellan, H. 1996. *Situated learning perspectives*, Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- MEB (2009). İlköğretim matematik dersi 6-8 öğretim programı, Milli Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı. Ankara.
- MEB, (2005). Pisa 2003 Ulusal nihai raporu. Eğitimi Araştırma ve Geliştirme Dairesi Başkanlığı.
- Miles, M.B., and Huberman, A.M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook* (Second edition). Thousand Oaks, CA: Sage
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A. and Kishino, F. (1994). Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. *In Proceedings of Telemanipulator and Telepresence Technologies (SPIE)*, 282-292.
- Mistretta, R. (2000). Enhancing geometric reasoning. *Adolescence*. 35(138), 365-379.
- NCTM, (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, Va: National Council of Teachers of Mathematics.
- O'Shea, P., Dede, C., and Cherian, M. (2011). The results of formatively evaluating an augmented reality curriculum based on modified design principles. *International Journal of Gaming and Computer-mediated Simulations*, 3(2), 57-66
- Olkun, S ve Toluk Z. (2003). *İlköğretimde etkinlik temelli matematik öğretimi*, Ankara: Anı Yayıncılık.
- Özguven, D. E. (1998). *Psikolojik Testler*. Ankara: Pdrem Yayınları.
- Piaget, J. (1971). *Biology and knowledge: An essay on the relations between organic regulations and cognitive processes*, U. Chicago Press, Oxford, England.

- Rafi, A., Samsudin, K. A., Said, C. S. (2008). Training in spatial visualisation: The Effects of training method and gender. *Educational Technology & Society*, 11(3), 127-140.
- Shelton, B. E., & Hedley, N. R. (2002). *Using augmented reality for teaching earth-sun relationship to undergraduate geography students. The First IEEE International Augmented Reality Toolkit. Workshop*, 1-8. Darmstadt, Germany: IEEE.
- Siltanen, S. (2012). Theory and applications of marker-based augmented reality. *VTT Technical Research Centre of Finland*.
- SLARToolkit. <http://slartoolkit.codeplex.com/>. online. Erişim: 1-4 May is 2013.
- Squire, K., and Klopfer, E. (2007). Augmented reality simulations on handheld computers. *Journal of the Learning Sciences*, 16(3), 371 - 413.
- şencan, H. (2005). *Sosyal ve davranışsal ölçümlerde güvenilirlik ve geçerlilik*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Takunyacı, M.. (2007), *İlköğretim 8.sınıf öğrencilerinin başarısında bilgisayar destekli öğretimin etkisi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Tavşancıl, E. ve Aslan, E. (2001). *Sözel, yazılı ve diğeri materyaller için içerik analizi ve uygulama örnekleri*. İstanbul: Epsilon Yayınları.
- Tezbaşaran, A.A. 1996. Likert tipi ölçek geliştirme kılavuzu, Türk Psikologlar Derneğı Yayınları, Ankara (1996).
- Tonn, Ch. (2008). Colored architecture, software prototype, chair for computer. *Science in Architecture*, Bauhaus-Universität Weimar.
- Tuna, A., & Kaçar, A. (2005). İlköğretim matematik öğretmenliğı programına başlayan öğrencilerin lise 2 matematik konularındaki hazır bulunuşluk düzeyleri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(1), 117-128.
- Tunç, M. P., Durmuş S., ve Akkaya, R. (2012). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının matematik öğretiminde somut materyalleri ve sanal öğrenme nesnelerini kullanma yeterlikleri. *Matematik Eğitim Dergisi*, 13-20.

- Usiskin, Z. (1982). *Van Hiele levels and achievement in secondary school geometry*. Final report. Cognitive Development and Achievement in Secondary School Geometry Project. Chicago: University of Chicago.
- Uşun, S. (2000). *Dünyada ve Türkiye’de bilgisayar destekli öğretim*. Ankara: PegemA Yayınları, 4(2), 2008.
- Wojciechowski, R., Cellary, W., (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education*, 68, 570-585
- Yıldırım, A. ve Simsek, H. (2005). *Sosyal Bilimlerde Nitel, Araştırma Yöntemleri*, Ankara: Seçkin, Yayınevi.
- Yılmaz, M., Köseoğlu, P., Gerçek, C. ve Soran, H. (2004). Öğretmen Öz-Yeterlik İnancı. *Bilim ve Aklın Aydınlığında Eğitim Dergisi*, 58.
- Yolcu, B., Kurtuluş, A. (2010). 6. Sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme yeteneklerini geliştirme üzerine bir çalışma. *İlköğretim Online Dergisi*, 9(1), 256-274,
- Yuen, S., Yaoyuneyong, G., and Johnson, E. (2011). Augmented reality: An overview and five directions for AR in education. *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 4(1), 119-140.

EKLER

- Ek-1:** Matematik Tutum Ölçeği
- Ek-2:** Matematik Tutum Ölçeği Kullanım İzni
- Ek-3:** Geometri Başarı Testi
- Ek-4:** Van Hiele Geometrik düşünme Düzeyi Testi
- Ek-5:** Van Hiele Geometrik düşünme Düzeyi Testi Kullanım İzni
- Ek-6:** Materyal Değerlendirme Formu
- Ek-7:** Öğretmen ve Öğrenci Görüşme Soruları
- Ek-8:** Uygulama İzin Talep Yazısı
- Ek-9:** Uygulama İzni
- Ek-10:** Uygulama Fotoğrafları

Ek-1: Matematik Tutum Ölçeği

MATEMATİK TUTUM ÖLÇEĞİ Değerli öğrenciler; bu ölçek sizin matematiğe yönelik tutumlarınızı belirlemek için hazırlanmıştır. Bu sorulara vereceğiniz yanıtlar, araştırma amacıyla kullanılacak ve gizli tutulacaktır. Her maddede size en uygun gelen seçeneği “X” işareti koyarak işaretleyiniz. Katılımınız için teşekkür ederim Adınız:..... Soyadınız:..... Sınıf Numaranız:.....					
	Tamamen Uygundur	Uygundur	Kararsızım	Uygun Değildir	Hiç Uygun Değildir
1. Matematik dersi benim için bir angaryadır.					
2. Matematik dersi beni huzursuz eder.					
3. Matematik beni ürkütür.					
4. Matematikten hoşlanırım.					
5. Matematik bütün dersler içinde en korktuğum derstir.					
6. Matematik benim için ilgi çekicidir.					
7. Matematik sevdiğim bir derstir.					
8. Matematik dersine girerken büyük bir sıkıntı duyarım.					
9. Matematik dersi olmasa öğrencilik hayatı daha zevkli olur.					

10. Derslerim içinde en sevimsizi matematiktir.					
11. Matematik dersi sınavından çekinirim.					
12. Matematik dersinde zaman geçmek bilmez.					
13. Arkadaşlarımla matematik tartışmaktan zevk alırım.					
14. Matematiğe ayrılan ders saatlerinin fazla olmasını dilerim.					
15. Matematik dersi çalışırken canım sıkılır.					
16. Yıllarca matematik okusam bıkmam.					
17. Diğer derslere göre matematiğe daha çok severek çalışırım.					
18. Matematik dersinde neşe duyarım.					
19. Matematik dersi eğlenceli bir derstir.					
20. Çalışma zamanımın çoğunu matematiğe ayırmak isterim.					

Ek-2: Matematik Tutum Ölçeği Kullanım İzni



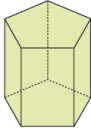
Ek-3: Geometrik Cisimler Başarı Testi

1. Aşağıdaki ifadelerden hangisi yanlıştır?

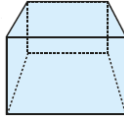
- a) Dik prizmalarda tabanların karşılıklı köşelerini birleştiren ayrıtlar tabana diktir.
- b) Dik prizmalarda yan ayrıtlar aynı zamanda prizmanın yüksekliği olur.
- c) Kare dik prizmanın 8 köşesi, 16 ayrıtı ve 6 yüzü vardır.
- d) Üçgen dik prizmanın 6 köşesi, 9 ayrıtı ve 5 yüzü vardır.

2. Aşağıda verilen cisimlerden hangisi prizma değildir?

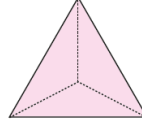
a)



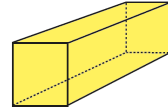
b)



c)



d)



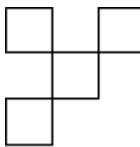
3. Yanda izometrik kâğıda çizilmiş olan şeklin herhangi bir yönden görünüşü aşağıdakilerden hangisidir?



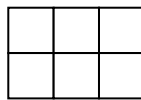
a)



b)



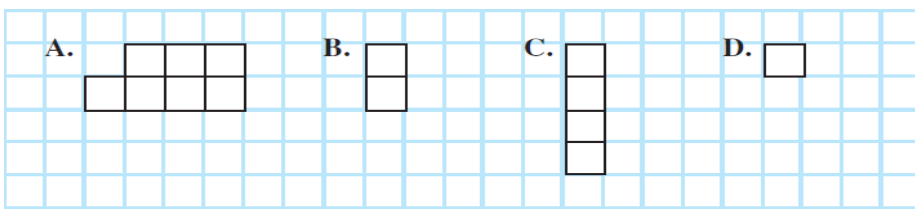
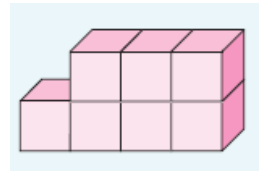
c)



d)



4. Aşağıdakilerden hangisi, verilen yapının herhangi bir yönden görünümünün çizimi değildir?



5. Aşağıdaki dönüşümlerden hangisi yanlıştır?

- a) 1500 mL=1,5 L
- b) 2,18 dL = 218 L
- c) 0,85hL=85L
- d) 0,005 hL + 5L+ 500cL= 105 dL

6. 0,71 daL+30L+190 cL değerinin toplamının değeri kaç L'dir ?

- a) 390
- b) 39
- c) 3,9
- d) 3,09

7. Aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) 0,2 mL=20 mm³
- b) 0,5 kL=0,5m³
- c) 10 L = 1dm³
- d) 13,2 L= 0,132m³

8. Boyutları 5 dm, 12 dm, 6 dm olan dikdörtgenler prizması şeklindeki havuzun tamamı kaç Litre su ile dolar?

- a) 36
- b) 360
- c) 3600
- d) 36000

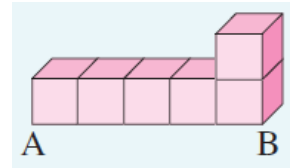
9. Su ile dolu bir bidonun hacmi 12000 cm³ tür. Bidondaki suyu artırmadan, her biri 1,5 L su olan kaç şişeye doldurabiliriz?

- a) 6
- b) 7
- c) 8
- d) 9

10. 170 mL süt ile 570 cL kahve karıştırılırsa, kaç dL sütlü kahve elde edilir?

- a) 58,7
- b) 53,7
- c) 32,5
- d) 22,2

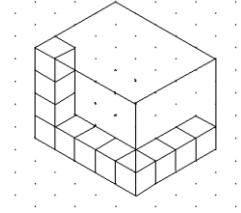
11. Yandaki şekil eş küplerden oluşmuştur. |AB| = 15 cm olduğuna göre yapının hacmi kaç santimetre küptür?



- a) 135
- b) 162
- c) 170
- d) 189

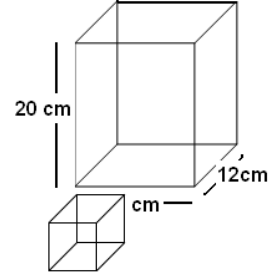
12. Şekli birim küplerle doldurursak hacmi kaç birim küp olur?

a) 50 b) 60 c) 70 d) 80



13. Yanda ayrıtlarının uzunlukları verilen dikdörtgen prizmaya bir kenarının uzunluğu 4 cm olan küplerden en fazla kaç tane sığdırılabilir?

a) 60 b) 48 c) 40 d) 28



14. 25 cm boyunda, 15 cm eninde ve 3 cm kalınlığındaki kitaplardan 6 tanesini üst üste dizdiğinizde oluşan yığının hacmi kaç cm^3 olur

a) 1125 b) 3375 c) 6750 d) 9000

15. Bir kutu kesme şeker paketinin içerisinde boyutları 2 cm, 2 cm, 1 cm olan 1024 adet kesme şeker bulunduğuna göre şeker kutusunun hacmi kaç santimetreküptür?

a) 1024 b) 2048 c) 4096 d) 6120

16. Bir dikdörtgenler prizmasının boyutları 7 cm, 15 cm ve 20 cm'dir. Bu prizmanın hacmi kaç santimetre küptür?

a) 1100 b) 2100 c) 11000 d) 21000

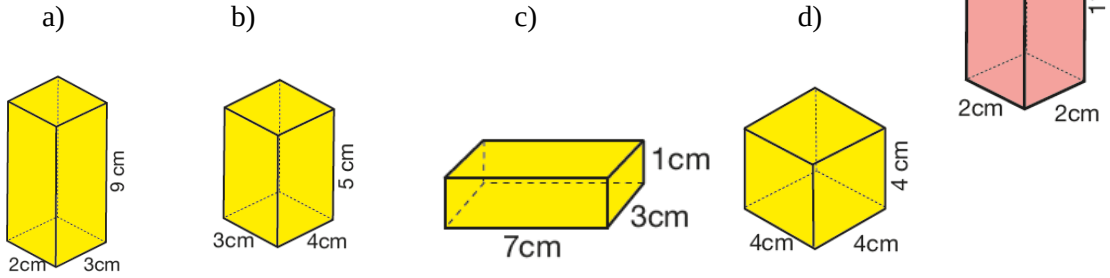
17. Aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

a) $1,27 \text{ m}^3 = 1270000 \text{ cm}^3$
b) $928000 \text{ dm}^3 = 928 \text{ m}^3$
c) $27 \text{ dam}^3 = 0,027 \text{ hm}^3$
d) $750 \text{ cm}^3 = 75000 \text{ mm}^3$

18. Aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) $0,05 \text{ dm}^3 = 5 \text{ cm}^3$
- b) $175 \text{ km}^3 = 0,175 \text{ hm}^3$
- c) $15,4 \text{ cm}^3 = 0,0154 \text{ dm}^3$
- d) $100 \text{ m}^3 = 0,1 \text{ dm}^3$

19. Aşağıdakilerden hangisi yanda ayrit uzunlukları verilen kare prizma ile aynı yüzey alanına sahiptir?



20. Boyutları 5 cm, 7 cm ve 12 cm olan dikdörtgenler prizmasının yüzey alanı kaç santimetre karedir?

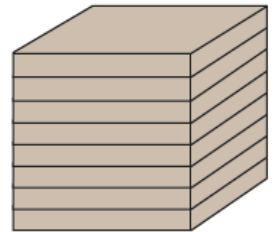
- a) 350
- b) 358
- c) 360
- d) 368

21. Bir ayritının uzunluğu 8 dm olan kubenin ayritları %25 oranında artırılırsa kubenin yüzey alanı kaç santimetrekare artar?

- a) 19 600
- b) 31 600
- c) 23 000
- d) 21 600

22. Eni 10 cm, boyu 5 cm ve yüksekliği 2 cm olan kutulardan 8 tanesini yandaki gibi üst üste yerleştirdiğimizde oluşan şeklin yüzey alanı kaç santimetrekare olur?

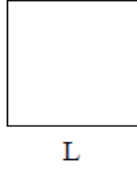
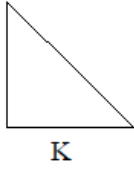
- a) 160 cm^2
- b) 360 cm^2
- c) 580 cm^2
- d) 800 cm^2



23. **Dikdörtgenler prizması şeklindeki kutunun yüzleri kâğıt ile kaplanacaktır. Bu prizmanın boyutları 7 cm, 8 cm ve 12 cm'dir. Kaç santimetre karelik kâğıt gerekir?**
- a) 360 b) 428 c) 472 d) 672
24. **Bir kibrit kutusunun hacmi aşağıdakilerden hangisi olabilir?**
- a) 1800 cm³ b) 180 cm³ c) 18 cm³ d) 1,8 cm³
25. **Hacmi 0,05 metreküp olan geometrik cisim aşağıdakilerden hangisi olabilir?**
- a) Buzdolabı
- b) Elbise Dolabı
- c) Kitap
- d) Bilgisayar Kasası

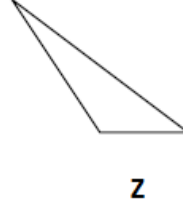
Ek-4: Van Hiele Geometrik düşünme Düzeyi Testi

1. Aşağıdakilerden hangisi yada hangileri karedir?



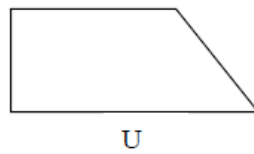
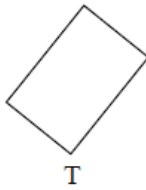
- a) Sadece K b) Sadece L c) Sadece M d) L ve M e) Hepsi

2. Aşağıdakilerden hangisi yada hangileri üçgendir?



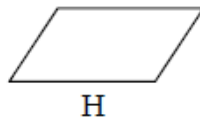
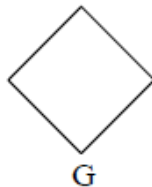
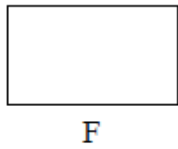
- a) Hiçbiri b) Sadece V c) Sadece Y d) Y ve Z e) V ve Y

3. Aşağıdakilerden hangisi yada hangileri dikdörtgendir?



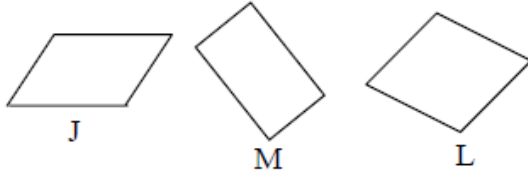
- a) Sadece S b) Sadece T c) Sadece S ve T d) Sadece S ve U e) Hepsi

4. Aşağıdaki şekillerden hangisi yada hangileri karedir?



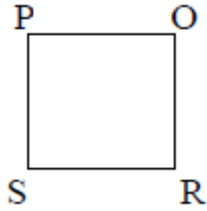
- a) Hiçbiri b) Sadece G c) Sadece F ve G d) Sadece G ve I e) Hepsi

5. Aşağıdakilerden hangisi yada hangileri paralelkenardır?



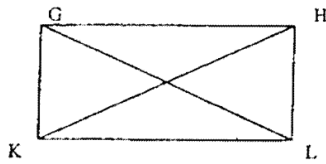
- a) Sadece J b) Sadece L c) Sadece J ve M d) Hiçbiri e) Hepsi

6. PQRS bir karedir. Aşağıdaki ilişkilerden hangisi bir kare için doğrudur?



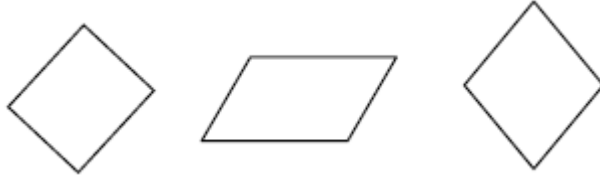
- a) PR ve RS aynı uzunluktadır
b) QS ve PR birbirini dik keser
c) PS ve QR birbirini dik keser
d) PS ve QS aynı uzunluktadır
e) Q açısı R açısından daha büyüktür

7. GHTK dikdörtgeninde GT ve HK köşegendir. Buna göre aşağıdaki ifadelerden hangisi her dikdörtgen için doğru değildir?



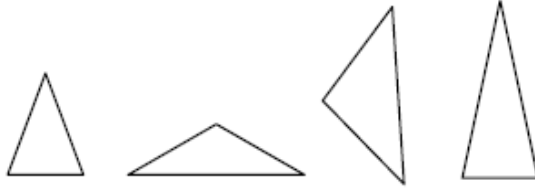
- a) Dört dik açı vardır
b) Dörtkenarı vardır
c) Köşegenleri eşit uzunluktadır
d) Karşıt kenarların uzunlukları eşittir.
e) $|GT|$, $|GH|$ den kısadır.

8. Eşkenar dörtgen tüm kenar uzunlukları eşit olan, 4 kenarlı bir şekildir. Aşağıda 3 tane eşkenar dörtgen verilmiştir.



Aşağıdaki ifadelerden hangisi **her** eşkenar için doğru **değildir**?

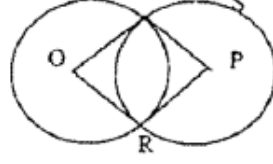
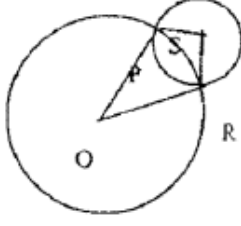
- a) iki köşegen uzunlukları eşittir
 - b) Eşkenar dörtgende köşegenler açıortaydır
 - c) Eşkenar dörtgende köşegenler birbirini dik keser
 - d) Eşkenar dörtgende karşı açılar eşittir
 - e) seçeneklerin hepsi her eşkenar dörtgen için doğrudur
9. İki kenarı eşit olan üçgene ikizkenar üçgen denir? Aşağıda dört ikiz kenar üçgen verilmiştir.



Aşağıdaki seçeneklerden hangisi her zaman doğrudur?

- a) İkizkenar üçgende üç kenarda eşit olmalıdır
- b) İkizkenar üçgende bir kenar diğer kenarın uzunluğunun iki katı olmalıdır
- c) İkizkenar üçgende en az iki eşit açı olmalıdır
- d) İkizkenar üçgende üç açı eşit ölçüde olmalıdır
- e) A-D ifadelerinden hiçbirisi doğru değildir

10. Merkezleri P ve Q olan iki çember 4 kenarları PROS şeklini oluşturmak üzere R v S noktalarından kesişirler. Aşağıda iki örnek verilmiştir.



Aşağıdaki seçeneklerden hangisi her zaman doğru değildir?

- a) PRQS, uzunlukları eşit iki kenara sahiptir
- b) PROS en az iki eşit açıya sahiptir
- c) PQ ve RS doğruları birbirini dik keser
- d) P ve Q açıları eşittir
- e) $|PO|$, $|OR|$ den daha uzundur.

11. Aşağıdaki iki önerme ile ilgili çıkarımların hangisi doğrudur?

Önerme 1: F şekli bir dikdörtgendir,

Önerme 2: F şekli bir üçgendir

- a) Eğer 1 doğru ise 2 de doğrudur
- b) Eğer 1 yanlış ise 2 de doğrudur
- c) 1 ve 2 nin her ikisi birden doğru olamaz
- d) 1 ve 2 nin her ikisi birden yanlış olamaz
- e) Yukarıdaki seçeneklerin hiçbiri doğru değildir

12. Aşağıdaki iki önerme ile ilgili çıkarımların hangisi doğrudur?

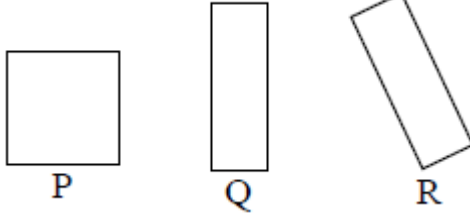
Önerme 1: ABC üçgeni aynı uzunlukta üç kenara sahiptir

Önerme 2: ABC üçgeninde B ve C açıları eşittir

- a) 1 ve 2 nin her ikisi birden doğru olamaz
- b) Eğer 1 doğru ise 2 de doğrudur
- c) Eğer 2 doğru ise 1 de doğrudur
- d) Eğer 1 yanlış ise 2 de yanlıştır

e) Yukarıdaki seçeneklerin hiçbiri doğru değildir

13. Aşağıdakilerden hangilerine dikdörtgen denilebilir?



- a) Hepsi b) Yalnız Q'ya c) Yalnız R'ye
d) Yalnız P ve Q'ya e) Yalnız Q ve R'ye

14. Aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) Dikdörtgenin bütün özellikleri karenin de özellikleridir
b) Karenin bütün özellikleri dikdörtgenin de özellikleridir
c) Dikdörtgenin bütün özellikleri paralelkenarın da özellikleridir
d) Karenin bütün özellikleri paralelkenarın da özellikleridir
e) Hiç biri doğru değildir

15. Hangi özellikler her dikdörtgende olduğu halde bazı paralelkenarda yoktur?

- a) Karşıt kenarlar eşittir
b) Köşegenler eşittir
c) Karşıt kenarlar paraleldir
d) Karşıt açılar eşittir
e) Hiçbiri

Ek-5 :Van Hiele Geometrik Düşünme Düzeyi Testi Kullanım İzni

Emin Ibili <eminibili@gmail.com>

Van Hiele Geometrik Düşünme Seviyeleri Kullanım İzni

Asuman DUATEPE PAKSU <asumanduatepe@gmail.com>
Kime: Emin Ibili <eminibili@gmail.com>

15 Nisan 2013 14:51

Sayın İBİLİ
Ölçeği kullanmanızda sakınca yoktur.

İyi Çalışmalar

Dr. Asuman DUATEPE PAKSU
[Alıntılanan metin gizlendi]

Ek-6: Materyal Değerlendirme Formu

Hedef Kitle: İlköğretim 6. Sınıf Öğrencileri				Tarih:
Ders-Konu: Matematik Dersi- Geometrik Cisimler Konusu				
Ölçütler	Yüksek	Orta	Düşük	Açıklamalar
Taşıdığı eğitsel değer				
Dersin hedeflerine ve kazanımlarına uygunluğu				
Etkinliklerin bilgiyi inşa ettirmesi				
Çalışma süresinin uzunluğu				
Basitlik ilkesine uygunluk				
Öğrencilerin hazır bulunuşluk düzeyine uygunluk				
Hedef davranışa uygunluk derecesi				
Taşınabilirliği				
Gerçeği yansıtırma				
Tasarım ilkelerine uygunluk				
Dayanıklılık				
Amaçlara uygunluğu				
Konu bütünlüğünü sağlama				
Yazılımın kullanım esnekliği ve geliştirebilirliği				
Motivasyon ve ilgiliyi sağlaması				
Kullanım kolaylığı				
Öğrenenin katılımı				
Teknik sağlamlık				

Ek-7: Öğretmen ve Öğrenci Görüşme Soruları

Öğretmen Görüşme Soruları

a. Artırılmış gerçeklik materyalinin kullanılabilirliğine yönelik öğretmen görüşleri nelerdir?

- a.1.** AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretimi hakkında olumsuz düşünceleriniz var mıdır?
- a.2.** ARGE3D yazılımını derslerinizde kolaylıkla kullanabildiniz mi?
- a.3.** AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretimi süreniz boyunca ne gibi güçlüklerle karşılaştınız?
- a.4.** ARGE3D çizimleri kitaptaki çizimlerin birebir aynısı mıydı?

b. Artırılmış gerçeklik materyalleri ile desteklenen geometri öğretiminin eğitsel etkililiğine yönelik öğretmen ve öğrenci görüşleri nelerdir?

- b.1.** AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretiminin, öğrencilerin derse yönelik motivasyonlarına ne gibi olumlu yâda olumsuz etkileri oldu?
- b.2.** Sınıf içindeki başarılı ve başarısız olan bütün öğrenciler bu yazılımda faydalanabilir mi?
- b.3.** AG destekli geometri öğretimi öğrencilerin hayal gücünü ve yaratıcılıklarını kullanmayı sağladı mı? Sağladıysa bunlar nelerdir?
- b.4.** AG destekli geometri öğretimi öğrencilerin özellikle hangi uzamsal becerilerini geliştirmeye yardımcı oldu?
- b.5.** AG destekli geometri öğretiminin, öğrencilerinin derse olan katılımlarına etkisi oldu mu?
- b.6.** AG destekli geometri öğretimi, öğretmenin işini kolaylaştırdı mı? Kolaylaştırıysa hangi açıdan kolaylaştırdı?
- b.7.** AG destekli geometri öğretimi öğrencilerin kendi öğrenme hızlarına ve kendi öğrenme stillerine uygun bir öğrenme ortamı sağladı mı?

- b.8.** AG destekli geometri öğretimi öğrenci-öğrenci ve öğrenci-öğretmen arasındaki iletişimi kolaylaştırdı mı?
 - b.9.** AG destekli geometri öğretimi öğrencileri daha iyi düşünmeye ve eleştirel olmaya yöneltti mi?
 - b.10.** AG destekli geometri öğretimi öğrencilerdeki soyut düşüncelerin somutlaşmasına ve anlaşılması zor olan olgu ve olayların basitleştirilmesine yardımcı oldu mu?
 - b.11.** AG destekli geometri öğretimi hakkındaki diğer olumlu düşünceleriniz nelerdir?
- c. Öğretmenlerin artırılmış gerçeklik materyallerinin sonraki derslerinde kullanımına yönelik niyetleri ne düzeydedir?**
- c.1.** Öğretmenlere AG destekli geometri öğretiminden sonra geometri dersinin işlenişine yönelik bakış açınızda bir değişme oldu mu? Olduysa bunlar nelerdir
 - c.2.** AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretimi yalnızca geometrik cisimler konusunda değil de matematiğin başka konularında da kullanabilir miyiz?

Öğrenci Görüşme Soruları

a. Artırılmış gerçeklik materyalinin kullanılabilirliğine yönelik öğrenci görüşleri nelerdir?

- a.1.** AG materyallerini rahatlıkla kullanabildiniz mi?
- a.2.** AG programını kişisel bilgisayarınıza kurup kullandınız mı? Eğer kullandıysanız sizce kişisel bilgisayarlarınızda kullanırken mi sizin için daha öğretici oldu, yoksa okulda kullanırken mi?
- a.3.** AG materyalleri ile desteklenen öğrenim süreniz boyunca ne gibi güçlüklerle karşılaştınız?
- a.4.** AG Materyalleri ile desteklenen öğrenim süreniz boyunca dersin işlenişini bozan faktörler oldu mu?
- a.5.** AG 3D çizimleri kitaptaki çizimlerin birebir aynısı mıydı?

b. Artırılmış gerçeklik materyalleri ile desteklenen geometri öğretiminin eğitsel etkililiğine yönelik öğrenci görüşleri nelerdir?

- b.1.** AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretimi matematik dersine yönelik ilginizi ve dikkatinizi artırdı mı?
- b.2.** AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretimi dersi daha kolay anlamanıza yardımcı oldu mu?
- b.3.** AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretimi, öğrendiğiniz bilgilerin daha kalıcı olmasına yardımcı oldu mu?
- b.4.** AG destekli geometri öğretimi matematik dersine yönelik korku ve endişelerinizi azalttı mı?
- b.5.** AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretimi soyut kavramları somutlaştırmanıza yardımcı oldu mu?
- b.6.** AG materyalleri ile desteklenen geometri öğretimi, geometri konularını daha derinlemesine öğrenmenize yardımcı oldu mu?
- b.7.** AG Materyalleri ile desteklenen geometri öğretimi, öğretmeninizle ve arkadaşlarınızla olan etkileşimi artırdı mı?

c. Öğrencilerin artırılmış gerçeklik materyallerini sonraki derslerde kullanmaya yönelik niyetleri

- c.1.** AG destekli geometri öğretiminden sonra geometri dersinin işlenişine yönelik bakış açınızda bir değişme oldu mu? Olduysa bunlar nelerdir?
 - c.2.** AG yazılımına başka ne gibi değişiklikler eklensin?
-

Ek-8: Uygulama İzin Talep Yazısı

T.C.
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM FAKÜLTESİ DEKANLIĞI

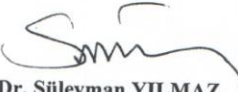
Sayı : 35609705- 320
Konu : Uygulama Çalışması

13.02/2013

AKSARAY ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜNE

Fakültemiz Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü Öğretim Görevlisi Emin İBİLİ'nin "6. sınıf Matematik Dersine Yönelik Arttırılmış Gerçeklik Materyallerinin Tasarlanması, Kullanılması ve Etkililiğinin Test Edilmesi" başlıklı çalışmasını Aksaray İli merkezinde yer alan ilkokullarda uygulayabilmesi için gerekli izinlerin alınması talebi ile ilgili 13.02.2013 tarihli dilekçesi ve ekleri yazımız ekinde sunulmuştur.

Gereğini arz ederim.


Prof. Dr. Süleyman YILMAZ
Dekan

Ek:
-Dilekçe
-Araştırma Önerisi
-Van Hiele Geometrik Öğrenme Düzeyi Ölçeği
-Görüşme Soruları
-Başarı Testi
-Matematiğe Yönelik Tutum Ölçeği

Memur/ M. KAYA/ 
Fak. Sek. / R. AÇIKGÖZ/ 

Aksaray Üniversitesi Eğitim Fakültesi
Adres: Adana Yolu Üzeri E-90 Karayolu 7. Km Merkez Kampüs/68000 AKSARAY
Tel: (0382) 288 22 23 Fax : (0382) 288 22 26
Web: www.aksaray.edu.tr

Bilgi için : M.KAYA
Dahili : 2278

Ek-9: Uygulama İzni

T.C
AKSARAY VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı :37886519-771.99- 301
Konu : Uygulama Çalışması.

3890

22 Şubat 2013

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü'nün 18/02/2013 tarihli ve 45333631/137-787 sayılı yazısı.

Aksaray Üniversitesi Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü Öğretim Görevlisi Emin İBİLİ'nin "6.Sınıf Matematik Dersine Yönelik Arttırılmış Gerçeklik Materyallerinin Tasarlanması, Kullanılması ve Etkinliğinin Test Edilmesi" başlıklı çalışmasının İlimiz merkezindeki ortaokullarda uygulayabilmesi için izin istenilmektedir.

Bu nedenle; ilgi yazı ile istenilen, Aksaray Üniversitesi Eğitim Fakültesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü Öğretim Görevlisi Emin İBİLİ'nin "**6.Sınıf Matematik Dersine Yönelik Arttırılmış Gerçeklik Materyallerinin Tasarlanması, Kullanılması ve Etkinliğinin Test Edilmesi**" adlı çalışmasının İlimiz merkezindeki ortaokullarda uygulaması, Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde, olurlarınıza arz ederim.


Lütfiye DENERİ
İl Millî Eğitim Müdürü

OLUR

Kubilay ANT
Vali a.
Vali Yardımcısı



İl Millî Eğitim Müdürlüğü Yeni Sanayi Mah. 2/E 90 Bul.
No:47 Ek Valilik 3 Nolu Hizmet Binası 68100 AKSARAY
Ayrıntılı bilgi için arıbat: Eğitim Öğretim Böl. - Dahili:609
Tel: 0 382 213 68 40, 212 00 12, 212 64 94
GSM: 0 505 925 25 69 Faks : 0 382 213 68 14
aksaraymem@meb.gov.tr | http://aksaray.meb.gov.tr



Ek-10 Uygulama Fotoğrafları



