



**ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMALI DERS TASARIMININ  
ÖĞRENCİLERİN UZAMSAL YETENEKLERİ ÜZERİNDEKİ  
ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Hasan Çokçalışkan**

**DOKTORA TEZİ**

**MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MART, 2024**

## TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren  
..... ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

### YAZARIN

Adı : Hasan  
Soyadı : ÇOKÇALIŞKAN  
Bölümü : Matematik Eğitimi  
İmza :  
Teslim Tarihi : 04/03/2024

### TEZİN

Türkçe Adı : Artırılmış Gerçeklik Uygulamalı Ders Tasarımının Öğrencilerin  
Uzamsal Yetenekleri Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi  
İngilizce Adı : Evaluation Of The Effects Of Augmented Reality Course Design  
On Students' Spatial Abilities

## ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı : Hasan ÇOKÇALIŞKAN

İmza :

## JÜRİ ONAY SAYFASI

Hasan ÇOKÇALIŞKAN tarafından hazırlanan “Artırılmış Gerçeklik Uygulamalı Ders Tasarımının Öğrencilerin Uzamsal Yetenekleri Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı’nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Yüksel DEDE

.....

(Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

**Başkan:** Prof. Dr. Safure BULUT

.....

(Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı, ODTÜ)

**Üye:** Prof. Dr. Hüseyin AKKUŞ

.....

(Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

**Üye:** Doç. Dr. Kevser AKTAŞ

.....

(Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

**Üye:** Doç. Dr. Yasemin SAĞLAM KAYA

.....

(Matematik Ana Bilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi)

Tez Savunma Tarihi: 02/02/2024

Bu tezin Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Ana Bilim Dalı’nda Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Şaban ÇETİN

.....

Eğitim Bilimleri Enstitü Müdürü



*Fatih Sultan Mehmet Han'a  
İthaf olunur*

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmam esnasında sürekli destek olan ve çalışmamın ortaya çıkmasında bana her zaman rehberlik eden çok değerli ve saygı değer hocam Prof. Dr. Yüksel DEDE' ye sonsuz teşekkürlerimi ve minnetimi sunarım.

Bu çalışmanın her aşamasında ve öğrencilik hayatım boyunca sürekli yanımda olan ve bana güç veren çok değerli hocam sayın Prof. Dr. Safure BULUT' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım. Yine araştırma süresince bana yol gösteren ve destek olan çok değerli hocam Prof. Dr. Hüseyin AKKUŞ' a teşekkür ederim.

Her zaman yanımda olan ve benden bir an olsun desteğini esirgemeyen ve çalışmaktan çok vakit ayıramadığım bir tanecik kızım Hazan Saniye ÇOKÇALIŞKAN' a, doktora eğitimim sürecinde bana büyük fedakârlıklar gösteren ve her daim hayatımı güzelleştiren değerli, biricik eşim Hicran ÇOKÇALIŞKAN' a, kıymetli annem Saniye ÇOKÇALIŞKAN' a ve kıymetli babam Mehmet ÇOKÇALIŞKAN' a sonsuz teşekkür ederim.

Araştırma sırasında teknik destek veren BaseBros firmasına, her daim desteğini esirgemeyen Abc Medya Bilişim firmasına ve kadim dostum Ercüment Ekrem UĞURLU' ya çalışma esnasında destek veren tüm kurum ve kuruluşlara teşekkür ederim.

Son olarak, görüş ve fikirlerini açık bir şekilde dile getirerek çalışmama katkı sağlayan değerli meslektaşlarıma paylaştıkları kıymetli düşünceleri ve bana ayırdıkları zaman için çok teşekkür ederim.

# **ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMALI DERS TASARIMININ ÖĞRENCİLERİN UZAMSAL YETENEKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**(Doktora Tezi)**

**Hasan Çokçalışkan**  
**GAZİ ÜNİVERSİTESİ**  
**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**  
**Mart 2024**

**ÖZ**

Geometri konularının soyut düşünme becerisi gerektirmesinden dolayı öğretilmesi zor olmaktadır. Teknolojik gelişmeler, geometrik şekillerin somutlaştırarak öğrenilmesini daha mümkün hale getirmiştir. Gelişen teknoloji sayesinde üretilen artırılmış gerçeklik teknolojisi ile şekiller daha rahat şekilde 3 boyutlu görüntülenebilmektedir. Geometri dersinde bu teknolojinin kullanılması öğrencilerin şekilleri 3 boyutlu görmelerini ve zihinlerinde kolayca canlandırmalarına yardımcı olacağı düşünülmektedir. Bu araştırmada yedinci sınıf matematik dersinde “Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri” ünitesi kapsamında artırılmış gerçeklik uygulamalı ders tasarımının öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu 2022-2023 eğitim-öğretim yılı Nevşehir ili, Merkez ilçesinde bulunan Milli Eğitim Müdürlüğü’ne bağlı özel bir eğitim kurumunda yaz okulu kapsamında öğrenim görmekte olan yedinci sınıf öğrencilerinden seçilen 18 öğrenci oluşturmaktadır. Araştırmada öğrencilerin uzamsal yeteneklerini ölçmek amaçlı “Uzamsal Yetenek Testi” ve öğrenme ortamında kullanılmak üzere kullanılacak artırılmış gerçeklik uygulaması geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Bununla birlikte, artırılmış gerçeklik uygulamalı ders tasarımının öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerine etkisinin değerlendirilmesi hedeflenmektedir. Bu hedef doğrultusunda nicel ve nitel verilerin birlikte kullanıldığı sıralı açıklayıcı karma yöntem araştırmanın yöntemi, tek gruplu deneysel desen araştırmanın deseni olarak kullanılmıştır. Araştırmanın nicel verilerini toplamak için araştırmacı tarafından geliştirilen Uzamsal Yetenek Testi kullanılmıştır.

Araştırmanın nitel verilerini ise öğrenciler ile eğitim sonunda yapılan yarı-yapılandırılmış görüşme soruları oluşturmaktadır. Araştırma sonuçlarını elde etmek amacı ile nicel verilerin analizinde t-testi ve Mann-Whitney U Testi kullanılmıştır. Nicel veriler ışığında, öğrencilerin son-test sonuçlarında ön-test sonuçlarına göre anlamlı bir artışın olduğu ( $p=,00$ ), cinsiyet değişkenine göre ise anlamlı bir fark bulunmadığı ( $p=,79$ ) sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin kalıcılık testi sonuçlarında ise son-test sonuçlarına göre anlamlı bir farkın olmadığı ( $p=,06$ ) ve eğitimin kalıcı olduğu sonucuna varılmıştır. Araştırmanın nitel kısmında ise yarı-yapılandırılmış görüşme sorularından elde edilen bulgular betimsel analiz yöntemi ile analiz edilerek, nicel verilerden elde edilen sonuçların nedenleri bulunmaya çalışılmıştır. Betimsel analiz sonuçlarına göre öğrencilerin artırılmış gerçeklik uygulamalı eğitim ortamını genel olarak olumlu ve eğlenceli buldukları, uzamsal yeteneklerinin ise geliştiği sonucuna ulaşılmıştır.



Anahtar Kelimeler : Artırılmış Gerçeklik, Uzamsal Yetenek, Uzamsal Yetenek Testi, Uzamsal Görselleştirme, Uzamsal İlişkiler

Sayfa Adedi : XX+215

Danışman : Prof. Dr. Yüksel DEDE

**EVALUATION OF THE EFFECTS OF AUGMENTED REALITY  
COURSE DESIGN ON STUDENTS' SPATIAL ABILITIES  
(Ph. D. Thesis)**

**Hasan Çokçalışkan**

**GAZI UNIVERSITY**

**GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES**

**March 2024**

**ABSTRACT**

Geometry subjects are difficult to teach due to the requirement for abstract thinking skills. Technological advancements have made it more feasible to learn geometric shapes by concretizing them. Shapes can be more easily visualized in 3D through augmented reality technology produced as a result of advancing technology. It is thought that using this technology in the geometry lesson will help students to see the shapes in 3D and easily visualize them in their minds. In this study, it is aimed to evaluate the effect of augmented reality applied lesson design on students' spatial abilities within the scope of the "Views of Objects from Different Directions" topic in the 7th grade mathematics course. The study group of the research consists of eighteen students selected from the 7th grade students who are studying within the scope of summer school in a private educational institution affiliated to the Directorate of National Education in the central district of Nevşehir province in the 2022-2023 academic year. The research aims to develop a "Spatial Ability Test" to measure the spatial abilities of students and an augmented reality application to be used in the learning environment. In addition, it is aimed to evaluate the effect of augmented reality-based lesson design on students' spatial abilities. In line with this goal, sequential explanatory mixed method research method, in which quantitative and qualitative data were used together, and one-group experimental design was used as the research design. The Spatial Ability Test developed by the researcher was used to collect the quantitative data of the study. The qualitative data of the study consisted of semi-structured interview questions conducted with

the students at the end of the training. In order to obtain the results of the research, t-test and Mann-Whitney U Test were used to analyze the quantitative data. In the light of the quantitative data, it was concluded that there was a significant increase in the post-test results of the students compared to the pre-test results ( $p=,00$ ), while there was no significant difference ( $p=,79$ ) according to the gender variable. Based on the results of the retention test in comparison with the post-test outcomes, it has been concluded that there is no significant difference ( $p=,06$ ), suggesting that the education is enduring. In the qualitative part of the study, the findings obtained from semi-structured interview questions were analyzed with descriptive analysis method and the reasons for the results obtained from quantitative data were tried to be found. According to the results of the descriptive analysis, it was concluded that the students found the augmented reality applied education environment generally positive and fun and that their spatial abilities improved.



Key Words : Augmented Reality, Spatial Ability, Spatial Ability Test, Spatial Visualization, Spatial Relationships

Page Number : XX+215

Supervisor : Prof. Dr. Yüksel DEDE

## İÇİNDEKİLER

|                                                     |       |
|-----------------------------------------------------|-------|
| TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU .....        | II    |
| ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....                  | III   |
| TEŞEKKÜR.....                                       | VI    |
| ÖZ.....                                             | VII   |
| ABSTRACT.....                                       | IX    |
| İÇİNDEKİLER.....                                    | XI    |
| TABLolar LİSTESİ.....                               | XVI   |
| ŞEKİLLER LİSTESİ.....                               | XVIII |
| SİMGELER VE KISALTMALARIN LİSTESİ .....             | XX    |
| BÖLÜM I.....                                        | 1     |
| GİRİŞ.....                                          | 1     |
| 1.1. Problem Durumu .....                           | 1     |
| 1.2. Araştırmanın Amacı .....                       | 5     |
| 1.3. Araştırma Problemi.....                        | 5     |
| 1.3.1. Nicel araştırma yöntemi alt problemleri..... | 6     |
| 1.3.2. Nicel araştırma yöntemi hipotezleri .....    | 6     |
| 1.4. Araştırmanın Önemi.....                        | 6     |

|                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 1.5. Tanımlar .....                                                              | 8         |
| 1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları .....                                           | 8         |
| 1.7. Araştırmanın Varsayımları.....                                              | 8         |
| <b>BÖLÜM II.....</b>                                                             | <b>9</b>  |
| <b>KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....</b>                              | <b>9</b>  |
| 2.1. Artırılmış Gerçeklik.....                                                   | 9         |
| 2.1.1. Artırılmış Gerçeklik Tanımı .....                                         | 9         |
| 2.1.2. Artırılmış Gerçeklik Tarihsel Gelişimi .....                              | 11        |
| 2.1.3. Artırılmış Gerçeklik Teknolojileri ve Çeşitleri .....                     | 15        |
| 2.1.4. Artırılmış Gerçeklik Kullanım Alanları, Avantajları ve Sınırlılıkları.... | 21        |
| 2.1.4.1. <i>Artırılmış Gerçeklik Kullanım Alanları.....</i>                      | <i>21</i> |
| 2.1.4.2. <i>Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Avantajları .....</i>            | <i>22</i> |
| 2.1.4.3. <i>Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Sınırlılıkları .....</i>         | <i>23</i> |
| 2.1.5. Artırılmış Gerçekliğin Öğrenme Üzerine Etkisi .....                       | 24        |
| 2.2. Uzamsal Yetenek.....                                                        | 26        |
| 2.2.1. Uzamsal Yetenek Tanımı ve Bileşenleri.....                                | 26        |
| 2.2.1.1. <i>Uzamsal Yetenek.....</i>                                             | <i>26</i> |
| 2.2.1.2. <i>Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri .....</i>                              | <i>28</i> |
| 2.2.2. Uzamsal Yeteneğin Ölçülmesi ve Gelişimi .....                             | 31        |
| 2.2.2.1. <i>Uzamsal Yeteneğin Ölçülmesi.....</i>                                 | <i>31</i> |
| 2.2.2.2. <i>Uzamsal Yeteneğin Gelişimi .....</i>                                 | <i>32</i> |
| 2.2.3. Uzamsal Yeteneğin Önemi .....                                             | 33        |
| 2.2.4. Uzamsal Yeteneğin Geliştirilmesi .....                                    | 35        |
| 2.2.5. Uzamsal Yeteneğe Etki Eden Faktörler .....                                | 37        |
| 2.2.5.1. <i>Cinsiyet farkı.....</i>                                              | <i>37</i> |
| 2.2.5.2. <i>Sağ ve Sol El Kullanımı Farkı.....</i>                               | <i>38</i> |
| 2.2.5.3. <i>Sınıf Düzeyi, Yaş ve Bölüm Farklılığı .....</i>                      | <i>38</i> |
| 2.3. İlgili Çalışmalar.....                                                      | 39        |

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3.1. AG ile İlgili Yapılan Çalışmalar .....                            | 40        |
| 2.3.2. Uzamsal Yetenek ile İlgili Yapılan Çalışmalar.....                | 45        |
| <b>BÖLÜM 3.....</b>                                                      | <b>50</b> |
| <b>YÖNTEM.....</b>                                                       | <b>50</b> |
| 3.1. Araştırmanın Deseni.....                                            | 50        |
| 3.1.1. Araştırmanın Nicel Boyutu .....                                   | 51        |
| 3.1.2. Araştırmanın Nitel Boyutu.....                                    | 52        |
| 3.2. Katılımcılar.....                                                   | 53        |
| 3.2.1. Evren-Örneklem.....                                               | 53        |
| 3.3. Araştırmacının Rolü .....                                           | 54        |
| 3.4. Araştırma Kapsamında Yürütülen İşlem Basamakları .....              | 55        |
| 3.5. Pilot Uygulama.....                                                 | 59        |
| 3.5.1. UYT Pilot Uygulama Süreci.....                                    | 59        |
| 3.5.1.1. Uzamsal Yetenek Testi Güvenirlilik Analizi Sonuçları.....       | 63        |
| 3.5.1.2. Uzamsal Yetenek Testi Yapı Geçerliği Analizi Sonuçları.....     | 64        |
| 3.5.2. Yarı-yapılandırılmış Görüşme Formu Pilot Uygulama Süreci.....     | 65        |
| 3.5.3. Ders Planları Pilot Uygulama Süreci.....                          | 66        |
| 3.6. Veri Toplama Araçları .....                                         | 67        |
| 3.6.1. Uzamsal Yetenek Testi (UYT) .....                                 | 68        |
| 3.6.2. Yarı-Yapılandırılmış Görüşme .....                                | 72        |
| 3.7. Ders Planları ve Materyalleri Hazırlama Süreci .....                | 74        |
| 3.7.1. AG Uygulaması Geliştirme Süreci ve QR Kodların Oluşturulması..... | 74        |
| 3.7.2. Ders Planlarının Hazırlanma ve Uygulama Süreci.....               | 79        |
| 3.8. Verilerin Analizi.....                                              | 82        |
| 3.8.1. Nicel Verilerin Analizi .....                                     | 82        |
| 3.8.2. Nitel Verilerin Analizi.....                                      | 83        |

|                                                                                         |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| <b>3.9. Araştırmanın Geçerliği.....</b>                                                 | <b>84</b>  |
| <b>3.9.1 Karma Araştırmanın Geçerliği.....</b>                                          | <b>84</b>  |
| <b>3.9.2. Nicel Araştırmanın İç Geçerliği.....</b>                                      | <b>84</b>  |
| 3.9.2.1. Zaman.....                                                                     | 85         |
| 3.9.2.2. Olgunlaşma.....                                                                | 85         |
| 3.9.2.3. Testler.....                                                                   | 85         |
| 3.9.2.4. Araç.....                                                                      | 86         |
| 3.9.2.5. İstatiksel Regresyon.....                                                      | 86         |
| 3.9.2.6. Fark Gözeterek Seçim .....                                                     | 87         |
| 3.9.2.7. Seçim-Olgunlaşma Etkileşimi.....                                               | 87         |
| 3.9.2.8. Deneysel Bitiş .....                                                           | 87         |
| 3.9.2.9 Araştırmacının Ön Yargısı.....                                                  | 88         |
| <b>3.9.3. Nicel Araştırmanın Dış Geçerliği.....</b>                                     | <b>88</b>  |
| 3.9.3.1. Evren Geçerliği.....                                                           | 88         |
| a) Örneklem – Hedef Evren Uygunluğu .....                                               | 88         |
| b) Deneklerin Kişisel Özellikleri .....                                                 | 89         |
| 3.9.3.2. Çevre/Ortam Geçerliği .....                                                    | 89         |
| 3.9.3.3. Araştırma İç Değiş Tokuş .....                                                 | 90         |
| <b>3.9.4. Nitel Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirlik Kontrolleri.....</b>                | <b>90</b>  |
| <b>BÖLÜM IV.....</b>                                                                    | <b>93</b>  |
| <b>BULGULAR VE YORUMLAR.....</b>                                                        | <b>93</b>  |
| <b>4.1. Nicel Verilere İlişkin Bulgular ve Yorumlar .....</b>                           | <b>93</b>  |
| 4.1.1. Betimsel İstatistiğe Ait Bulgular .....                                          | 93         |
| 4.1.2. Çıkarımsal İstatistiğe Ait Bulgular .....                                        | 98         |
| <b>4.2. Nitel Verilere İlişkin Bulgular ve Yorumlar .....</b>                           | <b>102</b> |
| 4.2.1. AG Kavramı ile İlgili Deneyimler Kategorisine İlişkin Bulgular.....              | 105        |
| 4.2.2. Sanal Gerçeklik Kavramı ile İlgili Deneyimler Kategorisine İlişkin Bulgular..... | 106        |
| 4.2.3. AG Eğitimi ile İlgili Olumlu Görüşler.....                                       | 107        |

|                                                                    |            |
|--------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.2.4. AG Eğitimi ile İlgili Olumsuz Görüşler .....                | 108        |
| 4.2.5. AG Eğitimi ile İlgili Zorlanılan Yerler .....               | 109        |
| 4.2.6. AG Eğitiminin Faydaları.....                                | 110        |
| 4.2.7. AG Eğitiminin Öğrenme Süreci ve Öğrenme Hızına Etkisi ..... | 111        |
| 4.2.8. QR Kodu Kullanmanın Öğrenme Sürecine Etkisi.....            | 113        |
| 4.2.9. AG Eğitimi ile İlgili Eleştiriler .....                     | 115        |
| 4.2.10. AG Eğitiminin Uzamsal Yetenek Gelişimine Etkisi.....       | 117        |
| 4.2.11. AG Eğitiminin Ünite Öğretimine Etkisi.....                 | 118        |
| 4.2.12. AG Eğitiminin Kalıcı Öğrenmeye Etkisi .....                | 119        |
| <b>BÖLÜM V.....</b>                                                | <b>121</b> |
| <b>SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER.....</b>                            | <b>121</b> |
| 5.1. Sonuç ve Tartışma.....                                        | 121        |
| 5.2. Öneriler .....                                                | 128        |
| <b>EKLER.....</b>                                                  | <b>151</b> |
| EK 1. Etik Kurul Onayı .....                                       | 152        |
| EK 2. Milli Eğitim Müdürlüğü Uygulama İzni.....                    | 154        |
| EK 3. Veli Onam Formu .....                                        | 155        |
| EK 4. Uzamsal Yetenek Testi.....                                   | 156        |
| EK 5. Yarı-yapılandırılmış Görüşme Formu .....                     | 175        |
| EK 6. Eğitim Ortamına Ait Resimler.....                            | 177        |
| EK 7. Ders Planları .....                                          | 182        |

## TABLÖLAR LİSTESİ

|                                                                                                          |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 1. Yedinci sınıf düzeyinde “Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri” ünitesine ait kazanımlar..... | 3  |
| Tablo 2. Öğrencilerin cinsiyetlerine ilişkin betimsel istatistiksel bilgiler .....                       | 54 |
| Tablo 3. Uygulama ders içerikleri ve zaman çizelgesi .....                                               | 56 |
| Tablo 4. Uzamsal yetenek testi pilot uygulama sonucunda elde edilen madde analizi değerleri.....         | 60 |
| Tablo 5. Madde güçlük indeksi değerlendirme kriterleri .....                                             | 61 |
| Tablo 6. Uzamsal yetenek testinin pilot ve nihai uygulamalarına ilişkin TAP analizi sonuçları .....      | 62 |
| Tablo 7. Uzamsal yetenek testinin nihai haline ilişkin belirtke tablosu .....                            | 63 |
| Tablo 8. Uzamsal yetenek testi güvenirlik analizi sonuçları .....                                        | 64 |
| Tablo 9. Uzamsal yetenek testi toplam varyans değerleri .....                                            | 65 |
| Tablo 10. Yarı-yapılandırılmış görüşme maddeleri değerlendirme formu.....                                | 66 |
| Tablo 11. Ders planları değerlendirme formu.....                                                         | 67 |
| Tablo 12. Uzman soru değerlendirme dokümanı.....                                                         | 69 |
| Tablo 13. Ön-test puanlarına göre görüşmeye dâhil edilen öğrenciler ve grupları .....                    | 73 |
| Tablo 14. Normallik test sonuçları .....                                                                 | 82 |
| Tablo 15. Çalışmanın nitel kısmı için alınan geçerlik ve güvenirlik önlemleri .....                      | 90 |
| Tablo 16. Çalışma grubunun test sonuçlarına ilişkin betimsel istatistik bulgular .....                   | 94 |
| Tablo 17. Normallik test sonuçları .....                                                                 | 94 |

|                                                                                                                   |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 18. <i>Normallik test sonuçları</i> .....                                                                   | 98  |
| Tablo 19. <i>Çalışma grubunun test sonucuna yönelik t-testi sonuçları</i> .....                                   | 98  |
| Tablo 20. <i>Mann Whitney U Testi sonuçları</i> .....                                                             | 100 |
| Tablo 21. <i>Çalışma grubuna ait ön-test, son-test ve kalıcılık testi sonuçları ve grupları</i> ...               | 101 |
| Tablo 22. <i>Çalışma grubuna ilişkin bulgulara ait temalar, kategoriler ve kodlar</i> .....                       | 102 |
| Tablo 23. <i>Yarı yapılandırılmış görüşme için seçilen öğrencilere verilen kod isimler ve test puanları</i> ..... | 104 |



## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1. Gerçek sanal sürekliliği diyagramı.....                                                      | 10 |
| Şekil 2. Sanallık diagramı.....                                                                       | 11 |
| Şekil 3. Artırılmış gerçekliğe ait infografik .....                                                   | 14 |
| Şekil 4. Hololens kullanılarak AG uygulamasına bir örnek.....                                         | 15 |
| Şekil 5. Marker-based AG uygulamasına bir örnek. ....                                                 | 16 |
| Şekil 6. Marker-less AG uygulamasına bir örnek. ....                                                  | 17 |
| Şekil 7. Konum tabanlı AG uygulamasına bir örnek. ....                                                | 17 |
| Şekil 8. Görüntüleme teknikleri ve konumlandırma. ....                                                | 18 |
| Şekil 9. Süperpoze AG uygulamasına bir örnek. ....                                                    | 19 |
| Şekil 10. AG Uygulama türleri ve özellikleri.....                                                     | 19 |
| Şekil 11. AG Geliştirme ortamları ve AG tarayıcıları.....                                             | 20 |
| Şekil 12. Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik uygulamalarının çeşitli kullanım alanları.<br>..... | 21 |
| Şekil 13. Karma araştırma yöntemi, açıklayıcı sıralı desen .....                                      | 51 |
| Şekil 14. Ön test-son test ve kalıcılık testi tek gruplu modelin uygulama aşamaları.....              | 52 |
| Şekil 15. Çalışmanın tamamına ait işlem basamakları.....                                              | 58 |
| Şekil 16. Uzamsal yetenek testi “Scree Plot” grafiği .....                                            | 65 |
| Şekil 17. Uzamsal yetenek alt boyutları .....                                                         | 68 |
| Şekil 18. Pilot uygulamada revize edilmiş örnek test sorusu .....                                     | 70 |
| Şekil 19. Uzamsal yetenek testi geliştirme süreci işlem basamakları .....                             | 70 |
| Şekil 20. 3B Çizim için oluşturulan web sayfasının örnek bir ekran görüntüsü. ....                    | 75 |

|                                                                                                       |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 21. Renk sekmesi seçilmiş web sayfasının örnek bir ekran görüntüsü .....                        | 76 |
| Şekil 22. Kontrol panelinde 3x3 tuşunun aktif olması durumuna örnek bir ekran görüntüsü .....         | 76 |
| Şekil 23. “css ve js” Kullanılarak “html” dosyalarına dönüşüm örnek bir ekran görüntüsü .....         | 77 |
| Şekil 24. “Ftp” ile oluşturulan dosyaların sunucuya yüklenme aşamasına örnek bir ekran görüntüsü..... | 78 |
| Şekil 25. “QR kod Tanımlama” örnek bir ekran görüntüsü.....                                           | 79 |
| Şekil 26. Uygulamaya ait bir görüntü .....                                                            | 80 |
| Şekil 27. Uygulama sonrasına ait bir görüntü .....                                                    | 81 |
| Şekil 28. Uzamsal yetenek testi “Q-Q Plot” grafikleri.....                                            | 83 |
| Şekil 29. UYT için ön-test puanları normal dağılım grafiği .....                                      | 95 |
| Şekil 30. UYT için son-test puanları normal dağılım grafiği.....                                      | 96 |
| Şekil 31. UYT için kalıcılık testi puanları normal dağılım grafiği .....                              | 97 |
| Şekil 32. Uzamsal yetenek testi sonuçları ortalama puanları .....                                     | 99 |

## SİMGELER VE KISALTMALARIN LİSTESİ

|        |                                                       |
|--------|-------------------------------------------------------|
| MEB    | Milli Eğitim Bakanlığı                                |
| AG     | Artırılmış Gerçeklik                                  |
| SG     | Sanal Gerçeklik                                       |
| UYT    | Uzamsan Yetenek Testi                                 |
| 2B     | 2 Boyutlu                                             |
| 3B     | 3 Boyutlu                                             |
| NCTM   | National Council of Teachers of Mathematics           |
| SDK    | Artırılmış Gerçeklik Geliştirme Ortamları             |
| MCT    | Mental Cutting Test                                   |
| PSVT:R | The Purdue Spatial Visualization Test                 |
| 3D     | Three Dimensions                                      |
| 3DC    | 3 Dimensional Cube                                    |
| SRI    | Spatial Reasoning Instrument                          |
| PISA   | Programme for International Student Assessment        |
| TIMMS  | Trends in International Mathematics and Science Study |

# BÖLÜM I

## GİRİŞ

Bu bölümde, çalışma ile ilgili problem durumu, araştırmanın amacı, araştırma problemi, araştırmanın önemi, çalışmada geçen kavramların tanımları, araştırmanın sınırlılıkları ve varsayımlarına yer verilmiştir.

### 1.1. Problem Durumu

Gardner (2011), insanın sekiz farklı zekâ türüne sahip olduğu ve bu sekiz zekâdan birinin de "uzamsal zekâ" olduğunu ifade etmiştir. Uzamsal zekâ kavramı literatürde, uzamsal yeteneğin seviyesi olarak tanımlanmaktadır. Uzamsal yetenek kavramı ilk olarak bireylerin öğrenmeleri etkileyen faktörleri sistematik halde incelendiği psikolojik bir araştırmada Galton (1883) tarafından kullanılmıştır. Literatür incelendiğinde "uzamsal yetenek" yerine benzer anlama gelen "uzamsal algı", "uzamsal beceri", "uzamsal görselleştirme", "uzamsal ilişkiler", "uzamsal yönelim" ve "zihinde döndürme" ifadelerinin de kullanıldığı göze çarpmaktadır. Genel olarak, uzamsal yetenek; bir görsel şekil oluşturma, zihnindeki bir şekli sürdürme, yeniden düzenleme ve başka bir şekle dönüştürme becerisini ifade etmektedir (Lohman, 1993).

Uzamsal yeteneğin bileşenlere sahip olduğu ve bu bileşenler konusunda tam bir fikir birliğine varılamadığı literatürde gözlemlenmektedir. Linn ve Petersen (1985) uzamsal yeteneği "uzamsal algı", "zihinde döndürme" ve "uzamsal görselleştirme" olmak üzere üç bileşene ayırırken, Maier (1998) uzamsal yeteneği; "uzamsal algı", "uzamsal görselleştirme", "zihinsel döndürme", "uzamsal ilişkiler" ve "uzamsal yönelim" olarak beş bileşene ayırarak incelemiştir.

McGee (1979), Pellegrino ve arkadaşları (1984), Tartre (1990), Clements (1998), Olkun (2003) ve Olkun ve Altun (2003) ise uzamsal yeteneği, “uzamsal (yönelim) ilişkiler” ve “uzamsal görselleştirme” olarak iki bileşene ayırarak incelemişlerdir. En yaygın olan ve en çok kabul gören bileşenlerin bu iki bileşen olması nedeni ile bu araştırmada da uzamsal yetenek “uzamsal (yönelim) ilişkiler” ve “uzamsal görselleştirme” olarak iki bileşen altında incelenecektir. Uzamsal (yönelim) ilişkiler; küp karşılaştırma, 2 ve 3 boyutlu nesneleri zihinde döndürme ve küp sayma alt boyutlarını içermektedir. Uzamsal görselleştirme ise; yüzey tamamlama, kâğıt katlama ve 2 boyuttan 3 boyuta dönüşüm alt boyutlarını kapsamaktadır.

Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) tarafından 2018 yılında, Ortaokul Matematik Dersi Öğretim Programı güncellenmiş ve halen okullarda kullanılmaktadır. Güncellenen programda uzamsal yeteneğin önemi ve gerekliliğinden bahsedilmiştir (MEB, 2018). Özellikle geometri öğreniminde uzamsal yeteneğe sahip olmanın öğrenmeyi kolaylaştırdığı, yine bu programda sıklıkla bahsedilmektedir (MEB, 2018).

Yedinci sınıf müfredatında “Geometri ve Ölçme” öğrenme alanı içinde bulunan “Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri” alt öğrenme alanı ile öğrencilerin uzamsal yeteneklerini değerlendirme imkânı da eğitimcilere sunulmuştur. Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri konusu, toplam beş ders saatlik yani 200 dakikalık zaman dilimini kapsayacak şekilde bu yeni programda yer almaktadır. Program içeriğinde öğrencilerin seviyesi ve birçok değişkene bağlı olarak bir kazanımın işleniş süresinin farklılık gösterebileceği bilgisi yer almaktadır. Bu sebeple programda yer alan kazanımlar için önerilen süreler kesin olmayıp yaklaşık değerler olarak belirtmektedir (MEB, 2018). Bu bilgiler ışığında bu araştırmada, her hafta 80 dakikalık derslerden oluşan toplamda dört hafta yani 320 dakikalık bir çalışma ile konu öğrencilere anlatılmaya çalışılmıştır. Tablo 1’de yedinci sınıfta “Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri” ünitesine ait kazanımlara yer verilmiştir.

Tablo 1 Yedinci Sınıf düzeyinde “Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri” ünitesine ait kazanımlar

| Kazanım Numarası | Kazanım İçeriği                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| M.7.3.4.         | Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri<br>Üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görünümlerini çizer.                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| M.7.3.4.1.       | a) Eş küplerden oluşturulmuş yapılar ve bilinen geometrik cisimler kullanılır. Çizim için uygun kareli kâğıtlar kullanılır. Yapıların farklı yönlerden görünümünün ilişkilendirilmesi istenir (ön-arka ve sağ-sol görüntülerinin simetrik olması gibi).<br>b) Uygun bilgi ve iletişim teknolojileriyle etkileşimli çalışmalara yer verilebilir.<br>Farklı yönlerden görünümüne ilişkin çizimleri verilen yapıları oluşturur. |
| M.7.3.4.2.       | a) Eş küplerden oluşturulmuş yapılar ve bilinen geometrik cisimler kullanılır. Eş küplerle oluşan yapıları çizmek için izometrik kâğıt kullanılabilir.<br>b) Uygun bilgi ve iletişim teknolojileriyle etkileşimli çalışmalara yer verilebilir.                                                                                                                                                                               |

(MEB (2018). Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 1., 2., 3., 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıflar). Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara)

Kazanımların içeriğine bakıldığında “uygun bilgi ve iletişim teknolojileriyle etkileşimli çalışmalara yer verilebilir” ifadesi dikkat çekmektedir. Teknolojinin derse faydaları hakkında yapılan bir araştırmada, ders esnasında ve eğitim koordinasyonunun kolaylığını sağlamakla birlikte çoğu duyu organına hitap edebilmesi, hazır eğitim araçları sunması gibi birçok yarardan bahsedilmektedir. Eğitimde teknolojiyi etkin kullanabilme ile eğitimin kalitesinin artırılması için birçok ülke eğitim sistemlerine teknolojiyi de dâhil etmeye başlamıştır (Uzun, 2015). Bu sebeple eğitiminin amaçlarından biri de öğrenme ortamına teknolojik anlamda nitelik kazandırmak olmuştur. Günümüz teknolojisi dikkate alındığında, eğitime büyük ölçüde katkı sağlayacak teknolojiler arasında akıllı tahtalar, artırılmış gerçeklik (AG) ve sanal gerçeklik (SG) destekli öğretim ile mobil destekli öğretim önemli bir yer tutmaktadır. (Bilgin, 2018).

Gelişmiş ülkelerde eğitim sistemleri bireylerin teknolojiyle içli dışlı olacağı şekilde düzenlenmektedir (Williams ve Kingham, 2003). AG teknolojisi gerçek hayatta bulunan objelerin üzerine sanal objelerin bütünleştirilebildiği dijital ortamlar olarak tanımlanmıştır (Milgram ve Kishino, 1994). AG, bireyin kendi zihinsel şemalarını oluşturabildiği bilgilerini yapılandığı aktif ortamlar sağlayarak AG ortamında somut deneyimler yaşamasına olanak vererek bilginin kalıcılığını olumlu etkilemektedir (Wojciechowski ve Cellary, 2013).

Gelişen teknoloji günlük hayatın ayrılmaz bir parçası olarak karşımıza çıkmaktadır. Yeni nesil öğrenciler “Z kuşağı” olarak adlandırılmakta ve bu kuşak teknoloji ile iç içe yaşamaktadır. Bu nedenle ilgi alanları da önceki nesillere göre farklılık göstermektedir. Teknolojinin hayatın her alanında olmasını isteyen Z kuşağı için eğitimde teknoloji kullanımının daha da artırılması önümüzdeki süreç için artık kaçınılmazdır.

Gelişen teknolojik adımlar sayesinde AG uygulamalarının kolay ulaşılabilir, rahat kullanılabilir ve çok zorlanmadan hazırlanabilir oluşu ve aynı zamanda Z kuşağının da ilgisini çeken son teknolojik gelişmelerden olması, AG teknolojisinin öğretim ortamlarında da kullanılmasına neden olmuştur. Topraklıkoğlu (2018); AG uygulamalarının matematik eğitimindeki “Cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri” ünitesinde kullanılmasının öğrencilerin uzamsal yeteneklerinde gelişime, geometriye ve AG uygulamalarına yönelik tutumlarının değişimine bir etkisinin olup olmadığını ve öğrencilerin AG etkinlikleri ile ilgili görüşlerinin nasıl olduğunu araştırmak amacıyla bir çalışma yapmıştır. Çalışma sonucunda öğrenciler, AG etkinliklerinin yer aldığı matematik dersinin verimli ve eğlenceli geçtiğini, derse karşı ilgi ve motivasyonlarının arttığını, bu tür uygulamaların daha sık ve farklı derslerde de olması gerektiğini düşündüklerini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Gün (2014) ise yaptığı araştırmada ortaokul düzeyinde AG teknolojisi kullanılarak planlanan matematik derslerinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerine, başarılarına ve derse yönelik tutumlarına önemli bir katkı sağladığı sonucuna ulaşmıştır. Akkuş (2016), AG uygulamalarının Makine Mühendisliği Bölümü’nde okutulan Bilgisayar Destekli Teknik Resim dersinde kullanımının, öğrencilerin teknik çizimlere yönelik uzamsal yeteneklerine ve akademik başarılarına olan etkisini araştırmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerden edinilen görüş, öneri ve gözlemler neticesinde AG’nin bilgisayar destekli teknik resim dersi için faydalı bir uygulama olduğu da tespit edilmiştir.

Yukarıda verilerden yola çıkılarak, matematik ve geometri ders konularında uzamsal yeteneğin önemli olduğu, aynı zamanda ders esnasında eğitim teknolojilerine yer verilmesinin önerildiği, bu amaçla yapılan çalışmaların araştırılması ve AG teknolojisinin öğrencinin uzamsal yeteneğine olan etkisinin incelenmesinin gerekli olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır.

## **1.2. Araştırmanın Amacı**

Bu araştırmada AG uygulamalı eğitimin, yedinci sınıf öğrencilerinin uzamsal yetenekleri üzerindeki etkilerini incelemek amaçlanmıştır. AG teknolojisinin soyut olan şekilleri 3B olarak gerçeğe yakın şekilde görselleştirmesi ve kullanıcılara rahat bir kullanım vermesi nedeniyle eğitimde önemli bir etkiye sahiptir. AG uygulamalı eğitimde kullanılmak üzere bir yazılım araştırmacı tarafından tasarlanarak yazılımcı firmalar tarafından geliştirilmiş ve şekiller AG olarak kullanıcılara eğitim esnasında yararlanmaları için sunulmuştur. Bu geliştirilen yazılım açık erişime uygun olarak tüm kullanıcıların hizmetine sunulmuştur. Aynı zamanda araştırmacı tarafından geliştirilen ve literatüre kazandırılan “Uzamsal Yetenek Testi (UYT)” öğrencilerin eğitim öncesi ve eğitim sonrası uzamsal yetenek seviyelerini ölçmek ve sonuçları karşılaştırmak imkânı elde etmek amacı ile kullanılmıştır. Test sonuçlarına göre, gönüllülük esasına uygun seçilen öğrenciler ile bir hafta tanıtım dersi ve dört hafta AG uygulamalı eğitimden oluşan toplam beş haftalık eğitim öğrencilere ders öğretmenleri tarafından verilmiştir. Eğitim öncesinde yapılan ön-test sonuçları, eğitimin sonunda yapılan son-test sonuçları ve kalıcılık testi sonuçları arasında karşılaştırmalar yapılarak hangi boyutlarda ne gibi ilerlemelerin olduğu ve bunların nedenleri incelenerek sonuçlar değerlendirilmiştir. Nicel veriler ışığında elde edilen sonuçlar öğrenciler ile yarı-yapılandırılmış görüşmelerden edinilen bilgiler ışığında derinlemesine incelenmiş ve gelişmelerin nasıl ve ne yönde olduğu anlaşılmaya çalışılmıştır. Bu çalışmanın amacı, AG uygulamalı eğitimin ortaokul yedinci sınıf öğrencilerinin uzamsal yetenek gelişimlerine olan etkisini incelemek ve sonuçlarını ortaya koymaktır.

## **1.3. Araştırma Problemi**

Bu çalışmanın karma yöntem araştırmasına yönelik araştırma sorusu “Yedinci sınıf öğrencilerinin AG uygulamalı eğitimin katkısına yönelik görüşleri, AG uygulamalı eğitimin uzamsal yetenekler üzerine etkisini nasıl açıklamaktadır?” şeklindedir. Bu çalışma, sıralı

açıklayıcı desen kapsamında nicel araştırma sorusunu nitel araştırma sorusu ile açıklamıştır. Bu doğrultuda, aşağıda önce nicel, sonra ise nitel ana araştırma sorusu verilmiştir Daha sonra ise nicel araştırmaya ait alt problemler ve hipotezler yazılmıştır:

Nicel araştırma yöntemi ana sorusu olarak “Yedinci sınıf öğrencilerinin uzamsal yetenekleri üzerine AG uygulamalı eğitim istatistiksel olarak anlamlı mıdır?” sorusuna cevap aranmıştır. Nitel araştırma yöntemi ana sorusu olarak ise “Yedinci sınıf öğrencilerinin AG uygulamalı eğitimin katkısına ilişkin görüşleri nelerdir?” sorusuna bu çalışmada cevap aranmıştır.

### **1.3.1. Nicel araştırma yöntemi alt problemleri**

- Kız ve erkek yedinci sınıf öğrencilerinin ön test uzamsal yetenek puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
- Kız ve erkek yedinci sınıf öğrencilerinin son test uzamsal yetenek puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?
- Kız ve erkek yedinci sınıf öğrencilerinin kalıcılık testi uzamsal yetenek puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?

### **1.3.2. Nicel araştırma yöntemi hipotezleri**

- Kız ve erkek yedinci sınıf öğrencilerinin ön test uzamsal yetenek puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.
- Kız ve erkek yedinci sınıf öğrencilerinin son test uzamsal yetenek puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.
- Kız ve erkek yedinci sınıf öğrencilerinin kalıcılık testi uzamsal yetenek puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur.

## **1.4. Araştırmanın Önemi**

Araştırmacı ortaokul düzeyinde en çok zorlanılan konuların geometri derslerinde olduğunu ve öğrencilerin uzamsal yeteneklerinde eksiklikler olduğu hakkında birçok matematik öğretmeninden dönütler almış ve çalışmasını bu doğrultuda şekillendirmeyi amaçlamıştır. Uzamsal yeteneğin daha çok üç boyutlu cisimler ile işlemler yapmayı gerektirmesi ve müfredatta da özellikle ders esnasında teknolojik alet ve gelişmelerden yararlanılmayı

önermesi üzerinde yeni gelişen bir teknoloji olan “Artırılmış Gerçeklik” uygulamasının uzamsal yetenek ile ilişkilendirilmesi fikri araştırmacıda doğmuştur.

Uzamsal yetenek birçok meslekte önemli bir başarı faktörüdür (Smith, 1964). Sorby (1999) görsel düşünme becerisinin sadece sanatçılar için değil aynı zamanda bilim ve teknoloji alanlarında çalışanlar için de gerekli olduğunu belirtmektedir. Araştırma ile hedeflenen, öğrencilerin geometrik nesneleri zihinlerinde anlamlandırmalarına yardımcı olacak AG uygulamalı bir öğrenme ortamı hazırlamaktır.

AG ile desteklenen öğrenme ortamı; 2B sunulan çizimlerin 3B cisimler olarak daha gerçekçi görünmelerini sağlayarak, hazırlanan cisimlerin değişik yönlerden irdelenmesine, özelliklerinin kavranmasına ve zihinde daha gerçekçi canlandırılmalarına yardımcı olmaktadır. AG öğretim ortamları öğrencilerin derse olan ilgisini artırmakta, öğrencilerin hayal gücünü ve yaratıcılıklarını kullanmalarını teşvik etmektedir. Ayrıca öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmesi bakımından eğitim alanında AG teknolojisinin kullanılması önemlidir. Yen ve arkadaşları (2013) eğitim ortamlarında AG teknolojisinin sunduğu katkıları üç temel başlık altında sınıflamıştır. Bunlar:

- Yeni öğrenme ortamı oluşturma,
- Etkileşimli içeriğe sahip olma,
- Görsel destek sağlamasıdır.

AG teknolojisi diğer teknolojilerden farklı olarak, özellikle sanal ve gerçek nesnelerle birlikte etkileşime girmeye olanak sağlamakta, dikkati ve motivasyonu artırmaktadır (Singhal ve diğerleri, 2012). Aynı zamanda, eğitimde AG’nin özellikle, soyut kavramların somutlaştırılması ve karmaşık bilgilerin sunulması durumlarında kullanımının daha etkili olabileceği düşünülmektedir (Walczak ve diğerleri, 2006). AG teknolojisinin sahip olduğu karmaşık ilişkileri görselleştirme (Arvanitis ve diğerleri, 2007; Wu ve diğerleri, 2013) ve kalıcı öğrenmeyi sağlama (Ivanova ve Ivanov, 2011) özellikleri bu araştırmada, diğer teknolojik yazılım ve uygulamalar yerine AG teknolojisinin seçilmesinde önemli rol oynamıştır.

“Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri” ünitesi yedinci sınıf müfredatının son ünitesi olmasından dolayı, geliştirilen AG uygulaması sayesinde ünitenin somutlaştırılarak hızlı ve etkin bir şekilde öğretilmesi için eğitimcilere yardımcı olunulacağı düşünülmektedir. Aynı zamanda ünite, sınavlardan sonraya kaldığı için öğretmenlere öğrencileri değerlendirme açısından olanak sağlamamaktadır. Yapılan çalışmanın, bu yönüyle de ünite sonrasında

öğrencilerde uzamsal yetenek boyutlarının ne düzeyde ve ne seviyede gelişim gösterildiği konusunda öğretmenlere rehberlik etmesi beklenmektedir. Aynı zamanda, öğretim programları planlanması üzerine çalışan uzmanlara da geliştirilen yönlerin boyutları açısından yol gösterici olacağı ön görülmektedir. AG sayesinde soyut kavramların somutlaştırılabilmesi sağlanmakta, ders daha ilgi çekici hale gelmekte ve öğrenim kolaylığı sağlanabilmektedir. Aynı zamanda, bu çalışma öğrencilerin uzamsal yeteneğinin ne ölçüde geliştiğini de açıklamıştır.

### **1.5. Tanımlar**

Uzamsal Yetenek: Görsel imgeler oluşturabilme, şekilleri zihinde yeniden düzenleyebilme, devam ettirebilme ve başka şekillere dönüştürebilme yeteneğidir (Lohman, 1993).

Artırılmış Gerçeklik: Sanal materyaller veya nesnelerin telefon, tablet gibi mobil teknolojik cihazlar yardımıyla gerçek ortam ile etkileşimli ve bir arada gösterimidir (Azuma, 1997).

### **1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları**

Bu çalışma,

- Nevşehir ili, Merkez ilçesinde yer alan bir özel bir eğitim kurumunda yedinci sınıfta yaz kursunda öğrenim görmekte olan 18 öğrenci ile
- Ünite olarak; yedinci sınıf “Cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri” ünitesi ile
- Nicel araştırma kısmında, tek gruplu deneysel desen ile
- Araştırmacı tarafından geliştirilen ders planlarının içerikleri ile
- Araştırma süresi olan dört hafta ile sınırlıdır.

### **1.7. Araştırmanın Varsayımları**

Bu çalışmada,

- Ulaşılan sonuçların AG uygulamalı eğitimin gelişimi için faydalı olacağı,
- Öğrencilerin araştırma kapsamında sorulan soruları cevaplarırken gerçek duygu ve düşüncelerini samimi ve içten şekilde yansıttıkları,
- Öğrencilerin UYT ve yarı-yapılandırılmış görüşme sorularına samimi ve içten cevaplar verdikleri,

## BÖLÜM II

### KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde, AG'nin tanımı, eğitimdeki kullanımı, avantajları, uzamsal yetenek ve bileşenleri, uzamsal yeteneğin eğitimdeki önemi, AG ve uzamsal yetenekle ilgili eğitim alanında yapılmış çalışmalara yer verilmiştir.

#### 2.1. Artırılmış Gerçeklik

##### 2.1.1. Artırılmış Gerçeklik Tanımı

Bilim ve teknolojide meydana gelen gelişmeler, teknolojik araçların gelişmesini sağladığı gibi yeni teknolojik araçlarında doğmasına yol açmıştır. Bu yeni teknolojik araçlardan biri de reklamlardan eğlenceye, mühendislikten sağlığa, üretimden eğitime kadar birçok yerde kullanılan (AG) teknolojisidir. AG ile ilgili literatür incelendiğinde birçok tanıma rastlanmaktadır.

AG; kullanıcının ses, metin ve diğer veriler ile gerçek dünyanın artırılmış gibi görünümünü sağlayan teknolojidir şeklinde tanımlanabilir (Gonzato ve arkadaşları, 2008). Benzer şekilde, Azuma (1997) AG'yi sanal nesnelerin gerçek dünya ile birleştirildiği bir teknoloji olarak tanımlamaktadır.

AG, bilgisayar destekli sanal görüntülerin tamamen fiziksel nesneler üzerinde eş zamanlı olarak yer aldığı bir teknolojidir (Zhou ve arkadaşları, 2008). En geniş anlamıyla AG, gerçek olmayan yani sanal grafikleri fiziksel bir gerçeklikle harmanlayan dijital bir görüntüdür (Vyas, 2015). Başka bir ifade ile AG uygulamaları, gerçek ortamların sanal ortamlar ile eş

zamanlı olarak etkileşip bireylere aynı duyuşal şartlarda ulaştığı uygulamalardır (Özarslan, 2011). Bununla birlikte AG, gerçek dünyanın değışmesine neden olmak yerine, bireylerin var olan dünya ile karşılıklı iletişim halinde bulunduğı, gerçek ortamlardaki sanal objelerin kullanıldığı bir gerçeklik programıdır (Zhu ve arkadaşları, 2004). AG'nin sahip olduğı en önemli özellik, kullanıcıların normal şartlarda algılayamayacağı verileri sunarak, gerçekliğin artırılmasını ve güçlendirilmesine olanak vermesidir (Azuma, 1999).

Literatür incelendiğinde, AG'nin içerdığı sanal nesneler nedeniyle AG'nin SG kavramı ile karıştırıldığı görülmektedir. SG, bilgisayar ortamında 3B modeller aracılığı ile gerçek bir ortamın yaratılması ve bu ortamın gerçek dünya ile etkileşime girmesi olarak tanımlanmaktadır. Sanal ortamında oluşturulan verilerin gerçek ortam görüntüleri ile eş zamanlı olarak çoğaltılması AG olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle AG, SG'nin bir türevi olarak düşünülebilir (Azuma, 1997).

SG, mevcut gerçekliğı sanal bir gerçeklik ile değıştirirken; AG, gerçek ortam görüntülerini geri plan olarak kullanır ve bu geri planın üstüne sanal verileri, grafikleri, 3B modelleri vb. yerleştirir. Zenginleştirim ekleme yoluyla gerçekleşmektedir (Kerawalla ve arkadaşları, 2006).

Alanyazında yine AG ile ilgili birçok kavram yanılgısı ve anlam kargaşasının olduğı görülmektedir. Milgram ve Kishino (1994) tarafından açıklanan “Gerçek Sanal Sürekliliğı Diyagramı” Şekil 1’de özetlenmiştir. Bu diyagram karma gerçeklik, gerçek ortam, AG, artırılmış sanallık ve SG gibi birçok kavramın farklılaştığı yönleri açıklamak ve bu karışıklığın giderilmesine yardımcı olmaya çalışmak için hazırlanmıştır.



Şekil 1. Gerçek sanal sürekliliğı diyagramı (Milgram ve Kishino, 1994).

Şekil 1’ de sol taraf, insanların yaşadığı fiziksel dünya olan gerçek ortamı yansıtmaktadır. Bu gerçek ortama metin, ses, resim gibi dijital içerik eklenerek artırılmış gerçeklik meydana gelmektedir. Şeklin sağ tarafında ise gerçek bir nesnenin olmadığı, yalnızca dijital ortamı

içeren sanal ortam bulunmaktadır. Sanal olan bu ortama gerçek nesneler eklenerek artırılmış sanallık ortaya çıkmaktadır.

SG, dijital bir ortam, AG ise gerçek dünya ortamı sunmaktadır. Bu diyagramı hem görselleştirmek hem de daha anlaşılır kılmak için hazırlanan sanallık diyagramı şekil 2’de gerçek sanal sürekliliğine ışık tutmak için hazırlanmıştır.



Şekil 2. Sanallık Diyagramı

“<https://twitter.com/IntelBusiness/status/735878200329396224/photo/1>” sayfasından erişilmiştir.

Azuma (1997), bu karışıklığa açıklık getirmek ve AG’nin sınırlılıklarını açıklığa kavuşturmak hedefi ile yaptığı çalışmada AG’de olması gereken özellikleri;

- Sanal ile gerçeği birleştirir,
- Gerçek zamanlı etkileşimlidir,
- 3B dir (Azuma, 1997; Kaufmann ve Schmalstieg 2003) şeklinde sıralamıştır.

### 2.1.2. Artırılmış Gerçeklik Tarihsel Gelişimi

AG teknolojisinin yıllara göre gelişimi incelendiğinde, AG teknolojisinin ilk örneği 1960 yıllarının başlarında, Morton Heilig’in geliştirdiği ve beş duyuyu içeren sanal deneyim simülasyonu olarak tasarlanmış olan “Sensorama” olarak gösterilebilir (Gigante, 1993). Bundan sonraki teknolojisi ise 1963 yılında Ivan Sutherland ve öğrencileri tarafından

“Sketchpad” adını verdiği etkileşimli çizim yapılabilen 3B grafikleri göstermek için geliştirilen grafik ara yüzüdür (Krevelen ve Poelman, 2010).

“*The Ultimate Display*” isimli etkileşimli sanal dünya ortamı Ivan Sutherland tarafından 1965 yılında geliştirmiştir. Başa takılan “*The Sword of Damocles*” ise Ivan Sutherland ve Bob Sproul tarafından 1966 yılında geliştirilmiş ilk AG uygulamasıdır (Sundara, 2012). Sanal nesnelerle kullanıcıların etkileşime girdiği ilk ortam 1975 yılında Myron Krueger tarafından tasarlanmıştır (Alkhamisi ve Monowar, 2013; Carmigniani ve Furht, 2011).

Schmalstieg ve Höllerer (2016) 1980’lerde ve 1990’ların başında bilgisayar ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte AG teknolojisinin bağımsız bir araştırma alanı haline geldiğine dikkat çekmişlerdir.

Steve Mann tarafından “*EyeTap isimli Dijital Gözlükler*” ise 1980 yılında tasarlanmış ve bu sayede giyilebilir teknolojilerin üretimi de başlatılmıştır (Yuen ve arkadaşları, 2011). 1990 yılında “*Artırılmış Gerçeklik*” kavramını ilk kez Tom Caudell ve David Mizell kullanmıştır (Carmigniani ve arkadaşları, 2011; Caudell ve Mizell, 1992). 1992 yılında Tom Caudell ve David Mizell tarafından geliştirilen AG uygulaması Boeing çalışanlarının kablo demetlerini nereye ve nasıl bağlayacaklarını talimatlar ile anlatan sistemin geliştirilmeye başlanması ile tekrar gündeme gelmiştir (Caudell, ve Mizell, 1992).

Feiner, Macintyre ve Seligmann, 1993 yılında AR teknolojisi “Karma” yı tanıtmış ve geliştirilen teknoloji sayesinde artık bakım ve onarım işlemlerinin otomatik ve sıralı olarak gerçekleştirilmesi mümkün hale gelmiştir (Schmalstieg ve Höllerer, 2016). Milgram ve Kishino (1994) AG ile SG kavramları arasında olan ilişkiyi açıklığa kavuşturmak için “Gerçek Sanal Sürekliliği Diyagramı” nı oluşturmuşlardır. Yine aynı yıl ilk AG tiyatro uygulaması geliştirilmiştir. 2B işaretleyicilerin kullanıldığı ilk AG uygulaması “*Cybercode*” 1996 yılında geliştirilmiştir. 1997 yılında ise ilk dış mekân AG uygulamaları geliştirilerek hizmete sunulmuştur (Corps, 2017). Tüm bu veriler ışığında AG ile ilgili önemli gelişmelerin 90’lı yıllarda geliştirildiği gözlemlenmektedir. 1997’de Azuma, AG kavramının sınırlarını ve karakteristik özelliklerini belirlemek amacıyla AG’nin çeşitli kullanımını inceleyen ilk ayrıntılı çalışma olan “*A Survey of Augmented Reality*” başlıklı makalesini yayınlamıştır (Carmigniani ve Furht, 2011).

1999’da, sayesinde sanal şekillerin gerçek görüntüler üzerine aktarılabilirdiği “*ARToolkit*” adlı dünyanın ilk açık kaynak kodlu yazılım kütüphanesi Hirokazu Kato tarafından oluşturulmuştur (Corps, 2017). Aynı zamanda ticari olmaması şartı ile uygulamalarda

ücretsiz kullanılabilen bir kod kütüphanesi olma özelliği taşımaktadır. Ayrıca Bruce Thomas tarafından 2000 yılında “ARQuake” geliştirilmiştir (Carmigniani ve Furht, 2011). Bu uygulama ilk dış mekân mobil AG uygulaması olması açısından önemli bir yere sahiptir.

Karal ve Abdüsselam’ın (2015) ifade ettikleri gibi ilk akıllı cep telefonu ile kamerasının üretimi ve karekodlar sayesinde mobil cihazlar üzerinde AG uygulamalarının kullanımı artmaya başlamıştır. Azuma ve arkadaşları teknolojiye gelişmeler ışığında 2001 yılında “Recent Advances in Augmented Reality” isimdeki makalelerini yayınlamışlardır. Ayrıca 2000’li yıllarda AG kapsamında “IWAR”, “ISAR” ve “ISMAR” isimli kongreler düzenlenmeye başlanmıştır (Sin ve Badioze-Zaman, 2010; Van Krevelen ve Poelman, 2010). 2001 yılında başlatılan “ISMAR” (Uluslararası Karma ve Artırılmış Gerçeklik Sempozyumu), AG ile ilgili bir akademik çalışma olması sebebiyle önemli bir yere sahiptir (Karal ve Abdüsselam, 2015; Van Krevelen ve Poelman, 2010).

2000’ li yıllardan sonra AG ile ilgili gelişmelerin artması farklı uygulamaların ortaya çıkmasını sağlamıştır (Alkhamisi ve Monowar, 2013; Carmigniani ve arkadaşları, 2011; Carmigniani ve Furht, 2011; Corps, 2017). AG uygulamalarının ticari amaçla kullanılmaya başlanması 2008 yılında gerçekleşmiştir. AG Kılavuzu’nu çıkaran ve android telefonlar için geliştirilen “Wikitude” uygulaması ile AG teknolojisinin gelişimi noktasında önemli adım atılmıştır. 2009 yılında kullanıcıların internet üzerinde AG içeriğini kullanabilmeleri sağlayan “FlarToolkit” ortaya çıkmıştır (Corps, 2017). Otomobil üreticileri servislerinde 2013 yılında AG teknolojisinden yararlanmaya başlamıştır. Google “Google Glass” adlı akıllı gözlüklerinin ilk örneklerini 2013 yılında tanıtmıştır. 2015 ve 2016 yılında ise yine Google tarafından AG ile ilgili yüksek düzeyde yatırımlar yapılmıştır (Augment, 2016). 2016’da Microsoft “Hololens” adlı AG gözlüğünü tanıtmıştır. Apple tarafından 2017 yılında “ARKit” geliştirilmiştir. Bu platform geliştirildiği yılda Dünya’nın en büyük AG platformu olarak kabul görmektedir. Günümüzde hâlihazırda kullanılan ve sayıları günden güne artan birçok mobil AG uygulamaları bulunmaktadır.

AG teknolojisindeki hızlı ilerlemeler, AG’nin eğitim alanında kullanılma fikrini ortaya çıkarmıştır. Bu nedenle, AG teknolojisinin eğitim alanında kullanımının özellikle son yıllarda yaygınlaştığı gözlemlenmektedir (Cai ve arkadaşları, 2014; İbili, 2013; Somyürek, 2014). Şekil 3’te verilen infografik ile AG alanındaki gelişmeler daha açık bir biçimde özetlenebilir.



Şekil 3. Artırılmış gerçekliğe ait infografik

### 2.1.3. Artırılmış Gerçeklik Teknolojileri ve Çeşitleri

Azuma'ya (1997) göre, AG uygulamalarını görüntülemek için “*optik tabanlı*” ve “*video tabanlı*” şeklinde iki farklı çeşitte cihaz bulunmaktadır. Görüntünün, kafaya takılan görüntüleme cihazında kullanıcının retinası üzerinde oluşması sistemine “*optik tabanlı görüntüleme sistemi*” denilmektedir ve bu görüntüleme sistemi ile kullanıcı gerçek dünyayı görebilmektedir. Görüntünün kamera yardımıyla alınarak ekran üzerinde oluşmasına ise “*video tabanlı görüntüleme sistemi*” denilmektedir. Bu görüntüleme sisteminde optik tabanlı görüntüleme sisteminin aksine, gerçek ortam kamera vasıtası ile görüntülenebilmektedir (Azuma, 1997). Video tabanlı görüntüleme genellikle mobil cihazlar (telefon, bilgisayar, tablet vb.) aracılığıyla yapılırken, optik görüntüleme sistemlerinde kask ve akıllı gözlük kullanılmaktadır (Carmignani ve arkadaşları, 2011).

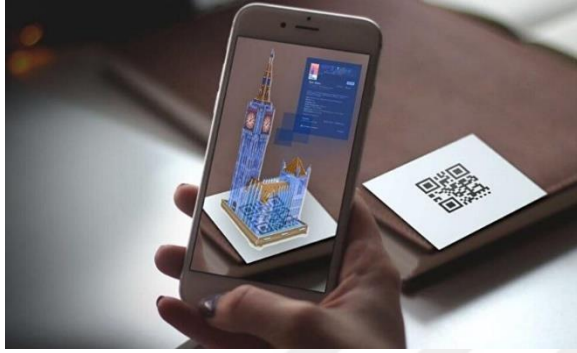
Optik tabanlı görüntüleme cihazları, günümüzde AG teknolojisinin çalışmasını sağlayan en önemli ve yaygın teknolojik cihazlardandır. Microsoft firması tarafından geliştirilen ve 2015 yılında piyasaya sürülen “*Hololens akıllı gözlük teknolojisi*”, AG teknolojisi alanında optik görüntüleme sistemleri arasında devrim başlatmıştır (Stearns ve arkadaşları, 2017). Hololens sayesinde AG uygulamalarının etkileşim boyutu artmıştır. Hololens'e ait bu özellik sayesinde eğitim alanı başta olmak üzere birçok alanda dikkat çekici hale gelmiştir (Márquez ve Ziegler, 2017; Stearns ve arkadaşları, 2017). Benzer şekilde “*HTC Vive*”, “*Meta 2*”, “*Glass*” ve “*Acer MR*” gibi cihazlar yine AG platformu için geliştirilen yeni akıllı gözlük geliştiren firmalardır. Şekil 4'te Hololens'e kullanılarak bir AG teknolojisi örneği verilmiştir.



Şekil 4. Hololens kullanılarak AG uygulamasına bir örnek.

“<https://www.microsoft.com/en-us/hololens>” sayfasından erişilmiştir.

AG teknolojisinde kullanılacak araç tercihi için öncelikle uygulamadan beklenen özelliğin ne olduğuna bakılmalıdır. Ardından uygulamaya göre en kullanışlı olan teknoloji ile AG uygulamalarından yararlanılmalıdır. Pence (2010), AG uygulamalarında kullanılan teknolojileri iki kategoride; “belirteçli veya işaretleyicili (marker-based)” ve “belirteçsiz veya işaretleyici olmaksızın (marker-less)” olarak sınıflamıştır. Marker tabanlı AG uygulamasında QR kodlar veya görsel öğeler kullanılır. Diğer taraftan marker-less tabanlı uygulamalarda ise konum kullanılmaktadır (Nielsen, Brandt ve Swensen, 2016). Şekil 5'te marker-based AG uygulama örneği verilmiştir.



Şekil 5. Marker-based AG uygulamasına bir örnek.

“<https://www.gzt.com/jurnalist/rehber-iphonelar-icin-en-iyi-5-artirilmis-gerceklik-uygulamasi-3425251>” sayfasından erişilmiştir.

Marker-based AR’de bir web kamerası yardımıyla, bir kâğıt üzerindeki işaretleyiciyi algılanır ve ardından AG teknolojisine ait yazılım tarafından sanal nesne oluşturulur. Oluşan sanal nesne kâğıt döndürülerek bilgisayar ekranı dışında görüntülenebilir. Ayrıca, 2011 yılında Google’ın başlattığı AndAR projesinde mobil cihazlarla işaretçi tabanlı AG uygulamalarının geliştirilmesi ile AG uygulamaları masaüstü bilgisayarlarla sınırlanmaktan kurtulmuştur (Cheng ve Tsai, 2013).

Marker-based AG uygulamalarının aksine marker-less AG uygulamaları, kablosuz ağ veya küresel konum belirleme sistemi (GPS) gibi konum verilerinden yararlanmaktadır. Tespit edilen konumlara eklenen sanal nesnelerin yerleştirilmesi ile elde edilir. McCall ve arkadaşları (2011), mobil cihazlar için konum tabanlı AG uygulaması geliştirilmiştir. Bu uygulamalar ile sahnedeki konum yönlendirmeleri ve artırılmış nesneler vasıtasıyla kullanıcılara şehrin tarihi mekânlarını gezebilme fırsatı sunmuşlardır.

Aynı zamanda, Layer ve Wikitude gibi popüler mobil uygulamaları da konum tespiti ile kullanıcıların etrafındaki artırılmış nesneleri keşfetmeleri için geliştirilmiştir (Cheng ve Tsai, 2013). Şekil 6'da marker-less AG uygulama örneği verilmiştir.



Şekil 6. Marker-less AG uygulamasına bir örnek.

*“<https://www.marxentlabs.com/news/furniture-today-marxent-takes-huge-step-toward-future-markerless-augmented-reality/>” sayfasından erişilmiştir.*

Cheng ve Tsai, (2013) AG teknolojisini “*resim tabanlı*” ve “*konum tabanlı*” şeklinde ikiye ayırmaktadır. Konum tabanlı olan AG uygulaması marker-less ile benzer özellikte olup, konuma göre 3B digital içerik sayesinde kullanılan AG uygulamasıdır. Resim tabanlı AG uygulaması ise marker-based ile benzer özellikte olup işaretleyici kullanılarak 3B digital görüntünün oluşmasıyla gerçekleştirilir (Nielsen, Brandt ve Swensen, 2016). Konum tabanlı AG uygulamasına bir örnek Şekil 7’de verilmiştir.

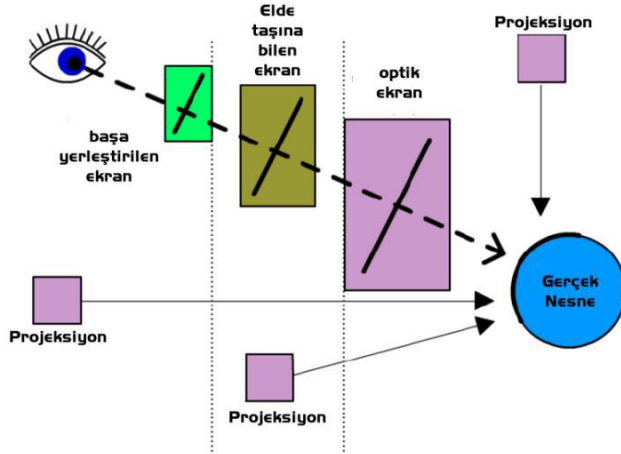


Şekil 7. Konum tabanlı AG uygulamasına bir örnek.

*<https://vakoms.com/blog/everything-you-need-to-know-to-build-location-based-ar-app/> sayfasından erişilmiştir.*

Bütün bu teknolojik yaklaşımlara ek olarak Krevelen ve Poelman (2010) AG teknolojisinde “*projeksiyon tabanlı* (projection-based)” yaklaşımından söz etmektedir. Projeksiyon tabanlı AG teknolojisinde kullanıcının baş kısmında herhangi bir aygıt bulunmamaktadır.

AG teknolojisi, oluşan görüntünün konumuna göre Şekil 8’de görüldüğü gibi kategorize edilmiştir (Krevelen ve Poelman, 2010). Konum tabanlı ve projeksiyon tabanlı artırılmış gerçeklik benzerdir.



Şekil 8. Görüntüleme teknikleri ve konumlandırma (Bimber, O. ve Raskar, R., 2005).

Konum tabanlı AG uygulamasının çalışma prensibi, projeksiyon aletinin çalışma prensibine oldukça benzer yapıdadır. Işık aracılığı ile gerçek bir zemin üzerine dijital içerikler yansıtma yolu ile gösterim yapılır. Konum Tabanlı AG’nin başlıca avantajı kullanıcıların herhangi bir cihaz kullanmasına gerek duymadan daha büyük ölçekli alanlardaki zeminlere yansıtılabilmesidir. Konum tabanlı AG, otomobil gibi büyük görüntülere sahip cisimlerin alıcılara tanıtımını yapabilmek amacı ile oldukça kullanışlı bir deneyim sunmaktadır ([https://miesofficial.com/blog/artirilmis-gerceklik/#Artirilmis\\_Gerceklik\\_Augmented\\_Reality\\_Nedir](https://miesofficial.com/blog/artirilmis-gerceklik/#Artirilmis_Gerceklik_Augmented_Reality_Nedir) sayfasından erişilmiştir. 20/08/2022).

Cisim tanıma özelliğini sayesinde gerçek nesneleri tanıyan ve bu cismi değiştirebilen AG uygulamasına ise “*Süperpoze AG*” denilmektedir. Bu işlem, artırılmış görüntünün, gerçek görüntünün bir kısmının veya tamamının yerini alması ile gerçekleşmektedir. Bu AG teknolojisi genellikle tıp alanında veya tarihi bir gezide bir yapının geçmişteki görüntüsünü gösterebilmek gib amaçlar için kullanılmaktadır ([https://miesofficial.com/blog/artirilmis-gerceklik/#Artirilmis\\_Gerceklik\\_Augmented\\_Reality\\_Nedir](https://miesofficial.com/blog/artirilmis-gerceklik/#Artirilmis_Gerceklik_Augmented_Reality_Nedir) sayfasından erişilmiştir. 20/08/2022).

gerceklik/#Artirilmis\_Gerceklik\_Augmented\_Reality\_Nedir sayfasından erişilmiştir. 20/05/2023). Şekil 9'da süperpoze AG uygulama örneği verilmiştir.



Şekil 9. Süperpoze AG uygulamasına bir örnek.

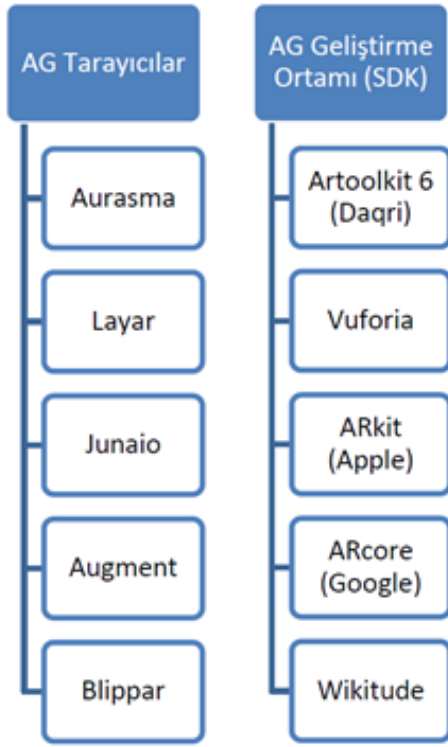
“[https://miesofficial.com/blog/artirilmis-gerceklik/#Artirilmis\\_Gerceklik\\_Augmented\\_Reality\\_Nedir](https://miesofficial.com/blog/artirilmis-gerceklik/#Artirilmis_Gerceklik_Augmented_Reality_Nedir)” sayfasından erişilmiştir.

AG’de kullanılan işaretçi tabanlı, işaretçisiz ve konum tabanlı uygulamalara ait özellikler Şekil 10’da özetlenmiştir.

| İŞARETÇİ TABANLI (Marker-Based) AG                                                                  | İŞARETÇİSİZ (Marker-Less) AG                                                                 | KONUM TABANLI (Location) AG                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|
| İşaretçi veya görsele bağlı çalışır                                                                 | Kullanıcıyı gerçek ortamda etkileşime dahil eder.                                            | Harita ve GPS konum bilgilerini kullanır.                           |
| Tüm alanlarda en çok kullanılan türdür.                                                             | Sağlık başta olmak üzere birçok alanda kullanılmaktadır                                      | Daha çok turizm alanında kullanılmaktadır.                          |
| Geliştirme ve görüntüleme ortamları, ARToolKit, Junaio, Layar, Wikitude, Vuforia, ARkit, Arcore vb. | Geliştirme ortamlarından en çok kullanılan Vuforia, Arcore, ARkit, ARToolKit 6, Wikitude vb. | Geliştirme ortamlarından en çok kullanılan Wikitude ve ARToolKit 6. |

Şekil 10. AG Uygulama türleri ve özellikleri (Akkuş ve Özhan, 2017).

AG teknolojisinde bir diğer önemli konu ise AG teknolojisini geliştirme ortamlarıdır. Geometri, fen ve matematik alanlarında AG teknolojisini kullanarak uygulamalar hazırlamak için SDK adı verilen AG geliştirme ortamları ve AG görüntüleme tarayıcıları (Akkuş ve Özhan, 2017) Şekil 11’de gösterilmektedir.



Şekil 11. AG Geliştirme ortamları ve AG tarayıcıları (Akkuş ve Özhan, 2017).

Şekil 11'deki AG tarayıcıları; geliştirilecek olan AG uygulamasına ait sanal materyallerin tarayıcıya ait bir bulut ortamına aktarılıp, önceden belirlenen bir işaretçi üzerinde tarayıcıya ait mobil uygulama yardımıyla gösterilmesi şeklinde çalışmaktadır (Akkuş ve Özhan, 2017). AG tarayıcıları sayesinde programlama becerisi olmayan kullanıcıların model ve işaretçilerini hazırlayarak kolaylıkla AG uygulaması geliştirmesi sağlamaktadır (Grubert ve arkadaşlarından aktaran Akkuş ve Özhan, 2017). Ancak programlama becerisi gerektiren ve daha profesyonel AG uygulamaları için geliştirilen AG uygulama geliştirme ortamları (SDK) genellikle akademik çalışmalarda daha yaygın kullanılmaktadır (Akkuş ve Özhan, 2017; Yuen ve arkadaşları, 2011).

Şekil 11'deki AG tarayıcıları; geliştirilmekte olan AG uygulamasının sanal materyalinin tarayıcıya ait bir bulut ortamına aktarılması ve tarayıcının mobil uygulamasını kullanarak önceden belirlenmiş bir işaretçi üzerinde görüntülenmesiyle çalışmaktadır (Akkuş ve Özhan, 2017). AG tarayıcıları sayesinde programlama bilgisi olmayan kullanıcılar bile basit bir model ve işaretçiler hazırlayarak kolaylıkla AG uygulamaları geliştirebilmektedirler (Grubert ve arkadaşlarından aktaran Akkuş ve Özhan, 2017). Ancak programlama becerileri gerektiren ve daha uzmanlaşmış AG uygulamaları için geliştirilen AG uygulama geliştirme

ortamları (SDK'lar), akademik araştırmalarda genellikle daha yaygın olarak kullanılmaktadır (Akkuş ve Özhan, 2017; Yuen ve arkadaşları, 2011).

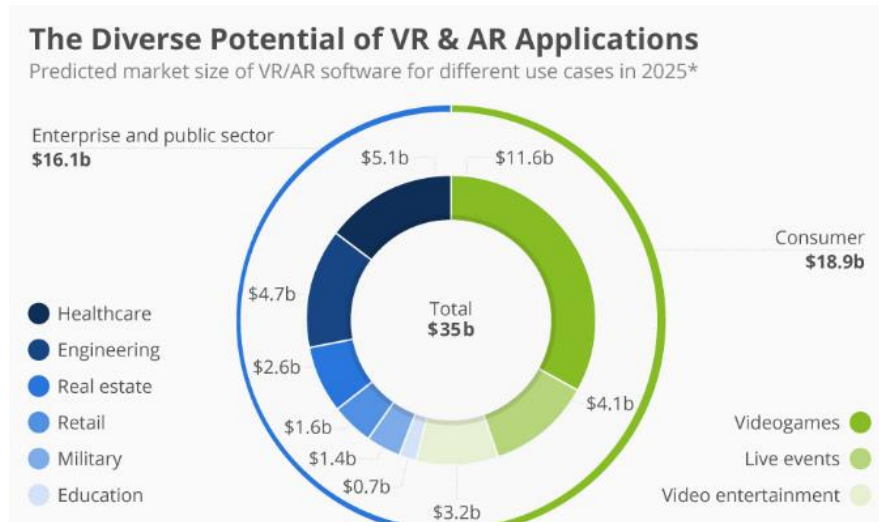
#### 2.1.4. Artırılmış Gerçeklik Kullanım Alanları, Avantajları ve Sınırlılıkları

Bu bölümde AG'in kullanım alanları ile bu alanlara ne avantaj sağladığı hakkında bilgiler verilecektir.

##### 2.1.4.1. Artırılmış Gerçeklik Kullanım Alanları

Mühendislik, askeriye, ticaret, eğitim, reklam, eğlence, tasarım, tıp ve imalat alanlarında AG teknolojisi kullanılmakta ve çeşitli uygulamalar geliştirilmektedir (Azuma, 1997; Bower ve arkadaşları, 2014; Carmignani ve arkadaşları, 2011; Krevelen ve Poelman, 2010; Mekni ve Lemieux, 2014). Aynı zamanda AG teknolojisi, Endüstri 4.0'ın temel bileşenlerinden biri olarak kabul edilmektedir (Williams, 2016 ve Özkaynak, 2018).

Günümüzde AG ve SG teknolojileri ile ilgili birçok alanda uygulamalar geliştirilmekte ve yatırımlar yapılmaktadır. Şekil 12, 2016 yılında hazırlanmış olan ve eğitim, sağlık, teknoloji, pazarlama, askeriye, gayrimenkul gibi birçok alanda 2025 yılında tahmini yatırım miktarlarını gösteren grafik olarak verilmiştir.



Şekil 12. Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik uygulamalarının çeşitli kullanım alanları.

“The Diverse Potential of VR ve AR Application”, Richter, F., 2016,

“<https://www.statista.com/chart/4602/virtual-and-augmented-reality-software-revenue/>”

sayfasından erişilmiştir.

#### ***2.1.4.2. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Avantajları***

Günümüzde farklı yöntemlerle öğretimin yanı sıra dijital araçların da öğretim materyali olarak kullanılması zorunlu hale gelmiştir (Seferoğlu, 2006). Özellikle matematik, geometri ve fen bilimleri gibi uygulamalı bilimlerin öğretilmesinde teknolojik araç ve cihazların kullanımına artan bir ihtiyaç bulunmaktadır. Aynı zamanda bu dijital öğrenme materyallerinin kullanımı daha rahat ve kolay bulunmaktadır. AG ile ilgili araştırmalar, teknolojinin gelişmesine paralel olarak ilerlemektedir. Teknoloji ilerledikçe kullanılan yöntemler, alanlar ve geliştirme ortamları da giderek değişmektedir. Bu sebepler ışığında, AG araştırmalarının yaygın olarak kullanıldığı alanlardan biri de eğitim ve öğretim olarak karşımıza çıkmaktadır (Erbaş ve Demirer, 2014; Koçoğlu, Akkuş ve Özhan, 2017; Leighton ve Crompton, 2017).

AG teknolojisinin faydaları arasında kullanıcıların, gerçek ve sanal dünya ile aynı anda etkileşime girmesine olanak sağlaması, öğrenci motivasyonunu artırması ve doğal bir deneyim sunması yer almaktadır (Singhal ve arkadaşları, 2012). AG teknolojisinde meydana gelen son gelişmeler, AG'nin eğitim ortamlarında kullanılmasına olanak sunmuştur (Johnson ve arkadaşları, 2011; Martin ve arkadaşları, 2011).

Santos ve arkadaşlarına (2016) göre AG görsel katkısı ve etkileşimli içeriği bakımından öğrenme deneyiminin daha kolay olmasını sağlar. AG, öğrencilerin karmaşık olayları anlamalarına ve daha iyi öğrenmelerine yardımcı olmak için gerçek nesnelere sanal şekiller ekleyerek, etkileşimli bir deneyim sağlamak için gerçek ve sanal bilgileri birleştirmektedir (Billinghurst ve Duenser, 2012). Literatürde AG teknolojisinin eğitim alanında birçok avantajının olduğu görülmektedir (Sırakaya, 2015). AG, öğrencilerin öğrenme sürecine olan ilgilerini artırmalarına olanak tanır. Bu durum öğrencilerin derse olan ilgisini arttırmakta, soyut kavramları tekrar uygulama fırsatı vermekte ve mekânsal kavramları daha kolay anlamalarına yardımcı olmaktadır (Yen ve arkadaşları, 2013). Aynı zamanda öğrencilerin öğrenme sürecindeki motivasyonunu artırmaktadır (Akçayır ve Akçayır, 2017; Bower ve arkadaşları, 2014; Chiang, Yang ve Hwang, 2014; Delello, 2014).

AG teknolojisi, öğrencilerin anlamalarına yardımcı olmakta, olumlu tutumları desteklemekte, memnuniyeti artırmakta, güveni ve uzamsal becerileri desteklemekte bilişsel yükü azaltmaktadır (M. Akçayır ve Akçayır, 2017). AG teknolojisi, okulların üretimi zor ve pahalı olan laboratuvar ekipmanı gibi kaynaklara kolayca erişmesine olanak tanımaktadır (Bower ve arkadaşları, 2014). Öğrencilerin akademik başarısını artırmaktadır (Abdüsselam,

2014; M. Akçayır ve Akçayır, 2017). Anlaşılması zor mekânsal olayları ve soyut kavramları görselleştirerek gerçek dünyada var olamayacak durumları temsil etmektedir (Mekni ve Lemieux, 2014).

AG teknolojileri, kitap, video ve bilgisayar gibi araçlara göre daha etkili olmakta, yazılı metinlere veya masaüstü yazılımlara göre öğrencilerin geometrik şekiller, kimyasal yapılar, astronomi ve mekanik hakkında bilgi sahibi olmasına yardımcı olmaktadır. Aynı zamanda öğrencilerin öğrendiklerini uzun süre akılda tutmalarına, zihinlerine daha kolay aktarmalarına ve işbirliğinin artmasına olanak sağlamaktadır (Radu, 2014).

Bu teknoloji, öğrenim içeriğini 3B olarak görüntüleyerek, her yerde işbirlikli öğrenmeyi desteklemekte ve görünmeyeni görselleştirmektedir (Wu ve diğerleri, 2013). Bu durum öğrencilerin anlamasını kolaylaştırmakla birlikte kavram yanlışlarını azaltmaya yardımcı olmaktadır (Shelton ve Hedley, 2012). Cheng ve Tsai'ye (2013) göre görüntü tabanlı AG uygulamaları öğrencilerin pratik becerilerini, uzamsal yeteneklerini ve kavramsal anlamalarını desteklemektedir. Konum tabanlı AG uygulamaları ise araştırmaya dayalı bilimsel faaliyetleri desteklemekle birlikte yapılandırmacı öğrenme yaklaşımlarını desteklemektedir (Sırakaya ve Seferoğlu, 2016). Bu sayede, öğrencilerin aktif, anlamlı ve etkili bir şekilde öğrenmelerine olanak tanımakta ve öğrencilerin görselleştirme becerilerini geliştirmektedir (Saidin ve arkadaşları, 2015).

#### ***2.1.4.3. Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Sınırlılıkları***

AG teknolojisinin eğitim ortamlarında kullanımının sağladığı avantajlar olduğu gibi kullanımını sınırlayan bazı özellikleri de vardır. Bunlar AG teknolojisinin kullanılmaması yönünde önemli bir etkiye sahip olmasalar da bazı noktalarda önlem alınması bakımından bilgi sahibi olunması açısından önemlidir. Akıllı telefonların kullanılması ile AG işlevselliği daha da artmıştır. Fakat AG içeriğini etkinleştirmek için akıllı telefonlar temel bileşenlere sahip olsalar da AG teknolojisi yine de çok fazla işlem gücü, bellek ve depolama alanı gerektirmektedir.

AG teknolojisinin kullanılacağı tablet, telefon, bilgisayar vb. aracın yeterli donanım özellikleri bulunmaması halinde bazı kısıtlamalara yok açmaktadır. Bellek, grafik gücü, işlemci olanağı, internet olanağı vb. unsurlar da cihazda yeterli durumda olmalıdır (Nazri ve Rambli, 2014). AG teknolojisi çevre koşullarından etkilenir. Kullanılan ortamın ışık düzeyi, ses düzeyi gibi şartlar AG teknolojisinin kullanımını olumsuz olarak etkileyebilmektedir

(Nazri ve Rambli, 2014). AG teknolojisi için tercih edilen programlara ait yazılım hatası veya kullanılan teknolojik ürün nedeniyle aksaklıklar ortaya çıkabilmektedir (Nazri ve Rambli, 2014).

AG teknolojisinin kullanıldığı cihazın ekran özellikleri de aksamalar oluşturabileceği gibi cihazın tepkileri geç algılaması ve kullanım için sunulan zaman sınırlandırmaları, uygulamanın verimli çalışmasına engel olabilmektedir. AG uygulamasının kullanıldığı cihaza ait ekranın küçük olması, özellikle akıllı telefonlar için önemli bir sınırlılık olduğu söylenebilmektedir (Swaminathan ve arkadaşları, 2013). Ayrıca, mobil cihazda kamera kalitesinin düşük olması sınırlılık olarak ifade edilebilir (Alkhamisi ve diğerleri, 2013). Ayrıca kaliteli bir kameranın varlığında ise AG uygulamalarının kullanılması, cihaza ait pillerin hızla boşalmasına neden olabilmektedir (Kolsch ve diğerleri, 2006). Diğer taraftan tüm bu teknik sınırlamaların yanı sıra sosyal kabul, gizlilik ve kullanışlılık olarak tanımlanan teknik olmayan sınırlamalarda bulunmaktadır (Nazri ve Rambli, 2014). Sosyal kabul, toplumun AG uygulaması için sürekli olarak kullanılacak gözlük vb. cihazlara tam olarak hazır olmaması ve dikkatlerini çekmesi olarak tanımlanabilir. Gizlilik ise, AG teknolojisi ile birleştirilmiş görüntü tanıma yazılımının, kullanıcıya ait akıllı telefonun sanal ortamlardan gelebilecek saldırılara açık duruma gelmesine neden olabilmesi durumu olarak ifade edilebilir. Kullanışlılık, çoğu AG uygulamasının kullanıcı etkileşiminden yoksun olması şeklinde ifade edilebilir (Kolsch ve diğerleri, 2006). AG uygulamasına ait bu sınırlılıklar zamanla çözülerek daha yaygın kullanımı sağlanabilir.

#### **2.1.5. Artırılmış Gerçekliğin Öğrenme Üzerine Etkisi**

AG teknolojisi, yetenekleri nedeniyle kısa sürede eğitim ortamlarında kullanılmaya yönelik hızla ilgi çekmektedir. Bu özellikler arasında,

- Eğitimde öğrenci merkezli olması (Delello, 2014),
- Yapılandırmacı öğrenme yaklaşımını desteklemesi (Delello, 2014)
- Yaparak ve yaşayarak öğrenmeyi sağlaması (Singhal ve arkadaşları, 2012; Wojciechowski ve Cellary, 2013)
- Sorgulayarak öğrenmeyi desteklemesi (Fleck ve Simon, 2013; Fleck ve arkadaşları, 2014; Rosenbaum ve arkadaşları, 2006; Squire ve Jan, 2007; Wojciechowski ve Cellary, 2013) göze çarpmaktadır.

Yen ve arkadaşları (2013), eğitimde AG kullanımının faydalarını; öğrenmede özgünlük (yenilik) sağlama, içerikle etkileşim kurma ve mekânsal kavramlar oluşturma şeklinde üç genel başlık altında sınıflandırmaktadırlar. Benzer şekilde Bujak ve arkadaşları (2013), AG uygulamalarının eğitimde kullanılmasının faydalarını bilişsel, fiziksel ve bağlamsal olmak üzere üç başlık altında özetlemiştir. Fiziksel alanda, AG'nin öğrencilere gerçek yaşam ortamlarıyla doğal bir şekilde etkileşim kurma fırsatı sağlayabileceğini, anlamayı ve hafızayı geliştirebileceğini ve öğrencilerin öğrenmeleri üzerindeki kontrolünü geliştirebileceğini belirtmektedirler. Bilişsel alanda, soyut kavramlar ve fiziksel nesneler arasında sembolik bağlantıların oluşturulduğunu, bunun da bilişsel yükü azalttığını ve zor olayların derinlemesine keşfedilmesine ve öğrenilmesine yardımcı olduğunu vurgulamaktadırlar. AG'nin bağlam alanında sağladığı kişisel iletişim ve kullanıcı dostu özellikler nedeniyle öğrenci motivasyonunu etkili bir şekilde artırabildiğini de ifade etmişleridir.

AG teknolojisinin eğitim ortamlarında kullanılmasının birçok faydasından bahsedilmektedir. AG teknolojisi, gerçek dünya koşullarında oluşturulamayan ortamların ve gerçek dünya koşullarında elde edilemeyen nesnelerin öğretilmesini mümkün kılmaktadır (Shelton ve Hedley, 2002; Wu ve arkadaşları, 2013; Yuen ve arkadaşları, 2011). AG teknolojisi, karmaşık konu ve kavramları görselleştirerek anlaşılmasını kolaylaştırmak için kullanılabilir (Kaufmann, 2003; Núñez ve arkadaşları, 2008)

Öğrencilerin sanal ve gerçek nesneler ile aynı anda doğal olarak etkileşim kurmalarına olanak tanımaktadır (Cai ve arkadaşları, 2014; Matcha ve Rambli, 2013; Taşkiran ve arkadaşları, 2015; Yen ve arkadaşları, 2013). Bu yönüyle de AG teknolojileri, öğrenmeyi eğlenceli hale getirmektedir (Matcha ve Rambli, 2013; Rambli ve arkadaşları, 2013; Taşkiran ve arkadaşları, 2015). En önemli etkilerinden biri öğrencilerin uzamsal becerilerini gelişmesidir (Fleck ve arkadaşları, 2014; Kaufmann, 2003; Medicherla ve arkadaşları, 2010; Shelton ve Stevens, 2004; Yen ve arkadaşları, 2013). Bir diğer önemli avantajı da soyut kavramların somut hale gelmesini sağlamasıdır (Abdüsselam ve Karal, 2012; Abdüsselam, 2014; Gün, 2014; Özarslan, 2013; Taşkiran ve arkadaşları, 2015). Aynı zamanda tehlikeli deneylerin güvenli bir ortamda yapılmasına da olanak sağlamaktadır (Eursch, 2007; Wojciechowski ve Cellary, 2013).

AG teknolojilerinin mühendislik ve mimarlık alanlarında; çizim ve modelleme derslerinde kullanıldığı gözlemlenmektedir (Martin-Gutierrez ve arkadaşları, 2009). Öğrencilerin bu bölümlerdeki aldıkları eğitimde uzamsal zekâ gelişimi konusunda eksiklikler olduğu

görülmektedir. Matematik ve geometri alanında yapılan araştırmaların ağırlıklı olarak uzamsal zekânın ve akademik başarının gelişimi ile ilgili olduğuna rastlanmaktadır (Kaufmann ve Schmalstieg, 2003; Kirner ve arkadaşları, 2012; İbili, 2013) ve AG teknolojisinin bu alanlarda kullanımının gün geçtikçe yaygınlaştığı literatürde görülmektedir.

## **2.2. Uzamsal Yetenek**

Literatür incelendiğinde, uzamsal yetenek kavramı yerine, uzamsal zekâ ve beceri kavramlarının da kullanıldığına rastlanmaktadır. Literatürde zekâ ve yetenek kavramları, belirli zihinsel ve fiziksel eylemleri gerçekleştirme yeteneği olarak tanımlanırken; beceri kavramı, bu yeteneklerin görsel olarak gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır. Uzamsal yetenek, uzamsal beceri veya uzamsal zekâ hakkında literatürde sıklıkla kullanılan terimin uzamsal yetenek olduğu görülmektedir. Bu araştırmada bu nedenlerden ötürü ilgili kavram, “uzamsal yetenek” olarak kullanılacaktır.

### **2.2.1. Uzamsal Yetenek Tanımı ve Bileşenleri**

Bu bölümde uzamsal yetenek kavramının tanımı ve bileşenleri ile bu bileşenlerin tanımına yer verilecektir.

#### **2.2.1.1. Uzamsal Yetenek**

Uzamsal yetenek, iyi yapılandırılmış görsel imgelerin yaratılması, yeniden düzenlenmesi ve dönüştürülmesi olarak tanımlanmaktadır (Lohman, 1996). Hauptman (2010) uzamsal yeteneği, uzamsal bilişteki bilgi ile işleyiş arasındaki etkileşimi sağlayan zihinsel bir süreç olarak değerlendirmektedir. Sorby'e (1999) göre ise uzamsal yetenek, görsel uzamsal dünyayı doğru bir şekilde algılama ve bu algıları performansa dönüştürme yeteneğidir. Lin ve Petersen (1985) uzamsal yeteneği, ilgili mekânsal görüntülerin algılanmasını, depolanmasını, yaratılmasını, organize edilmesini ve ilişkilendirilmesini içeren zihinsel bir süreç olarak tanımlanmaktadır. Uzamsal yetenek, uzaydaki nesneleri zihinde canlandırabilme, farklı açılardan tanıyabilme ve bu nesnelerin parçalarını ayrı ayrı veya bütün olarak hareket ettirebilme yeteneklerinin tamamı şeklinde ifade edilmektedir (Yıldız ve Tüzün, 2011).

Uzamsal yetenek, bireylerin yalnızca hareket eden nesnelerin yolunu tahmin etmelerine değil, aynı zamanda uzaydaki diğer nesnelere göre konumlarını belirlemelerine de yardımcı olmaktadır (Freina ve Ott'den aktaran Dokumacı Sütçü, 2018). Turğut (2015) uzamsal yeteneği zihinsel olarak hareket ettirme, parçalarına ayırma, birleştirme veya 3B uzaydaki nesneleri farklı perspektiflerden görselleştirme yeteneği olarak tanımlamaktadır. Bir diğer tanıma göre de uzamsal yetenek, ilişkileri görsel olarak anlama, manipüle etme, sıralama ve yorumlama yeteneğidir (Hendroanto, 2015).

Literatürde, uzamsal yeteneğin birçok farklı tanımına rastlanmaktadır. Hauptman (2010) bu yeteneği, bilgi ile mekânsal bilişsel işlevler arasındaki etkileşime olanak sağlayan zihinsel bir süreç olarak tanımlarken, Lean ve Clements (1981) bu yeteneği, görüntülerin zihinde algılanması ve hareket ettirilebilmesi olarak tanımlamaktadır. Yıldız ve Tüzün (2011) uzamsal yeteneği, uzaydaki nesneleri zihinsel olarak görselleştirme, farklı açılardan algılama ve bu nesnelerin parçalarını tek tek veya bütün olarak hareket ettirme yeteneği olarak tanımlamaktadır. Carroll (1993) uzamsal yeteneği, uzaydaki şekilleri ve nesneleri algılama, hayal etme, organize etme ve hatırlama yeteneği olarak tanımlamaktadır. Uzamsal yetenek, uzaydaki 2B veya 3B nesneler üzerinde çeşitli etkinliklerin gerçekleştirildiği zihinsel bir süreç olarak ta tanımlanmaktadır (Zeybek, 2016).

Ekstrom ve arkadaşları (1976) uzamsal yeteneği, uzamsal şekilleri anlama veya uzaydaki nesnelerle ilgili olarak ortaya çıkan yeni durumlara kendini uyarlama yeteneği olarak; Olkun (2003) ise uzamsal yeteneği, nesnelerin 2B ve 3B parçalarını zihinsel olarak döndürme, görselleştirme ve yorumlama yeteneği olarak tanımlamaktadırlar. Uzamsal yetenek, aynı zamanda öğrencilerin nesnelerin 3B görüntülerini çizmelerine, bu nesneleri birbirine dönüştürmelerine ve bu nesneleri çeşitli problemleri çözmek için kullanmalarına olanak sağlayan zihinsel bir etkinliktir (Hegarty ve Waller, 2005). Aynı zamanda nesneleri uzayda görselleştirme, farklı açılardan algılama, bir bütün olarak veya tek tek hareket ettirme yeteneği olarak da uzamsal yetenek tanımlanabilmektedir (Yıldız, 2009). Olkun ve Altun (2003) uzamsal yeteneğin, uzayı ve geometrik şekilleri kullanabilme ile ilgili bir dizi beceriyi de içerdiğini belirtmişlerdir.

Leopold'a (2005) göre geometri, uzamsal becerilerin geliştirilmesinde önemli bir role sahiptir. Bununla birlikte matematik müfredatının amacı, öğrencilerin matematik, fen ve teknoloji alanlarında mantıksal ve uzamsal düşünme becerilerini kullanabilmelerini sağlamaktır (MEB, 2018). Küçük ve büyük nesneler ile ilgili olarak veya bir hedefe

yönelmek için hangi yönde dönüş yapacağınıza karar vermek, bir eşyanın başka bir eşyaya göre konumunu belirlemek, farklı bir yönden kavşağa yaklaşarak görebileceklerinizi hayal etmek ve aracı ayna yardımıyla park etmek gibi hayatın birçok yerinde uzamsal yeteneğe ihtiyaç duyulmaktadır. Bu nedenle, günlük hayatta da önemli bir yere sahip olan uzamsal yetenek, matematik öğretimi ve öğreniminde de önemli bir yere sahiptir (Nagy-Kondor, 2017). Uzamsal yeteneği daha iyi anlamak için uzamsal yeteneğin bileşenlerini de anlamak gerekmektedir.

### ***2.2.1.2. Uzamsal Yeteneğin Bileşenleri***

Literatürde, uzamsal beceri veya uzamsal yetenek yerine benzer anlama geldiği düşünülen çeşitli kavramların kullanıldığı daha önceki bölümde bahsedilmiştir. Örneğin, Durmuş (2012); uzamsal yetenek yerine “*uzamsal his*” terimini kullanmış ve uzamsal hissi, “şekillerin kendilerini ve birbirleriyle olan ilişkilerine ait sezgi” olarak tanımlamıştır. Araştırmacılar uzamsal yetenek ile ilgili ortak bir tanımda buluşamadıkları gibi uzamsal yeteneğin bileşenlerinde de ortak bir noktada buluşamamışlardır.

Literatür incelendiğinde, uzamsal yeteneğin birçok küçük bileşenden oluştuğu fikrinin yaygın olduğu gözlemlenmektedir (Carroll, 1993; Lohman, 1996). Örneğin, Just ve Carpenter (1985), uzamsal yeteneği “*uzamsal görselleştirme*” ve “*uzamsal dönüşümü içermeyen uzamsal ilişki*” olarak iki kategoriye ayırmıştır. Genellikle uzamsal yeteneğin iki alt boyutundan literatürde de sıklıkla bahsedilmektedir. Sıklıkla bahsedilen bu iki alt boyut “*uzamsal ilişkiler*” ve “*uzamsal görselleştirme*” olarak karşımıza çıkmaktadır (Burnett ve Lane, 1980; Clements ve Battista, 1992; Elliot ve Smith, 1983; McGee, 1979; Pellegrino ve arkadaşları, 1984). Diğer taraftan, Linn ve Petersen (1985) uzamsal yeteneğin üç alt boyutunu; “*uzamsal algı*”, “*zihinsel döndürme*” ve “*uzamsal görselleştirme*” olarak sınıflandırmışlardır. Uzamsal algı; verilen bir nesnenin uzamsal niteliklerini hızlıca kavrama ve manipüle etme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Zihin döndürme, nesnelerin 2B ve 3B uzayda zihinde döndürülmesi ile oluşacak görüntüyü tekrar zihinde canlandırabilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Bu iki yeteneği birleştiren uzamsal görselleştirme ise karmaşık bir süreç olduğu belirtilmektedir (Linn ve Petersen, 1985).

Maier (1994) ise uzamsal yeteneğin “*uzamsal algı*”, “*görselleştirme*”, “*zihinde döndürme*”, “*zihinsel ilişkiler*” ve “*yönelim*” şeklinde beş farklı boyuta sahip olduğunu öne sürmüştür. Uzamsal yönelimin, bir nesnenin farklı yönlerden nasıl görüldüğünü hayal etmek anlamına

geldiğini ifade etmiştir. Uzamsal görselleştirme ve uzamsal yönelim için hem nesnenin hem de nesneye bakan kişinin pozisyonunun önemli olduğu vurgulanmıştır (Xistouri ve Pitta-Pantazi, 2006).

Literatürde uzamsal yeteneğin sınıflandırılmasına yönelik yapılan araştırmalar içinde beş alt boyutun olduğunu savunan araştırmalara da rastlanmaktadır (Pellegrino ve arkadaşları, 1984; Tartre, 1990; Clements, 1998; Contero ve arkadaşları, 2005). McGee (1979) uzamsal yeteneği, “*uzamsal görselleştirme*” ve “*uzamsal oryantasyon*” olarak iki boyuta ayırmıştır. Uzamsal oryantasyon, bir nesneyi uzayda sabitken bir kişinin bakış açısını değiştirmesi olarak tanımlanırken, uzamsal görselleştirme, bir nesneyi zihinsel olarak döndürmeyi içermektedir (McGee’den aktaran Sorby, 1999). Yani, uzamsal oryantasyon, bir cismin farklı yönlerden görünümü olarak (Şimşek ve Yücekaya, 2014) veya gözlemcinin cismin farklı açılardan nasıl görüldüğünü zihinde canlandırması olarak tanımlanabilmektedir (Ramful ve arkadaşları, 2017).

Olkun (2003) ise uzamsal yeteneği, “*uzamsal ilişkiler*” ve “*uzamsal görselleştirme*” olmak üzere iki alt boyuta ayırmıştır. Uzamsal ilişkiler, 2B ve 3B şekillerinin dönüşümlerini bir bütün olarak hayal edebilmek olarak tanımlanmıştır. 2B ve 3B cisimler, bir ya da birden fazla parçadan oluşur ve bunların parçalarına ait görüntülerin 3B uzayda hareket ettirilmesi yoluyla yeni oluşan durumların zihinde hayal edilebilmesi ise uzamsal görselleştirme olarak tanımlanmaktadır (Burnet ve Lane, 1980; Olkun, 2003a). Bu zihinde canlandırma aynı zamanda parçaların katlanması, parçaların geri açılması, yeniden düzenlenmesi ve yüzeylerinin kaplanması gibi eylemleri içerebilmektedir (McGee, 1979). Tüm bu verilerin ışığında, uzamsal görselleştirme nin uzamsal yeteneğin ortak bir alt boyutu olduğu noktasında fikir birliğine varıldığı görülmektedir. Aynı şekilde literatürde, uzamsal görselleştirmenin uzamsal yeteneğin en önemli alt boyularından biri olduğu da söylenmektedir (Sezen-Yüksel ve Bülbül, 2014).

Uzamsal görselleştirmeyi Schnotz ve arkadaşları (1995) cismin zihinsel bir yapıya dönüşmesi; Zazkis ve arkadaşları (1996) bireyin içsel bir kavram ile duyular yoluyla kazandıkları arasında güçlü bir bağ eylemi şeklinde tanımlamaktadırlar (Zazkis ve arkadaşlarından aktaran Işık ve Konyalıoğlu, 2005). Linn ve Petersen’e (1985) göre uzamsal görselleştirme, doğru sonuç üretmek adına çeşitli aşamaların olduğu karmaşık uzamsal bilgileri inşa edebilme kabiliyetidir. Miller ve Bertoline (1991) ise 3B objeyi döndürme,

uzayda farklı yönlerden görünümünü çizebilme ve açık hali verilen şeklin kapalı halinin hayal etme aktivitelerini uzamsal görselleştirme olarak tanımlamıştır.

Clements ve Battista (1992), uzamsal görselleştirmeyi, 2B ve 3B uzayda nesnelerin hareketlerini zihinde canlandırabilme yeteneği olarak tanımlamışlar ve bu yeteneğin bilişsel bir süreç olup zihinde döndürme yeteneğini de içerdiğini belirtmişlerdir.

Uzamsal yeteneğin bir parçası olan uzamsal görselleştirme, sanat ve mimarlık gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Ferrini-Mundy (1987), matematik dersinin başarısı için bilişsel gelişim ve uzamsal görselleştirmenin çok önemli olduğunu vurgulamış ve öğretim tekniklerinin uzamsal yetileri geliştirmeye yönelik olarak tasarlanması gerektiğini vurgulamıştır. Aynı zamanda uzamsal görselleştirmenin, sadece matematik alanında değil, diğer alanlarda da başarı elde etmek için çok önemli ve gerekli olduğu söylenmektedir (Nagy-Kondor, 2017; Sezen-Yüksel, 2017).

Garnder yerli denizciler ile ilgili verdiği bilgide görsel-uzamsal zekânın gücünü ve önemini vurgulamaktadır. Özellikle denizcilerin, görsel-uzamsal problem çözme yeteneğine ihtiyaç duyduklarını anlatmaktadır. Yerli denizciler, güneyde bulunan Caroline adalarının çevresindeki deniz trafiğini herhangi bir araç gereç kullanmadan yönetmektedir. Yıldızların konumu, havadaki değişiklikler ve suyun rengi kılavuzlarıdır. Her seyahat ise bölümlere ayrılır ve denizci her bölümde konumunu belirler. Denizci, sefer boyunca belirli bir yıldızın altından geçerken bir adayı akılda canlandırmalıdır. Bu şekilde tamamlanan her bölümden sonra, denizci kalan yolun uzunluğunu ve ne yapması gerektiğini zihninde canlandırmaktadır. Denizciler sularda ilerlerken adaları görmez; bunun yerine yolculuklarını zihinsel olarak canlandırarak adaların nerede olduğunu belirler (Gardner'dan aktaran Özdemir ve Kaplan, 2022). Bu zekâ türüne ayrıca görsel sergiler için mekân kullanımı aşamasında da ihtiyaç duyulmaktadır. Görsel-uzamsal zekâsı gelişmiş kişiler, işaretlerle, resimlerle ve şekillerle düşünür, resim çizer, harita veya grafik tasarlayabilmektedirler (Saban, 2010).

Bu araştırmada uzamsal yetenek; “*uzamsal görselleştirme*” ve “*uzamsal ilişkiler*” olarak iki alt boyut üzerinden ele alınmıştır. Genel olarak uzamsal görselleştirme; uzamsal modellerin görüntüsünü diğer düzenlemelere manipüle etme veya dönüştürme yeteneği olarak; uzamsal ilişkiler ise, uzamsal modelleri algılama veya uzayda nesnelere göre yerini koruma yeteneği olarak tanımlanmaktadır. İki boyut arasındaki farkı açıklamanın çok zor olduğu söylenmekte olup, uzamsal ilişkilerde şekil bir bütün olarak algılanırken, uzamsal görselleştirmede şekil

döndürülebilmek için zihinsel olarak bileşenlere ayrıştırılarak algılanır denilmektedir (Ekstrom ve arkadaşları, 1976).

### **2.2.2. Uzamsal Yeteneğin Ölçülmesi ve Gelişimi**

Literatür incelendiğinde, 1880'li yılların başından itibaren araştırmacıların uzamsal yeteneğin tanımında ve uzamsal yeteneğin bileşenlerinde ortak bir noktada buluşamadıkları ama uzamsal yeteneği ölçmek için farklı yöntemler geliştirdikleri görülmektedir (Mohler, 2006).

#### **2.2.2.1. Uzamsal Yeteneğin Ölçülmesi**

Kozhevnikov ve Hegarty (2001), uzamsal görselleştirme yeteneğini ölçmek için en sık kullanılan testlerin yüzey kaplama testleri ve kâğıt katlama testleri olduğunu belirtmektedir. Bu testlerde, bireylerin bir şeklin önce katlanıp sonra açıldığında nasıl görüldüğüne karar vermesi gerekmektedir. Yılmaz'a (2009) göre "Özdeş Bloklar Testi" olarak bilinen diğer bir test türü, blokların yüzlerini tanımlayan renk ve sayı gibi özellikleri dikkate alarak uzamsal görselleştirme becerilerini ölçmek için kullanılmaktadır. Turğut (2015), zihinde kesme türündeki testlerin kişilerin uzamsal görselleştirme yeteneklerini değerlendirmek için kullanılabileceğini belirtmiştir.

Uzamsal yetenek, alt boyutlarından uzamsal ilişkilerle ilgili sorularda, öğrencilerin kâğıt üzerinde verilen bir grup nesneden hangisinin ilk gösterilen şeklin döndürülmüş ya da çevrilmiş hali olduğunu belirlemesi gerekir (Pellegrino ve arkadaşlarından aktaran Olkun ve Altun, 2003:2). Bu becerileri ölçmek için kullanılan standart testler incelendiğinde (Pellegrino ve arkadaşlarından aktaran Olkun ve Altun, 2003:2), bireyin 2B ve 3B geometrik formları bir bütün olarak zihinde çevirebilmesi ve onları farklı konumlarda tanıyabilmesi gerekmektedir. Bu testlerde ayrıca bireyin doğru karar vermesi kadar çabuk karar vermesi de beklenmektedir (Pellegrino ve diğerlerinden aktaran Olkun ve Altun, 2003:2). Diğer taraftan, uzamsal yeteneğin bir diğer alt boyutu olan uzamsal görselleştirme becerisini ölçen standart testlerdeki maddeler incelendiğinde, hareketli parçalardan oluşan karmaşık şekiller, zihinde katlama ya da zihinsel bütünleme yoluyla 2B'den 3B'ya dönüştürme gibi zihinsel eylemleri gerektirdiği görülmektedir (Pellegrino ve diğerlerinden aktaran Olkun ve Altun, 2003:2). Bu testlerde uzamsal ilişkilerde olduğunun aksine hızdan çok gittikçe

karmaşıklılaşan maddelerdeki doğruluğa önem verilmektedir (Pellegrino ve diğerlerinden aktaran Olkun ve Altun, 2003:2).

Uzamsal yeteneğin ölçülmesi için literatürde pek çok teste rastlanmaktadır. Bunlardan bazıları ve en yaygın olarak kullanılanları; Mental Cutting Test (MCT), The Purdue Spatial Visualization Test: Rotations (PSVT:R), 3-Dimensional Cube (3DC), Spatial Reasoning Instrument (SRI)' dir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde bir üniversiteye giriş sınavı için geliştirilmiş ve 25 sorudan oluşan Mental Cutting Test (MCT) ile sorularda öğrencilere 3B şekil verilmiş ve şekillerin bir düzlem tarafından kesilmesi sonucunda meydana gelen 2B bir görüntü seçmeleri istenmiştir (Sorby, 1999).

Guay (1976), tarafından geliştirilen Purdue Spatial Visualization Test: Rotations (PSVT:R), 30 maddeden oluşan ve zihinsel döndürme yeteneğini ölçen bir testtir. Üniversite öğrencileri için tasarlanmıştır. Bu testte öğrencilere bir şeklin uzaydaki ilk hali ve döndürülmüş hali verilir, ardından aynı miktarda döndürülen başka bir şeklin uzaydaki görüntüsü sorulmaktadır (Guay, 1976).

Gittler (1998) tarafından geliştirilen 3-Dimensional Cube (3DC), 18 sorudan oluşmakta ve uzamsal görselleştirmeyi ölçme amacıyla hazırlanmıştır. Bu testte öğrencilere üç yüzeyi görülen ve her yüzeyi farklı bir görüntü içeren bir küp verilir. Küpün uzayda döndürülmüş halini seçmeleri öğrencilerden istenmektedir. Ayrıca testte "küplerden hiçbiri doğru değil" ve "çözümü bilmiyorum" seçenekleri de işaretlenebilmektedir.

Ramful ve arkadaşları (2017) tarafından 11-13 yaş arasındaki çocukların uzamsal düşünme becerilerini değerlendirmek için Spatial Reasoning Instrument (SRI) geliştirilmiştir. Test, uzamsal görselleştirme, uzamsal oryantasyon ve zihinsel döndürme alt boyutlarını içeren 30 sorudan oluşmaktadır.

#### ***2.2.2.2. Uzamsal Yeteneğin Gelişimi***

Galton tarafından 1883 yılında yürütülen sistematik psikoloji çalışmaları ile uzamsal yetenek ilk kez incelenmeye başlanmıştır (Bishop, 1980). Daha önceleri, kafatası ölçümü olarak da bilinen “*craniometry*” ile zihinsel yeteneklerin araştırılabileceği düşünülmektedir (Gould, 1981). Galton'ın ardından 1921 yılında Thorndike ve 1928 yılında Kelley psikometrik yöntemler kullanarak uzamsal yetenek incelenmeye devam edilmiştir.

1927 yılında Spearman ve 1938 yılında Thurstone gibi araştırmacılar, çok daha kompleks istatistiksel yöntemler kullanarak zekânın yapısını farklı şekillerde açıklamak için çaba göstermişlerdir (Bishop, 1980). Bireyler arası farklılıklar (Witkin, 1950) ve uzamsal yeteneğin gelişim evreleri (Piaget ve Inhelder, 1956) bundan sonra yapılacak araştırmaların odak noktası haline gelmiştir. 1960'lı yıllardan itibaren uzamsal yeteneğin bütüncül bir faktör olmayıp alt bileşenleri olduğu hipotezleri ileri sürülmüş ve bu konu üzerine yapılan araştırmalar literatürde önemli bir yer tutmuştur.

Eliot ve Smith (1983), uzamsal yetenek ile ilgili araştırmaları üç aşamaya ayırmıştır. Birinci aşama (1904-1938) uzay kavramı ile zekâ arasındaki ilişkinin ortaya çıkarıldığı aşama (Thurstone, 1938), ikinci aşama (1938-1961) uzamsal yeteneğin tek boyuta sahip olmadığının ve alt boyutlarının açıklandığı aşama, üçüncü aşama (1961-1982) uzamsal yeteneği etki eden faktörler ve diğer yetenekler ile bağlantısının araştırıldığı aşamadır. Mohler (2006), 1980'lerden günümüze kadar uzanan süre boyunca, uzamsal yeteneğin ölçülmesi, incelenmesi ve geliştirilmesi üzerindeki teknolojinin etkisi üzerine araştırmaların devam ettiğini belirtmiştir.

### **2.2.3. Uzamsal Yeteneğin Önemi**

Gündelik işler ve belirli aktiviteler için gerekli olan uzamsal yetenek çok önemli bir bilişsel yetenektir. Araba kullanmak, park etmek, yön bulmak ve mobilya montajı gibi günlük aktiviteler için uzamsal yetenek gereklidir. Ayrıca bina tasarlama, cerrahi prosedürleri gerçekleştirme, ileri düzey matematik problemlerini çözme gibi birçok alanda da bu yeteneğe ihtiyaç duyulmaktadır (Rafı ve arkadaşları, 2008; Terlecki ve arkadaşları, 2008). Ben-Chaim ve arkadaşları (1988) uzamsal yetenek çalışmalarının matematik, fen bilimleri, sanat ve mühendislik başta olmak üzere çoğu bilim alanı ile bağlantılı, mantıksal ve sezgisel destek sağladığını ileri sürmekte ve bunun çok önemli olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca Weng ve arkadaşları (2017) uzamsal yeteneğin okuryazarlık ve entelektüel potansiyelin çıkarımlanmasında oldukça faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Kell ve arkadaşları (2013) uzamsal yeteneğin sadece mevcut bilginin tanıtılması ve kullanılması açısından değil, aynı zamanda yeni bilgi yaratılması, yaratıcı düşüncenin geliştirilmesi ve yenilikçi çalışmaların üretilmesi açısından da kritik olduğunu ifade etmişlerdir.

Battista (2007) geometrik düşünebilmenin, uzamsal yetenek gerektirdiğini belirtmiştir. Benzer şekilde Gutiérrez'e (1996) göre uzamsal yetenek, geometri öğretme ve öğrenmenin

temel gereksinimlerinden biridir. Yani geometriyi anlamak için uzamsal yeteneklerin kullanılmasını gerektirir. Ayrıca Uygan'a (2011) göre geometri öğretiminin amacı da bu yetenekleri geliştirmektir. Bu yetenek, insanların günlük yaşamda 2B haritaları anlama, günlük hayatta karşılaşılan 3B nesneleri kullanma gibi, basitten karmaşığa kadar çeşitli etkinlikleri gerçekleştirmelerini sağlayan başlıca zihinsel yeteneklerden biridir (Turgut, 2007). Örneğin, ev eşyalarını düzenlerken veya otomobil kullanırken manevra yapabilmek için bu yetenek gereklidir. Bununla birlikte çoğu mesleki alanda başarı elde etmek için de uzamsal yeteneğe ihtiyaç duyulmaktadır (Kösa, 2011). Örneğin, mühendislik, matematik, fizik, biyoloji, mimarlık, astronomi gibi alanlarda uzamsal yeteneğin eksik olması bu alanlardaki başarıyı da sınırlamaktadır (Hartman ve Bertoline, 2005).

Yaşamın farklı alanlarında kullanılan uzamsal yetenek, matematik başta olmak üzere birçok bilimsel alanlarda da oldukça önemli bir yere sahiptir (Yüksel ve Bülbül, 2014). Bu nedenle uzamsal yetenek, öğrencilerin matematik ve diğer alanlardaki başarısını etkileyen en önemli faktörlerden biridir. Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi'ne (NCTM, 2000) göre de, öğrencilerin matematiğin doğasını yorumlama becerilerini geliştirmek için matematik eğitimi programlarının sürekli iyileştirilmesi gerekmektedir. Bu nedenle öğrencilere uygulanan matematik eğitimi programlarında öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerinin geliştirilmesi oldukça önemli yer tutmaktadır.

MEB (2013), ortaöğretim matematik programlarında beşinci sınıftan sekizinci sınıfa kadar geometri ve ölçme öğrenimi alanındaki yer alan kazanımlar ile ilgili olarak; öğrencilerin bir şekli açık bir şekilde ifade edememelerine rağmen, 3B nesnelerin farklı açılardan görünümünün çizimi, 3B şekiller oluşturma, 3B nesneler oluşturma ve bunların uzantılarını çizme gibi uzamsal görselleştirme becerilerini kullanmalarını gerektiren etkinliklere katılmaları beklenmektedir. Araştırmalar görsel-uzamsal becerilerin birçok matematik konusunun öğrenilmesini etkilediğini ve bu becerilerin geliştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Duval, 2002; Olkun, 2003).

Son zamanlarda yapılan çalışmalar, geometri ve geometrik nesnelerin matematiksel görselleştirmede önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Uzamsal düşünmenin matematiksel akıl yürütmeye güçlü bir ilişkisinin bulunduğu ve bu yeteneğin geliştirilmesinin matematik öğrenimini destekleyeceği düşünülmektedir (Hacıömeroğlu, 2007). Dolayısıyla uzamsal düşünmenin gelişmesinin matematiksel düşünmenin de gelişmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir (Olkun, 2003).

Uzamsal düşünmenin geometri başarısı ve geometri anlama düzeyi ile güçlü bir şekilde ilişkili olduğu göz önüne alındığında (McGee, 1979), geometri öğretiminin 2B çizimler ve görselleştirmelerle sınırlandırılması öğrencilerin geometri anlama düzeyini düşürebilmektedir (Sorby, 1999; Şimşek ve Yücekaya, 2014; Unal ve arkadaşları, 2009). Güven ve Kösa'ya (2008) göre, öğrenciler 3B geometrik şekilleri sadece kâğıt ve kalem kullanarak hayal etmekte zorluk çekmektedirler. Bu bağlamda Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi raporu (NCTM, 2000) öğrencilerin problem çözme sürecinde 3B düşünme becerilerini geliştirmeleri ve uzamsal becerileri kullanmaları gerektiğini belirtmektedir. Yeterli uzamsal yeteneğe sahip olmayan öğretmenlerin öğrencilerine iyi öğrenme ortamları ve fırsatlar sunması zor görünmektedir. Bu yüzden, sadece öğrencilerin değil öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının da uzamsal becerilerini geliştirmeleri oldukça önem arz etmektedir.

OECD (2016) yayınladığı raporda, TIMMS (Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması - Trends in International Mathematics and Science Study) ve PISA (Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı - Programme for International Student Assessment) sonuçlarının öğrencilerin geometrik problem çözme ve uzamsal düşünme becerilerinde beklenen başarıyı gösteremediklerini ifade etmiştir.

Yapılan araştırmalar dinamik geometri yazılımı ve manipulatif kullanımı ile 3B nesnelerle yapılan eğitimlerin geometri ve uzamsal düşünme becerilerini geliştirmede etkili olabileceğini iddia etmektedirler (Baki ve arkadaşları, 2011; Güven ve Kösa, 2008; Ha ve Fang, 2017; Hannafin ve arkadaşları, 2008; Olkun, 2003b; Şimşek ve Yücekaya, 2014).

#### **2.2.4. Uzamsal Yeteneğin Geliştirilmesi**

McGee (1979) uzamsal ilişkilendirmeyi, bir görsel uyarana sahip bir resimde parçaların nasıl sıralandığına veya dizildiğinin anlaşılması olarak ifade etmiştir. Uzamsal görselleştirme, parçadan bütünü hayal edebilme, kâğıt katlandığında ortaya çıkacak 3B cismi hayal edebilme ve 2B görünümün hangi 3B şekle ait olduğunu belirleme gibi eylemleri içerir (Olkun, 2003a). Bu tür faaliyetlere katılan kişilerin uzamsal yeteneklerini geliştirebileceği söylenmektedir (Baki ve arkadaşları, 2011; Battista ve Clement, 1996; Hegarty, 2004; Olkun, 2003a; Sorby, 1999). Literatür incelendiğinde uzamsal yeteneğin genetik ile bağlantı olduğunu ve bazı bireylerin doğuştan bu beceriye sahip olduğunu iddia eden bazı

araştırmalar da vardır (McGee, 1979), ama eğitim ve yaşantı yoluyla bu yeteneğin geliştirilebileceğini öne süren çalışmalara da rastlanmaktadır (Sorby, 1999).

Nesnelere farklı yönlerden bakma ve nesnelerin döndürüldüğünde nasıl görüldüğü gibi görselleştirme becerileri, çoğu öğrencinin aşına olduğu ve günlük hayatta karşılaştığı örnekler kullanılarak geliştirilebilmektedir. Öğrenciler söz konusu nesneyi daha önce hiç görmemişler ise onu hayal etmeleri zor olabilmektedir. Aynı zamanda el-göz koordinasyonu gerektiren aktiviteler uzamsal görselleştirmeyi geliştirmektedir. Örnekler arasında 3B bilgisayar oyunları, bazı spor aktiviteleri ve erken çocukluk döneminde oynanan montaj gerektiren oyunlar yer almaktadır (Battista ve Clement, 1996; Sorby, 1999).

Pittalis ve Christou (2010) ilkokul ve ortaokul öğrencileri üzerinde yaptıkları araştırmada 3B geometri öğretiminin öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirdiğini ve 3B düşünme türlerinin uzamsal becerilerle güçlü bir şekilde ilişkili olduğunu ifade etmişlerdir. 3B düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik etkinlik ve öğretim teknikleri öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirmeye yardımcı olabilmektedir (Aslan Tutak ve Arıcı, 2013; Baki ve arkadaşları, 2011; Ubuz ve arkadaşları, 2009). Örnek olarak origami etkinliklerine dayalı öğretimin öğrencilerin uzamsal ve geometrik düşünme becerilerini geliştirdiği gözlemlenmiştir (Aslan Tutak ve Arıcı, 2013). Öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirmeye yardımcı olabilecek araçlar arasında “Cabri” gibi 3B dinamik geometri yazılımları ve derslerde kullanılan 3B manipülatifler de yer almaktadır. (Baki ve arkadaşları, 2011; Güven ve Kösa, 2008; Sinclair ve Moss, 2012; Ubuz ve arkadaşları, 2009).

Literatürde bu konuyla ilgili çelişkili sonuçlar bulunsa da bazı alışmalar (Ben-Chaim, Lappan ve Houang, 1988; Burnett ve Lane’den aktaran Olkun, Altun, 2003) uzamsal yeteneğin uygun araç ve etkinlikler ile geliştirilebileceğini ifade etmektedirler. Bu araç ve etkinlikler, 2B ve 3B cisimler ve bunların görüntüleri ile oynamayı, bu nesneleri ölçmeyi, problem çözmeyi, çeşitli yapılar oluşturmayı ve bunların resimlerini çizmeyi içermektedir. Aynı zamanda 2B ve 3B sanatsal etkinlikler de çocukların matematiksel kavrama yeteneklerini geliştirmektedir (Anning, 2004).

## 2.2.5. Uzamsal Yeteneğe Etki Eden Faktörler

### 2.2.5.1. Cinsiyet farkı

Alanyazın incelendiğinde uzamsal yeteneğin cinsiyet değişkenine göre farklılık gösterip göstermediği, araştırılmaları konu olmaya ve merak edilmeye devam etmektedir (Turgut, 2010). Cinsiyet ve uzamsal yetenek arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmaların çoğu, erkek öğrencilerin daha iyi uzamsal yeteneklere sahip olduğunu göstermektedir (Battista, 1990; Ben Chaim, Lappan ve Houang, 1988; Maeda ve Yoon, 2013; Male ve arkadaşları, 2017; Sorby, 1999). Genetik ve çevresel faktörler bu farklılığın nedeni olarak incelenmiştir. McGee (1979) uzamsal yeteneği X kromozomuna çekinik bir karakter olarak aktarıldığını ifade etmiştir. Erkek ve kız mühendis öğrencilere, geometri dersi öncesinde ve geometri dersi sonrasında zihinsel kesme testi uygulanmış, çalışmanın sonunda, erkek öğrencilerin önceki test sonuçlarının kız öğrencilerden daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır (Sorby, 1999). Bazı çalışmalarda, kız ve erkek öğrencilerin uzamsal görselleştirme yetenekleri arasında pozitif bir fark olduğu görülmüştür. Öte yandan, diğer çalışmalarda, kız öğrencilerin uzamsal görselleştirme yeteneklerini geliştirmek için ek etkinliklere katıldığı ve öğretimin sonunda bu yeteneklerin geliştirildiği görülmüştür (Islam ve arkadaşları, 2013; Javanovic, 2014).

Literatür incelendiğinde uzamsal yeteneklerin cinsiyete göre farklılaşıp farklılaşmadığı sorusu araştırmacılar için merak konusu olmaya devam etmektedir (Turgut, 2010). Cinsiyet ile uzamsal yetenek arasındaki ilişkiyi araştıran birçok araştırmada, erkek öğrencilerin uzamsal yeteneğinin kız öğrencilere göre daha iyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Battista, 1990; Ben ve arkadaşları, 1988; Male ve arkadaşları, 2017; Sorby, 1999). Bu farklılığı açıklamak için genetik ve çevresel faktörler incelenmiştir. McGee (1979), uzamsal yeteneğin X kromozomu üzerinde resesif bir özellik olarak aktarıldığını belirtmiştir. Erkek ve kız mühendislik öğrencilerine geometri dersinden önce ve sonra zihinsel kesme testi uygulanmış ve çalışmanın sonunda erkek öğrencilerin önceki test puanlarının kız öğrencilere göre daha iyi olduğu sonucuna varılmıştır (Sorby, 1999). Çeşitli çalışmalar, erkek ve kız öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerinde erkekler lehine belirgin farklılıklar olduğunu göstermiştir. Diğer taraftan, yapılan araştırmalarda kız öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerini geliştirmeye yönelik ek etkinliklere katıldıklarını ve eğitim sonunda bu yeteneklerinin geliştiği gözlemlenmiştir (Islam ve arkadaşları, 2013; Javanovic, 2014).

Ubuz ve arkadaşları (2009) yedinci sınıf öğrencileri üzerinde yaptıkları çalışmalarında uygulanan eğitim sonucunda öğrencilerin uzamsal yeteneklerindeki gelişim ile cinsiyet değişkeni arasında anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Benzer şekilde Turğut ve Yılmaz (2012) yaptıkları çalışmanın sonucunda uzamsal yetenek ile cinsiyet arasında anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Battista (1990), lise öğrencilerinin geometri performansında uzamsal görselleştirmenin rolünü araştırmış sonuç olarak erkek ve kız öğrencilerin uzamsal görselleştirmedeki başarılarının geometrideki başarılarına göre değiştiğini ancak problem çözme stratejilerinde cinsiyet farklılığı olmadığı sonucuna ulaşmıştır.

Lin ve Petersen (1985), cinsiyet faktörlerinin uzamsal yetenek üzerinde etkisi, cinsiyetin hangi alanlarda rol oynadığı, cinsiyet faktörlerinin uzamsal yetenek üzerindeki etkisinin hangi yaşta belirginleştiği gibi konulara odaklandığı çalışmalarının sonucunda, cinsiyet farklılıklarının uzamsal görselleştirme alanında önemli bir etkisinin olmadığını, erkek öğrenciler üzerinde ise sadece hafif bir etkinin olduğunu, uzamsal döndürme alanı ile ilgili sonuçlar incelendiğinde, erkek öğrencilerin anlamlı bir şekilde daha yüksek sonuçları elde ettiğini ve cinsiyet farklılıklarının uzamsal yetenek üzerinde belirli bir yaşta ortaya çıkmadığını, tüm yaşam boyunca devam ettiği sonucuna ulaştıklarını ifade etmişlerdir.

#### ***2.2.5.2. Sağ ve Sol El Kullanımı Farkı***

El kullanımı ile uzamsal akıl yürütme arasındaki karmaşık ilişki, cinsiyet, ailesel solaklık ve yazma eli tercihi gibi çeşitli faktörler ile ilişkilidir (Tan, 1990). Örneğin, McGee (1976) sağ elini kullanan kızların ve solak erkeklerin uzamsal yetenek testlerinde daha iyi performans gösterdiklerini belirtmiştir. Üniversite öğrencileri ve 14-15 yaş arası öğrenciler üzerinde yapılan bir araştırma, sağ elini kullanan öğrencilerin daha yüksek uzamsal beceri puanlarına sahip olduğunu, üniversite öğrencilerinde ise sol elini kullananların daha avantajlı olduğunu ifade etmişlerdir (Annett, 1992). Dolayısıyla farklı çalışma gruplarında sağ veya sol el kullanımının uzamsal becerileri üzerinde farklı etkilerinin olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

#### ***2.2.5.3. Sınıf Düzeyi, Yaş ve Bölüm Farklılığı***

Günümüze kadar farklı üniversitelerde, farklı bölümlerde ve farklı sınıflarda öğrencilerin uzamsal yetenekleri araştırılmıştır. Mühendislik birinci sınıf öğrencileri (İslam ve

arkadaşları, 2013), matematik, fen bilgisi, sınıf öğretmenliği üçüncü ve dördüncü sınıf öğretmen adayları (Erkek ve arkadaşları, 2017), matematik öğretmeni adayları (Baki ve arkadaşları, 2017; Kösa, 2016, Kurtuluş, 2013, Turğut ve arkadaşları, 2017; Ünal ve arkadaşları, 2009) ve mühendislik öğrencileri arasında (Turğut ve Yenilmez, 2012) yürütülen çalışmalar sonucunda uzamsal yetenek, sınıf düzeyine ve bölüme göre farklılık göstermektedir sonucuna ulaşılmıştır.

Salthouse ve arkadaşları (1990) araştırmalarında yaşın uzamsal yetenek üzerindeki etkisini ortaya çıkarmak amacıyla yaptıkları çalışmalarında, gençlerin uzamsal yetenek testlerinde yaşlılara göre daha iyi performans gösterdiklerini gözlemlemişler ve sonuç olarak yaş ilerledikçe uzamsal yetenek puanlarının azaldığını sonucuna varmışlardır.

Ortaokul öğrencileri arasında yapılan tarama çalışmasında, okul öncesi eğitim alan öğrencilerin, okul öncesi eğitim almayan öğrencilere göre uzamsal yeteneklerinin daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır (İrioğlu ve Ertekin, 2012; Turğut ve Yılmaz, 2012).

Strong ve Smith (2001) yaş, cinsiyet, bireysel farklılıklar ve deneyim gibi faktörlerin uzamsal görselleştirmeyi etkilediğini belirtmektedirler. Bu unsurlarla ilgili yeterli deneyime sahip olmak, uzamsal görselleştirme yeteneğini geliştirirken; yaş, cinsiyet ve tecrübeden kaynaklanan eksikliklerin telafi edilebilir olduğu ifade edilmektedir.

Araştırmalar uzamsal yeteneğin cinsiyet, yaş, okul öncesi dönem ve başarı gibi birçok faktörden etkilendiğini göstermektedir. Uzamsal yeteneğin cinsiyete ve el kullanımına göre nasıl farklılaştığı ve bunun başarı ile nasıl ilişkili olduğu konusunda fikir birliği yoktur. Ancak okul öncesi çağda uzamsal yeteneği geliştiren etkinliklerin uzamsal yetenek üzerinde olumlu etki yaratacağı düşünülmektedir.

### **2.3. İlgili Çalışmalar**

Çalışmanın bu bölümünü AG ve uzamsal yetenek ile ilgili yapılmış çalışmalar oluşturmaktadır. Literatürde AG'nin eğitimde uygulanmasına yönelik araştırmalar incelendiğinde, araştırmaların çoğunun fen eğitimi alanında yapılmış olduğu gözlemlenmektedir. İkinci sırada yabancı dil eğitimi, üçüncü sırada ise matematik ve fizik eğitimi alanlarında AG uygulamalarının kullanıldığı görülmüştür. Yapılan çalışmaların çoğunluğunu ise AG'nin tutum ve başarıya olan etkisini incelemek oluşturmaktadır.

### 2.3.1. AG ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Matematik dersine ilişkin içeriklerin bilgisayar ortamında görselleştirilmesi, matematik eğitime önemli katkılar sağlayacaktır (Akkoç, 2015). Özellikle AG teknolojisi matematik eğitiminde kullanıldığında, geleneksel kalem ve kâğıt kullanma yöntemlerinden daha kolay, daha rahat ve verimli bir şekilde faydalanılabileceği söylenebilir (Le ve Kim, 2017).

Matematikte öğrenme içerikleri 3B problemlerin görselleştirilebilmesi, etkileşime girilebilmesi, alıştırma sayfalarının hazırlanabilmesi klasik öğretim biçimlerinin etkisi altında kaldığından, halen ağırlıklı olarak soyut bir şekilde öğretilmektedir (Schutera ve arkadaşları, 2021). Matematik becerilerinden birisi olarak da kabul edilen uzamsal zekâ, gerçek dünyadaki sorunları anlamak için önemli bir beceridir (del Cerro-Velázquez ve Morales-Méndez, 2021). Bu kapsamda matematik eğitimi sürecinin geliştirilmesi, verimliliğin ve etkinliğin artırılabilmesi amacıyla AG teknolojisi kullanılabilir (Auliya ve Munasiah, 2019).

Yapılan bir çalışmada 2006 ve 2019 yılları arasında “Web Of Science” tabanında yer alan AG çalışmaları incelenmiştir (Çiloğlu ve arkadaşları, 2021). Araştırmada 396 makale içerik analizi ile incelenmiş, makalelerde katılımcı sayılarının genellikle küçük ölçekli olduğu, öğrencilerin eğitim hayatındaki motivasyonlarının ve başarı oranlarının dikkate alındığı ve AG uygulamalarının zor hazırlandığı ve maliyetinin yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. AG teknolojisinin hızlı gelişim göstermesi nedeniyle maliyet problemi yavaş yavaş ortadan kalkmaktadır. Günümüzde SG teknolojisi AG teknolojisine göre daha maliyetli olmaktadır. Demitriadou, Stavroulia, ve Lanitis, (2020) yaptıkları çalışmada SG ve AG teknolojilerin eğitimde uygulanmasının, öğrencilerin matematik eğitime olan ilgisini geliştirdiğini ve geleneksel öğretim yöntemlerine kıyasla matematiksel kavramların daha verimli öğrenilmesine ve anlaşılmasına katkıda bulunduğunu sonucuna ulaşmışlardır. Çalışmada SG ve AG teknolojileri arasında ise anlamlı bir fark bulunamamış, bu da hem SG hem de AG’nin matematikteki eğitim faaliyetleri için benzer potansiyel gösterdiğini göstermiştir. SG’ nin maliyetli olması ve yapılan araştırmalarda SG ve AG’nin benzer etkilere sahip olmasından dolayı genellikle yapılan araştırmalarda AG teknolojisi tercih edilmektedir.

AG teknolojisi kullanılarak, sınıf içi kullanımı için uygulamaların geliştirilmesi yönünde yapılan çalışmaların olduğu da gözlemlenmektedir. GeoSolvAR adlı bir uygulama ile ortaokul öğrencilerinin görselleştirme becerilerini geliştirme hedeflenmiştir. Bu uygulama ile yapılan öğrenme etkinliklerinde farklı yönlerden görünüm gibi 3B görünüm kavramını

öğretmek amaçlanmıştır. GeoSolvAR uygulaması kullanıldığında, saymayı gerektiren ve çizimleri 2B olan birim küplerde öğrencilerin etkinlikleri yapmasının kolaylaştığını belirtmişlerdir (Kaur ve arkadaşları, 2018). Reis ve Kirner (2012) yaptıkları çalışmada, AG kullanılarak etkileşimli bir kitap olan GeoAR kullanarak geometrik şekillerin öğretilmesini ve öğrenilmesini desteklemeyi hedeflemişlerdir.

Çalışma sonucunda öğrencilerin AG kullanılan kitap sayesinde geometrik şekilleri kendi başlarına yorumlayabildikleri, geometrik cisimlerin animasyonlarını 3B olarak inceleyebildikleri ve yine çevre, alan ve hacim gibi formülleri keşfedebildikleri sonucuna varmışlardır.

Auliya ve Munasiah (2019), dokuzuncu sınıf öğrencileriyle yaptığı çalışmada geometrik nesneleri çizmek için Sketchup yazılımının yanında nesneleri 3B görüntülemek için AG kullanmışlardır. Çalışma sonunda, geliştirilen aracın öğrenme sürecinde kullanılabileceğini, öğrencilerin ilgisini çektiğini ve geometri konularını anlamalarına yardımcı olduğu sonucunu tespit etmişlerdir. Aynı şekilde, Layona, Yulianto ve Tunardi (2018) öğrencilerin insan vücudu anatomisini daha kolay anlamalarını desteklemek için bir AG uygulaması geliştirmişlerdir. Çalışma ile AG uygulaması sayesinde vücut organlarının 3B formlarını rahatlıkla gören öğrencilerin insan vücudu anatomisini anlama konusundaki zorlukların üstesinden gelebileceklerini görmüşlerdir, sonucuna varılmıştır.

Literatürde AG teknolojisinden yararlanılarak yapılan araştırmaların sonuçları da ilgi çekmektedir. Akkuş ve Özhan, (2017) geometri ve matematik alanında AG teknolojilerinin kullanıldığı 12 akademik yayını incelemişler ve AG'nin dokuz yayında olumlu, iki yayında kısmen olumlu, bir yayında ise olumsuz etkileri olduğundan bahsedildiği sonucuna ulaşmışlardır. Koyun ve arkadaşları (2018) yaptıkları araştırmada; AG uygulamalarının Süleyman Demirel Üniversitesi'nde uzaktan eğitim gören 40 öğrencisine AG teknolojisi ile ilgili bilgi verilerek toplam 12 soruluk anket uygulamıştır. Araştırmanın sonucunda AG uygulamalarının öğrencilerin motivasyon ve tutumlarını olumlu yönde etkilediği sonucuna varmışlardır.

Fen bilimleri alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde; Karadavut (2021) tarafından yapılan çalışmada biyoloji dersinde AG teknolojilerinin, öğrenciler üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışma kapsamında, 2019 ve 2020 yılları arasında Şanlıurfa'da eğitim gören 68 lise öğrencisi; 34 kişi kontrol, 34 kişi deney grubunda olacak şekilde yer almaktadır. Kontrol grubundaki öğrencilere klasik yöntemde ders işlenmiş, deney grubundaki

öğrencilere ise AG temelli ders işlenmiştir. Çalışmanın sonucunda AG teknolojilerinin öğrencilerin kazanımları üzerinde olumlu yönde etki sağladığı görülmüştür. Benzer şekilde, Jiang ve arkadaşları (2021) yaptığı araştırmada, lise öğrencilerinin fen dersleri eğitiminde AG teknolojisinin etkisini incelemiş ve 70 öğrenci ile yaptığı çalışma sonucunda elde edilen bulgulara göre, AG teknolojilerinin öğrenciler üzerinde motivasyon sağladığı, derslere katılımı artırdığı, görsel ve işitsel becerilerini geliştirdiği tespit edilmiştir.

Yetişir (2019) fen bilimleri eğitiminde dolaşım sistemleri konusunun mobil AG uygulaması olan “Anatomy 4D” isimli yazılım ile desteklenmesinin öğrenci başarı, tutum ve öğrenme kalıcılığına etkisini araştırmış çalışmada öğrencilerin AG destekli eğitime karşı olumlu ve yapıcı yaklaşıma sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır. AG uygulamalarının eğitimde kullanılmasının verimli ve etkili bir öğrenme sağlayacağı belirtilmiştir. İzgi Onbaşılı, (2018) dördüncü sınıf 24 öğrenci ile fen bilgisi dersinde AG etkinliklerini kullanmanın öğrencileri üzerindeki etkilerine yönelik yaptığı çalışmada, derste AG etkinliklerine yer vermenin öğrencilerin AG uygulamalarına ve fen dersine ilişkin tutumlarında anlamlı bir değişim olduğu sonucunu tespit etmiştir.

Görüşme formuna verilen yanıtlara göre AG’nin öğrenmede kalıcılığa, derse aktif katılıma ve daha kolay öğrenmeye olanak sağladığı da ayrıca çalışma sonucunda vurgulanmıştır. Cai ve arkadaşları (2021) geliştirdikleri “AROSE” adlı uygulama ile AG teknolojisinin öğrencilerin öz yeterliliği ve fizik öğrenme kavramları üzerindeki etkisini keşfetmeyi hedeflemişler ve çalışma kapsamında 98 lise öğrencisi ile dört haftalık yarı deneysel bir araştırma yürütülmüşlerdir. Araştırmanın sonucunda AG teknolojisinin fizik dersine ait kavramları anlaşılır kıldığı ve fizik öğrenimine yönelik öz yeterliği olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir.

Yabancı dil eğitimi alanında AG teknolojisi kullanılarak yapılan çalışmalar incelendiğinde; Pozharina (2019) bir üniversitenin hazırlık sınıfında yer alan 70 öğrenci ile yaptığı araştırmada AG ile zenginleştirilen materyallerin İngilizce yazma derslerinde kullanılmasının öğrencilerin motivasyonunu, yazma etkinliklerine katılma isteklerini, kişisel farkındalıklarını olumlu bir şekilde etkilediği sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca öğrenciler öğrenme materyalini merak uyandırıcı, memnun edici ve ilgi çekici bulmuşlardır. Benzer şekilde yapılan bir araştırmada Çınar (2017), altıncı sınıfta öğrenim gören 34 öğrencinin katılımı ile gerçekleştirdiği çalışmada, AG ile desteklenen bir ders kitabı hazırlayarak öğrencilerin İngilizce öğrenme süreçlerindeki başarı ve tutumlarına etkisini incelemiş,

Çalışma sonucunda AG destekli ders kitabının öğrencilerin başarılarını arttırdığı, tutumları üzerinde anlamlı bir etki yapmadığı görölmüştür. Diğer taraftan Bahadır (2019) tarafından yapılan çalışma sonucunda ilkokul seviyesinde ingilizce ğretiminde öğrencilerin yapılan çalışmalardan keyif aldıklarını ancak AG kullanılan araçların ğretim yöntemini farklılaştırmak dışında başarı üzerinde anlamlı bir fark yaratmadığı sonucuna varılmıştır.

Küçük ve arkadaşları, (2014) beşinci sınıf 122 ğrenci ile yaptıkları çalışmada ingilizce ğretiminde AG teknolojilerinin öğrenciler üzerindeki etkilerini incelemişler araştırma sonucunda AG etkinliklerini kullanan öğrencilerin bilişsel anlamda az çaba gösterdikleri ve ders başarısında yükselme olduğu gözlemlemişlerdir. Öğrenciler uygulamayı kullanmaktan memnun kalmışlar ve ileride farklı derslerde de AG etkinliklerinden yararlanmak istediklerini ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Cai ve arkadaşları (2020) AG uygulaması ile gerçekleştirilen ortaokul öğrencileri üzerinde matematik ğretimi olasılık konusu ile ilgili yaptıkları çalışmada, ğrencilerin AG materyallerine yönelik tutumlarının olumlu olduğu ve matematik öğrenmeleri üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu sonucuna ulaşmışlardır.

3B geometri ğreniminde AG kullanımının öğrencilerin tutumları ve kavramları anlamalarına etkisinin incelendiği bir çalışmada AG materyalleri ile öğrenim gören öğrencilerin geometriye karşı tutumlarının anlamlı bir şekilde daha iyi olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Auliya ve Munasiah, 2020).

Diğer taraftan, İbili ve şahin (2013) altıncı sınıf öğrencileri ile iki deney ve iki kontrol gruplu çalışmada, kontrol grubuna ders kitaplarıyla, deney grubuna AG teknolojisi ile geliştirilen ARGE3D yazılımı ile desteklenen ğretim uygulanmıştır. ARGE3D sayesinde geometrik cisimler ünitesindeki geometrik cisimlerin etkileşimli ve dinamik bir şekilde görönlünebilmesi sağlanmışır. Veri toplama aracı olarak “Bilgisayara Yönelik Tutum Anketi” ve “Bilgisayar Öz yeterlilik Algısı Ölçeği” veri toplama araçları olarak kullanılmışır. Araştırma sonucunda ARGE3D kullanılarak yapılan geometri öğretiminin öğrencilerin bilgisayara yönelik tutumlarını ve bilgisayar öz yeterlilik algılarını değiştirmediği görölmüştür.

AG teknolojisinin öğrencilerin akademik başarılarına olan etkisinin de incelendiği çalışmalara literatürde rastlanmaktadır. Baysan (2015), 46 ğrencinin katılımıyla gerçekleşen AG destekli eğitim ortamlarının öğrencilerin akademik başarısına etkisini inceleyen araştırmasında, ön-test, son-test, kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmışır. Araştırma sonucunda iki grubun birbirlerine göre ön-testleri ve son-testleri arasında anlamlı

bir fark bulunamazken her iki grubun kendi içerisinde ön-testleri ile son-testleri arasında anlamlı fark görülmüştür. AG; gelecek vaat eden bir teknoloji olarak ifade edilmiş ve derslerde 3B uzamsal görsellik gerektiren alanlarda kullanılabileceği belirtilmiştir. Bir diğer çalışmada, Coşkun (2019) yedinci sınıf öğrencilerinin “Hücre ve Bölünmeler” ünitesini AG teknolojisi ile işlenmesinin öğrencilerin akademik başarısını olumlu yönde etkilediğini gözlemlemiştir.

Benzer sonuçların elde edildiği bir diğer çalışmada Demirel (2019), AG ile işlenen fen bilimleri dersinin yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarısına olumlu etki ettiği, bu tarz uygulamalardan öğrencilerin memnun oldukları, kaygı duymadıkları ve kullanmak istedikleri sonucunu tespit etmiştir.

AG teknolojisinin fizik eğitiminde akademik başarıya etkisi alanında yapılan çalışmalar incelendiğinde; Karakaş (2020) 10. Sınıf 68 öğrenci ile gerçekleştirdiği çalışmada, AG uygulamalarının öğrencilerin motivasyonları, öz yeterlik algıları ve başarıları üzerine etkisinin olup olmadığını araştırmıştır. Araştırmayı Fizik dersi Optik ünitesi üzerine uygulamış, araştırma sonucunda öğrencilerin motivasyonları, öz yeterlik algıları ve akademik başarıları arasında anlamlı bir farklılık bulunmamasına rağmen öğrencilerin AG uygulamaları hakkındaki görüşleri derslerin daha zevkli ve eğlenceli geçtiği ve görsel açıdan birçok şeyi somutlaştırmalarına yardımcı olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Lin, Chen ve Chang (2015) yaptıkları çalışmada, AG destekli öğrenmenin öğrencilerden akademik başarıları düşük olan öğrenciler, AG materyalleri ile gerçekleşen matematik öğrenimine karşı olumlu bir tutum sergilemişlerdir. Ancak yüksek akademik başarıya sahip öğrencilerde herhangi bir değişikliğe neden olmadığı gözlenmiştir. Malezya'daki ortaokul öğrencilerinin cebirsel denklemler konusunda yapılan çalışmada da, AG tabanlı Photomath mobil uygulamasının öğrencilerin akademik başarısına olumlu katkıları olduğu ifade edilmiştir (Saundarajan ve arkadaşları, 2020).

Korucu, Gençtürk ve Sezer (2016) AG uygulamalarının öğrenci başarı ve tutumlarına etkisini araştırdıkları çalışmada beşinci ve altıncı sınıf AG uygulamalarının öğrenci başarısını olumlu yönde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Benzer şekilde Omurtak (2019) 2018 ve 2019 yılında dokuzuncu sınıfta eğitim alan 38 kişi ile AG teknolojileri üzerine yaptığı çalışmada; deney grubu, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında motivasyon ve başarılarının daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yine Alves ve arkadaşları (2017) yaptıkları araştırmada, AG teknolojisinin öğrencilerin geometri bilgilerine etkisini

incelemek için 24 öğrenciyi rastgele iki gruba ayırarak deney ve kontrol grupları oluşturmuşlardır. Deney grubuna AG teknolojisi kullanılarak, kontrol grubuna geleneksel yöntemle geometri dersi işlenmiştir. Ön-test ve son-test puanları karşılaştırıldığında deney grubundaki öğrencilerin geometri bilgilerinde artış gözlenirken, aynı zamanda öğrencilerin ilgilerini ve öğrenme sürecindeki uyumlarını artırmak için AG teknolojisinin kullanılabileceği sonucuna varmışlardır.

Özdemir ve Özçakır (2019) yaptıkları çalışmalarında ise beşinci sınıf, 60 öğrenci ile kesirler konusunda AG teknolojilerine yer vermelerinin öğrencilerin matematik başarılarına ve tutumlarına ilişkin etkilerini araştırmışlar, kesirler ünitesinde AG etkinliklerinin beşinci sınıf öğrencilerin akademik başarılarında ve tutumlarında anlamlı bir etkisi olduğunu tespit etmişlerdir.

Sumadio ve Rambli (2010) çalışmalarında, AG teknolojisinin öğrenme süreçleri üzerindeki kalıcılık üzerindeki etkisini incelediği belirtilmiştir. Bu çalışma, artırılmış gerçeklik tekniğinin video ve üç boyutlu sanal nesnelere dayalı olduğunu ve bu teknikle entegre edildiğinde öğrencilerin bilgiyi daha uzun süre ve daha etkili bir şekilde saklamalarına yardımcı olduğunu ortaya koymaktadır.

### **2.3.2. Uzamsal Yetenek ile İlgili Yapılan Çalışmalar**

Literatürde uzamsal yetenek hakkında yapılan çalışmalar incelendiğinde; Ben-Chaim, Lappan ve Houang (1988), yaptıkları çalışmada, beşinci, altıncı, yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin, matematik projesi (Middle Grade Mathematics Project (MGMP)) kapsamında küçük küpler ile yapılan etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerileri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Yaklaşık 1000 öğrencinin katıldığı araştırmanın sonuçlarına göre, üç haftalık uzamsal görselleştirme öğretimin beşinci, altıncı, yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini önemli ölçüde arttırdığı sonucuna varılmıştır.

Widyasari ve Mastura (2019) 202 beşinci sınıf öğrencisi ile yaptıkları çalışmada AG teknolojisi ile oluşturulan öğrenme ortamları ile öğrencilerin geometrik düşünme becerilerini geliştirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmanın sonucunda AG ile oluşturulan öğrenme ortamlarında geometrik düşünme düzeylerinin kontrol grubuna göre daha yüksek olduğu tespit edilmiş ve sonuç olarak AG ile oluşturulan öğrenme ortamlarının öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerini geliştirme noktasında önemli bir role sahip olduğu öne

sürülmüştür. Benzer şekilde, Aldalalah ve arkadaşları (2019) yaptıkları araştırmada, AG ve simülasyonun öğrencilerin matematik ve görsel düşünme başarısı üzerindeki etkisini araştırmış; yedinci sınıfa devam eden 86 öğrenci ile yapılan çalışma sonucunda, AG kullanan öğrencilerin başarı ve görsel düşünmelerinin simülasyon kullanan öğrencilere göre önemli ölçüde daha iyi olduğunu tespit etmişlerdir.

Matematik ve geometri eğitiminde AG teknolojisinin kullanıldığı birçok çalışmada geometri eğitiminde AG kullanımının uzamsal yeteneği geliştirdiği ifade edilmiştir (Gün ve Atasoy, 2017; İbili ve Şahin, 2013; Lin ve arkadaşları, 2015; Özçakır, 2017; Topraklıkoğlu, 2018). Özçakır (2017) tarafından öğretim aracı tasarlama amacı ile yapılan bir çalışmada, yedinci sınıf öğrencilerinin uzamsal zekâlarını geliştirmeye yönelik AG tabanlı bir öğretim aracı tasarımı yapılmıştır. Çalışma ön çalışma evresi ve prototip geliştirme evresi olmak üzere iki evreden oluşmaktadır.

Geliştirilen öğretim aracı ile yapılan eğitimin uzamsal zekâya katkıları sekiz öğrenci ile araştırılmış, sonuç olarak öğretim aracının öğrencilerin uzamsal zekâlarını geliştirebilmeleri için fırsatlar sağladığından tasarlanan aracın uygulanabilir bir eğitim aracı olduğu kanıtlanmıştır. Benzer şekilde, Çetin (2022) yaptığı çalışmasında ilköğretim matematik öğretiminde AG materyalleri kullanılarak oluşturulan 48 makaleyi incelemiştir. Çalışmanın sonucunda; uygulamaların öğrencilerin motivasyonunu, akademik başarılarını ve hatırlama becerilerini geliştirdiğini, kelime dağarcığını artırdığını, derse karşı olumlu tutum geliştirmelerine yardımcı olduğunu, uzamsal düşünme ve yaratıcılıklarını geliştirdiğini ifade etmiştir. Yine matematik ve fen bilgisi eğitiminde AG ile ilgili çalışmaların analizinin yapıldığı bir çalışmada; analiz sonucunda, matematik eğitiminde AG kullanımının uzamsal düşünmeye ve akademik başarıya olumlu katkı sağladığı, geometriyi anlamayı kolaylaştırdığı, öğretim sürecini zenginleştirdiği, derse olan ilgiyi arttırdığı ortaya çıkmıştır (Erşen ve Ergün, 2018).

Uzamsal yetenek gelişiminin cinsiyet faktörüne göre incelendiği çalışmalara da literatürde sıklıkla rastlanmaktadır. Literatürde karşılaşılan araştırmaların sonuçlarına göre erkeklerin lehine cinsiyet farkı ortaya koyan çalışmaların (Heil, Jansen, Quaiser-Pohl ve Neuburger, 2012; Jansen, Schmelter, Quaiser-Pohl, Neuburger ve Heil, 2013; Maeda ve Yoon, 2013; Subrahmanyam ve Greenfield, 1996) çokluğu dikkat çekmektedir.

Tracy (1990) ve Voyer (1996), uzamsal yetenek testlerinde erkek öğrencilerin daha başarılı olduğunu ifade etmişlerdir. Voyer (1996) bu farklılığın öğrencilerin matematik dersinden

aldıkları notlarla ilişkilendirilemeyeceğini belirtmiştir. Bu çalışmaların yanı sıra erkekler ile kızlar arasındaki bu farklılığın kısa bir eğitim ile veya farklı yöntemlerle giderilebildiğine dair araştırmalar da literatürde bulunmaktadır (Debarnot, Piolino, Baron ve Guillot, 2013). Bunun yanında cinsiyet farkı bulunmayan çalışmalar da azımsanamayacak sayıdadır. Turğut ve Yılmaz (2012) yaptıkları çalışmalarında, ilköğretim yedinci sınıf öğrencilerinde uzamsal görselleştirme testinde erkeklerin ortalamasının kızlara göre daha yüksek olmasına rağmen istatistiksel olarak kız ve erkek öğrencilerin test sonuçları arasında anlamlı bir farka rastlamadıklarını ifade etmişlerdir. Benzer şekilde Capraro (2001), yaptığı çalışmada, kız ve erkek öğrencilerin zihinde döndürme yeteneği ile ilgili bir testteki performansları arasında bir fark bulamamıştır. Olkun ve Altun (2003) ise dördüncü ve beşinci sınıfta bulunan erkek öğrencilerin kız öğrencilerden iki boyutlu geometride uzamsal görselleştirme becerilerini ölçen bir geometri testinde daha yüksek puan almalarına rağmen bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ifade etmişlerdir. Karaman (2000) benzer şekilde, uzamsal yeteneğin altıncı sınıf uzay geometrisi başarısına olan etkisini araştırdığı çalışmada cinsiyetler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamıştır.

Gecü-Parmaksız (2017), okul öncesi öğrencileri ile yaptığı çalışmada, geometrik şekillerin öğretilmesinde ve uzamsal becerilerin geliştirilmesinde AG uygulamaları ile geleneksel yöntemleri karşılaştırmıştır. “Uzamsal Testler” ve “Geometrik Şekilleri Tanıma Formu” ön test olarak uygulanmış, deney grubunda etkinlikler AG uygulamaları ile yapılırken, kontrol grubuna geleneksel yöntemler ile yapılmıştır. dört hafta süren deney sürecinden sonra son testler uygulanmış ve çalışmanın sonucunda iki grup arasında; “daire” şeklinde anlamlı farklılık bulunmazken, “kare, dikdörtgen ve üçgen” şekillerinin sınıflandırılmasında deney grubu lehine anlamlı farklılık bulunmuştur. Uzamsal beceri test sonuçlarına göre de AG uygulamalarının, başarı puanı üzerinde olumlu etki yaptığı sonucuna ulaşılmıştır.

“Cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri” ünitesinin öğretiminde AG etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin gelişimine, geometriye ve AG uygulamalarına yönelik tutumlarına etkisi ve bu etkinliklerle ilgili öğrenci görüşlerinin belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada Topraklıkoğlu (2018); uzamsal yetenek testi ve AG uygulamaları tutum ölçeği sonuçlarında ön-test ve son-test sonuçları arasında son-test lehine anlamlı bir fark olduğu sonucuna ulaşmıştır. Çalışmanın örneklemini yedinci sınıfta öğrenim gören 53 öğrenci oluşturmuştur. Öğrenciler aynı zamanda özellikle matematik derslerinin verimli ve eğlenceli geçtiğini, ilgi ve motivasyonlarının arttığını da çalışma da ifade etmişlerdir.

Kaufmann ve Schmalstieg (2003) yaptığı çalışmada lise ve yüksek öğretim müfredatına entegre edilebilecek bir öğretmen-öğrenci etkileşimli Construct3D ile matematik ve geometri eğitimi için tamamen işlevsel ve eğitici bir AG uygulaması geliştirmişlerdir. Çalışmanın sonucunda AG uygulamalarının öğrencilerin uzamsal yeteneğini geliştirdiği, geometrik şekillerin öğrenimine yönelik bilgi transferini kolaylaştırdığına ulaşılmıştır. Gutierrez ve arkadaşları (2015) yaptığı çalışmada AG uygulamaları kullanan deney grubunun grafik tasarım dersine ilişkin uzamsal yetenek puanlarında önemli düzeyde artış görüldüğü sonucuna ulaşmıştır.

Yanuarto ve Iqbal (2022) yaptıkları çalışmada ortaokul öğrencilerine yönelik geliştirdikleri AG teknolojisi ile geometrik nesneler üzerindeki matematiksel uzamsal yeteneklerini geliştirmeyi amaçlamışlardır. Araştırma sonucunda AG ile oluşturulan öğrenme ortamlarının, derslerin etkinliği üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu ve öğrencilerin matematiksel uzamsal yeteneklerinin geliştirilmesinde AG teknolojilerinin olumlu yönde katkı sağlayacağı sonucuna ulaşmışlardır.

Rafi ve arkadaşları (2008), ortaokul öğrencileri ile gerçekleştirdiği araştırmalarında geliştirilen masaüstü sanal ortamının öğrencilerin uzamsal görselleştirme yeteneklerine etkisini araştırmışlardır. Araştırmada öğrenciler etkileşim tabanlı öğretim ve animasyonla geliştirilmiş ortamlardan oluşan iki deney grubu ile geleneksel öğretim yönteminin kullanıldığı kontrol grubu olarak üç gruba ayrılmışlardır. Araştırma sonucunda etkileşim tabanlı ortamda uzamsal görselleştirme becerisinin en çok geliştiği, geleneksel yöntemde ise öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerilerinde ilerleme görülmediği gözlemlenmiştir.

David (2012) yaptığı çalışmada bilgisayar oyunlarının 14-15 yaş aralığındaki öğrencilerin zihinde döndürme, uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme yeteneklerine etkisini incelemiş ve öğretim uygulamasından sonra öğrencilerin zihinde döndürme, uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme becerileri arasında başlangıçtaki (düşük, orta ve yüksek) uzamsal yetenek seviyelerine göre anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu farklılığın düşük uzamsal yetenek seviyesindeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin gelişimi orta olanlardan fazla olduğuna ve orta olanların da yüksek olanlardan fazla olduğu sonucunu tespit etmiştir.

Kösa ve Kaya (2018) yaptıkları çalışmada, Cabri 3D ile zenginleştirilmiş bir öğrenme ortamının yedinci sınıf öğrencilerinin uzamsal yönelim becerilerini geliştirmelerinde daha etkili olduğu sonucuna ulaştıklarını belirtmişlerdir.

Diğer taraftan Gün (2014) tarafından altıncı sınıf öğrencileri ile “Geometrik cisimler ve hacim ölçme” ünitesi kapsamında yapılan çalışmada, AG uygulamalarının matematik dersinde kullanılmasının öğrencilerin uzamsal yeteneklerine ve akademik başarılarına olan etkisi araştırılmıştır. Çalışma sonucunda, 3DS max ile çizilmiş 3B modellerin BuildAR arayüzü ile birleştirilmesi sonucu oluşturulan öğretim materyalleri ile öğretim gerçekleştirilen deney grubu ve sınıfa getirilen nesneler ile öğretim gerçekleştirilen kontrol grubu öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinde anlamlı artış olmuştur. Gruplar arası uzamsal yetenek son-test puanları arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Deney grubunun akademik başarı test sonuçları yükselirken, kontrol grubunda artış olmamıştır. Her iki grubun son test puanlarına bakıldığında anlamlı fark bulunmamıştır. Ancak öğrenciler uygulamaları eğlenceli, dikkat çekici, soyut kavramları zihinde canlandırmayı ve öğrenmeyi kolaylaştırıcı bulmuşlardır. Benzer şekilde, Gün ve Atasoy (2017) yaptıkları çalışmada altıncı sınıf öğrencilerine geometrik cisimler ve hacim ölçme ünitesinin öğretiminde AG teknolojisi kullanmıştır. Çalışmada deney ve kontrol grubunun her ikisinde de anlamlı artış gözlenmesine rağmen iki grubun son test vasıtasıyla uzamsal yetenek puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

AG kullanımının avantajlarına yönelik birçok çalışmanın yanı sıra alan-yazında AG ile ilgili çalışmalarda olumsuz yönlere de yer verilmiştir. Bunlardan bazıları; AG hakkında öğrencilerin kafa karışıklığına sebep olması (Wu, 2013), göz sağlığını kötü etkilemesi, teknolojik donanımdan kaynaklı problemlerin yaşanması, öğrenciler arasında iletişim kopukluğunun yaşanması ve öğrencilerin teknolojik bilgi yoksunluğu (Yılmaz ve Battı, 2016) şeklindedir.

Ibáñez ve arkadaşları (2014) ait çalışmada AG uygulaması hakkında ön bir eğitim verilmeden yapılan birden fazla beceri gerektiren etkinliklerde öğrencilerin zorlanabileceği ifade edilmiş, bu durumun önüne geçmek için etkinliklerden önce öğrenme oturumlarının yapılması gerektiği önerilmiştir.

## BÖLÜM 3

### YÖNTEM

Bu bölümde; araştırmanın deseni, çalışma grubu, araştırmada kullanılan veri toplama araçları, araştırmanın tasarımı ve uygulanması ile verilerin toplanması ve analizine ilişkin bilgilere yer verilmiştir.

#### 3.1. Araştırmanın Deseni

Artırılmış gerçeklik uygulamalı eğitimin katkısına yönelik yedinci sınıf öğrenci görüşleri ile bu eğitimin uzamsal yeteneklere yönelik etkisini açıklamayı hedefleyen bu araştırmada, nitel ve nicel verilerin toplanarak analiz edildiği karma yöntem araştırması kullanılmıştır. Karma yöntem araştırması; tek bir çalışmanın ya da çalışmalar içerisindeki nicel ve nitel araştırma verilerinin elde edilerek, analiz edilmesini ve yorumlanmasını içermektedir (Leech ve Onwuegbuzie, 2009). İstatistiksel veriler ve katılımcı deneyimlerinin birleştirilmesi, bu verilerin birbirini desteklemesi ve açıklaması araştırma probleminin araştırmacı tarafından daha iyi anlaşılmasını sağlamaktadır (Creswell, 2017).

Karma yöntem araştırmalarında araştırmacılar; gömülü desen, açıklayıcı desen, keşfedici desen ve çeşitleme olmak üzere dört çeşit desen kullanabilmektedirler (Creswell ve Clark, 2007). Bu araştırmada Creswell ve Clark'a (2007) göre bir araştırmacının başlangıçtaki nicel bulguları genişletmek veya açıklamak için nitel verilere ihtiyaç duyduğunda kullandığı ve araştırmaya uygun olarak verilerin sıralı toplanıp nitel araştırma verilerinin nicel araştırma verilerini destekleyici rolde olduğu sıralı açıklayıcı desen kullanılmıştır. Dolayısıyla, bu desende önce nicel veriler, daha sonra nitel veriler toplanır ve analiz edilir. Araştırmacı, durumu daha derinden keşfetmek için elde ettiği verilerden hareketle nitel aşamada sorulacak soruları belirler. Araştırmanın yorum aşamasında nitel verileri toplayıp analiz eder

ve son olarak da nitel sonuçları, nicel bulguları açıklama ve yorumlamada kullanır (Creswell ve Clark, 2007). Nitel veya nicel yöntemlerin tek başına bazı durumlarda zayıf kalması, karma yöntemin ise bu zayıflıkları güçlendirmesi (Creswell ve Clark, 2015) ve çalışmanın amacına uygun daha kapsamlı sonuçlar elde edilmesi gibi nedenler; çalışmada kullanılacak yöntemin karma yöntem olarak belirlenmesindeki etkenlerdir. Ayrıca, karma yöntem araştırmasının felsefi rehberi konumunda olan pragmatizme göre bir karma araştırmacı problem çözen, faydacı, işlevsel ve çoğulcu bakış açısını yansıtmalıdır. Bu çalışmada da araştırmacı yedinci sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini geliştirmeyi, kullandığı eğitim ile öğretmenlerin ve matematik eğitimi programının fayda sağlamasını ve çoğulcu bakış açısıyla gelecekteki araştırmacılara ışık tutmayı amaçlamıştır. Şekil 13’de karma araştırma yöntemi, açıklayıcı sıralı desenin aşamaları gösterilmiştir.



Şekil 13. Karma araştırma yöntemi, açıklayıcı sıralı desen (Cresswell, 2019)

### 3.1.1. Araştırmanın Nicel Boyutu

Çalışmanın nicel kısmında deneysel müdahalenin öğrencilerin uzamsal yeteneklerine etkisini belirlemek amaçlanmıştır. Değişkenleri ölçebilmek ve değişkenler arasındaki sebep-sonuç ilişkilerini ortaya çıkarmak için deneysel desenler tercih edilmektedir (Ürey ve Çepni, 2015). Araştırmada ön test-son test olarak uygulanan; “Uzamsal Yetenek Testi” araştırmanın

nicel boyutunu oluşturmaktadır. Araştırmanın nicel boyutunda yedinci sınıf öğrencilerinin uzamsal yetenekleri üzerinde artırılmış gerçeklik uygulamasının etkisini ölçmek için “Ön Test-Son Test Tek Gruplu Deneysel Desen” kullanılmıştır. Deneysel desenlerden tek gruplu deneysel desenlerde, aynı bireylerin müdahale öncesi ve sonrasında üzerinde değişiklik olması öngörülen değişkenle ilgili ölçümlerinin değişimi incelenmektedir (Uluyol, 2011).

Deneysel desenlerde temel amaç, uygulanan müdahaleye göre araştırma kapsamında ele alınan değişkenler arasındaki neden-sonuç ilişkisinin değişip değişmediğinin ortaya konulmasıdır. Tek gruplu deneysel desen; rastgele örneklem seçim yönteminin mümkün olmadığı durumlarda deneysel işlemin etkisinin tek bir grup üzerinde yapılan çalışmayla test edildiği araştırma desendir (Büyüköztürk ve arkadaşları, 2020; Özmen, 2016). Araştırma özel bir eğitim kurumunda yaz tatili kursuna gelen öğrenciler ile yapılmış ve rastgele seçim yapmak çok mümkün olmamıştır. Gönüllü olan tüm öğrenciler pilot uygulama ve çalışma sürecine dâhil edildiğinde tek gruplu bir çalışma yapılması mecburi hale gelmiştir. Araştırmanın deneysel desenine ilişkin uygulama aşamaları Şekil 14’de verilmiştir.



Şekil 14. Ön test-son test ve kalıcılık testi tek gruplu modelin uygulama aşamaları

### 3.1.2. Araştırmanın Nitel Boyutu

Çalışmanın nitel kısmında, uygulaması yapılan deneysel müdahalenin etkileri derinlemesine incelenmek istenmiştir. Bu yüzden çalışmanın nitel boyutunda durum çalışması kullanılmıştır çünkü durum çalışması özellikle ilgilenilen olguya ilişkin "nasıl" ve "neden" sorularının araştırılmasında faydalıdır (Yin, 2018). Yin’e (2018) göre, durum çalışmasında araştırmacının olaylar üzerinde fazla bir kontrolü bulunmaz. Durum çalışmasında analiz birimi olarak bir insan, bir program veya bir olay gibi sınırlı bir sistem veya durum söz konusudur (Merriam ve Tisdell, 2016, s. 24). Güncel bir durum veya olgunun keskin çizgilerle sınırlandırılmadığı durumlarda, ele alınan durumun mevcut koşullarda incelendiği araştırmaların durum çalışması olduğu ifade edilmektedir (Yin, 2018). Nitel bir araştırma metodolojisi olarak durum çalışması, bir kişinin, bir programın, bir grubun, bir politikanın veya bir olgunun olabileceği daha geniş bir şeyin içinde bulunduğu koşulları anlamaya odaklanır (Yazan, 2015). Çalışma, artırılmış gerçeklik uygulamalı eğitimin

yedinci sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine olan etkisi ve bunun nedenlerini daha iyi anlamayı amaçlamaktadır. Bu amaçla veriler video kayıtları ve yarı-yapılandırılmış görüşme formları kullanılarak toplanmıştır. Çalışmada nitel verilerin kullanılması ile elde edilen nicel veriler daha ayrıntılı olarak açıklanmaya ve uygulamanın etkisi daha kuşatıcı bir bakış açısıyla sunulmaya çalışılmıştır.

### **3.2. Katılımcılar**

Bu çalışma sıralı açıklayıcı desen kullandığı için aşağıda ilk olarak nicel araştırmanın örnekleme, daha sonra ise nitel araştırmanın çalışma grubu açıklanmıştır.

#### **3.2.1. Evren-Örneklem**

Araştırma süreci yaz tatilinde gerçekleştirilmiştir. Nevşehir İli, Merkez İlçesi'ne bağlı özel eğitim kurumlarına yaz döneminde katılan 235 yedinci sınıf öğrencisi bu çalışmanın ulaşılabilir evrenini oluşturmuştur. Bu evrenin en az yüzde 10'u ile çalışmak hedeflenmiş ve örneklem seçiminde en az 23 kişi belirlenmeye çalışılmıştır (Fraenkel ve Wallen, 2009). Bununla birlikte, gönüllülük esasına dayalı seçim yapıldığı için çalışmaya 18 kişi dâhil edilebilmiştir. Bu durum, çalışmanın sonuçlarını evrene genelleme açısından zora sokmuş ve analiz esnasında parametrik olmayan testlerin kullanılmasına yol açmıştır. Dolayısıyla, araştırmacı sonuçlarını ulaşılabilir evren yerine, örnekleme genellemek zorunda kalmıştır.

Örneklem, özel bir eğitim kurumunun altıncı sınıftan yedinci sınıfa geçmiş yaz kursu için gelen öğrencilerinden oluşturulmuştur. Dolayısıyla, yukarıdaki gerekçelerden dolayı uygun örnekleme ile 7 tane kız ve 11 tane erkek olmak üzere toplam 18 öğrenci seçilmiştir. Örneklem, öğrencilerin gelişim özellikleri dikkate alınarak seçilmiştir. Piaget'e göre soyut işlemler döneminin (11 yaş ve üzeri) başladığı ve geliştiği dönem ortaokul kademesidir (Senemoğlu, 2012). Bu nedenle, 11 yaşın üzerinde olmaları ve soyut düşünme becerisine daha çok gerek duyulan uzamsal yeteneğin geliştirilmesi için yedinci sınıf öğrencileri ile bu çalışma gerçekleştirilmiştir.

Örneklemin oluşturulmasında, deneysel uygulamalara başlamadan önce kurumda bulunan toplam 43 öğrenciye Uzamsal Yetenek Testi (UYT) uygulanmıştır. Elde edilen veriler ile deneysel uygulamaya katılmak isteyen gönüllü öğrenciler belirlenmek istenmiş ve ders öğretmeni ile yapılan görüşme sonrasında nihai sonuç olarak bu öğrenciler içinden

uygulamaya katılmak isteyen gönüllü 18 öğrencinin tamamı deneysel uygulamaya seçilmiştir. Öğrencilere çalışma esnasında ses ve görüntü alınacağı bilgilendirilmesi yapılmış ve gönüllü katılımlarına dair veli onam formu alınmıştır (Ek 3). Öğrencilerin cinsiyetlerine ilişkin betimsel istatistiksel bilgiler Tablo 2’ de verilmiştir.

Tablo 2 *Öğrencilerin cinsiyetlerine ilişkin betimsel istatistiksel bilgiler*

|             | Erkek |      | Kız |      | Toplam |     |
|-------------|-------|------|-----|------|--------|-----|
|             | f     | %    | f   | %    | f      | %   |
| Deney Grubu | 11    | 61.1 | 7   | 38.9 | 18     | 100 |

Tablo 2 incelendiğinde deney grubu öğrencilerinin %68.1’i (N=11) erkek, %38.9’u (N=7) kız öğrenciden oluştuğu görülmektedir.

### 3.3. Araştırmacının Rolü

Nicel araştırmalarda araştırmacıların araştırma konularına olabildiğince nesnel ve kendi kimliklerinden bağımsız yaklaşımları beklenir. Ancak nitel araştırmalarda, araştırmacının kendisi veri toplama aracı olarak görev yaptığından bunun %100 başarılması pek mümkün değildir (Yıldırım ve Şimşek, 2008). Bu nedenle nitel araştırmalarda araştırmacıların kendi özelliklerini okuyucuya sunmaları önerilmektedir (Creswell, 2007).

Araştırmacı on üç yıllık öğretim deneyimine sahip bir Matematik öğretmenidir. On yıldır üniversitede araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır. Matematik ve geometri alanında öğretmenler ile yaptığı sohbetlerde ne tür eksikliklerin ve ne gibi yanlışların olduğu noktasında bilgi sahibidir. Araştırmacı bu çalışma için de matematik öğretmenleri ile iletişim kurmuş ve öğrencilerin eksiklikleri hakkında bilgi topladıktan sonra ortaokul yedinci sınıf son konularından olan “Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri” konusuna yeterli önemin verilmediği ve öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirme yönünde müfredatın sınırlı kaldığını gözlemlemiştir. Bu yüzden gerek nicel veri toplamak için geliştirilen testte gerekse nitel veri toplamak için hazırlanan eğitimin ders planlarında gerekli özeni göstermiştir.

Nitel araştırmalarda araştırmacının rolü nicel araştırmalara göre daha önemlidir çünkü araştırmacı aynı zamanda katılımcı rolünü de üstlenir. Yıldırım ve Şimşek’e (2008) göre nitel araştırmalarda araştırmacılar alanda bizzat zaman geçirir, araştırma kapsamında kişilerle yüz yüze tanışır ve isteğe bağlı olarak bu kişilerin deneyimlerini öğrenerek bakış açılarını ve deneyimlerini keşfederler ve verilerin analizinde kullanırlar. Bu çalışmada araştırmacı

katılımcı rolünü üstlenmiştir. Araştırmacı öğrencilerle görüşmüş, görüşmeler sırasında tarafsız davranmış, yönlendirme olmadan öğrencilerin düşünce süreçlerini ortaya koyan sorular sormuş, öğrencilerin tepki ve eylemlerine ilişkin notlar almış ve görüşmeleri videoya kaydetmiştir.

### **3.4. Araştırma Kapsamında Yürütülen İşlem Basamakları**

Araştırma kapsamında ilk olarak “Uzamsal Yetenek Testi” adı verilen yedinci sınıf öğrencilerinin uzamsal yetenek performanslarını belirlemeye yönelik güncel bir test araştırmacı tarafından pilot uygulamaları yapılarak ve uzman görüşleri alınarak geliştirilmiştir. Cisimlerin farklı yönlerden görünümüleri ünitesi kazanımlarını da kapsayan ve uzamsal yeteneğin alt boyutlarından bu konu ile ilişkili alt boyutları da içeren AG tabanlı dört haftalık ders planı geliştirmek amaçlanmıştır. Öncelikle cisimleri artırılmış gerçeklik olarak elde edebilmek için bir yazılım programı bizzat araştırmacının tasarımı ile bir yazılım firmasına hazırlattırılmıştır. Çizimlerin bu platformda yapılıp elde edilen çıktıların yine araştırmacı tarafından edinilen web sitesi üzerinden QR kodlara dönüştürülme süreci de araştırmacı ve yazılımcı firma tarafından yapılmıştır.

Hazırlanan program eşliğinde dört haftalık ders planı oluşturulmuş ders sonunda öğrencilere uygulanmak üzere etkinlik kâğıtları hazırlanmıştır. Uzamsal Yetenek Testi sonuçlarını ve verilen dört haftalık eğitimin öğrencilere etkisini inceleyebilmek için eğitim bittikten bir hafta sonrasında kullanılmak üzere yine araştırmacı tarafından nihai hali 16 sorudan oluşan “Yarı yapılandırılmış görüşme formu” hazırlanmıştır. Yarı yapılandırılmış görüşme formu da yine pilot uygulaması ve uzman görüşleri ile son halini almıştır.

Araştırma amacıyla veriler toplanmaya başlamadan önce Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi etik kurulu (Ek 1) ve ardından Nevşehir İl Milli Eğitim Müdürlüğü’nden gerekli yasal izinler alınmış (Ek 2) uygulama öncesi veli onam formları toplanmış ve uygulama gönüllülük esas alınarak tamamlanmıştır.

Ders sürecine öğrenci seçmek ve ön-test olarak kullanılmak üzere, her bir sorunun doğru cevabının 1 puan olduğu ve toplamda 25 puan alınabilen “Uzamsal Yetenek Testi” uygulanmıştır. Çalışma grubuna gönüllülük esasına göre seçilen öğrenciler; ön-test sonuçlarına göre alt, orta ve üst grup olarak üç gruba ayrılmışlardır.

Dört haftalık eğitim öncesi öğrencilere bir ders; içerik olarak 7. sınıf ve öncesi konuların var olduğu cisimlerin farklı yönlerden görünümüleri konusu için de kullanılacak simetri, birim küp ve özellikleri ile QR kodu ve artırılmış gerçeklik tanıtımını da barındıran 40 dakikalık

bir eğitim, ders öğretmeni tarafından verilmiştir. Bu eğitim sonrası ana uygulamanın pilot uygulaması ana uygulama başlamadan önce tamamlanmıştır. Bu kapsamda iki alan uzmanı görüşü ile hazırlanan dört haftalık ders planları öğrencilere ders öğretmeni tarafından işlenmiş ve eğitim tamamlanmıştır. Dersler tamamlandıktan sonra Uzamsal Yetenek Testi öğrencilere bu kez son-test olarak uygulanmış ve ön-test sonuçları ile karşılaştırılmıştır. Ders bitiminden bir hafta sonra alt, orta ve üst grupların her birinden seçilen 3'er öğrenci toplamda dokuz öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmış ardından öğrenci ve veli izinleri ile video kayıtları oluşturulmuştur.

Veri toplama süreci 2022-2023 eğitim-öğretim yılı Temmuz-Ağustos aylarında toplam altı hafta sürmüştür. Son-testten sekiz hafta sonra eğitimin kalıcılığının öğrenilmesi için araştırmacı tarafından çalışma grubunda bulunan öğrencilere kalıcılık testi uygulanmış ve eğitim sonlandırılmıştır. Uygulama ders içerikleri ve zaman çizelgesi Tablo 3'te verilmiştir.

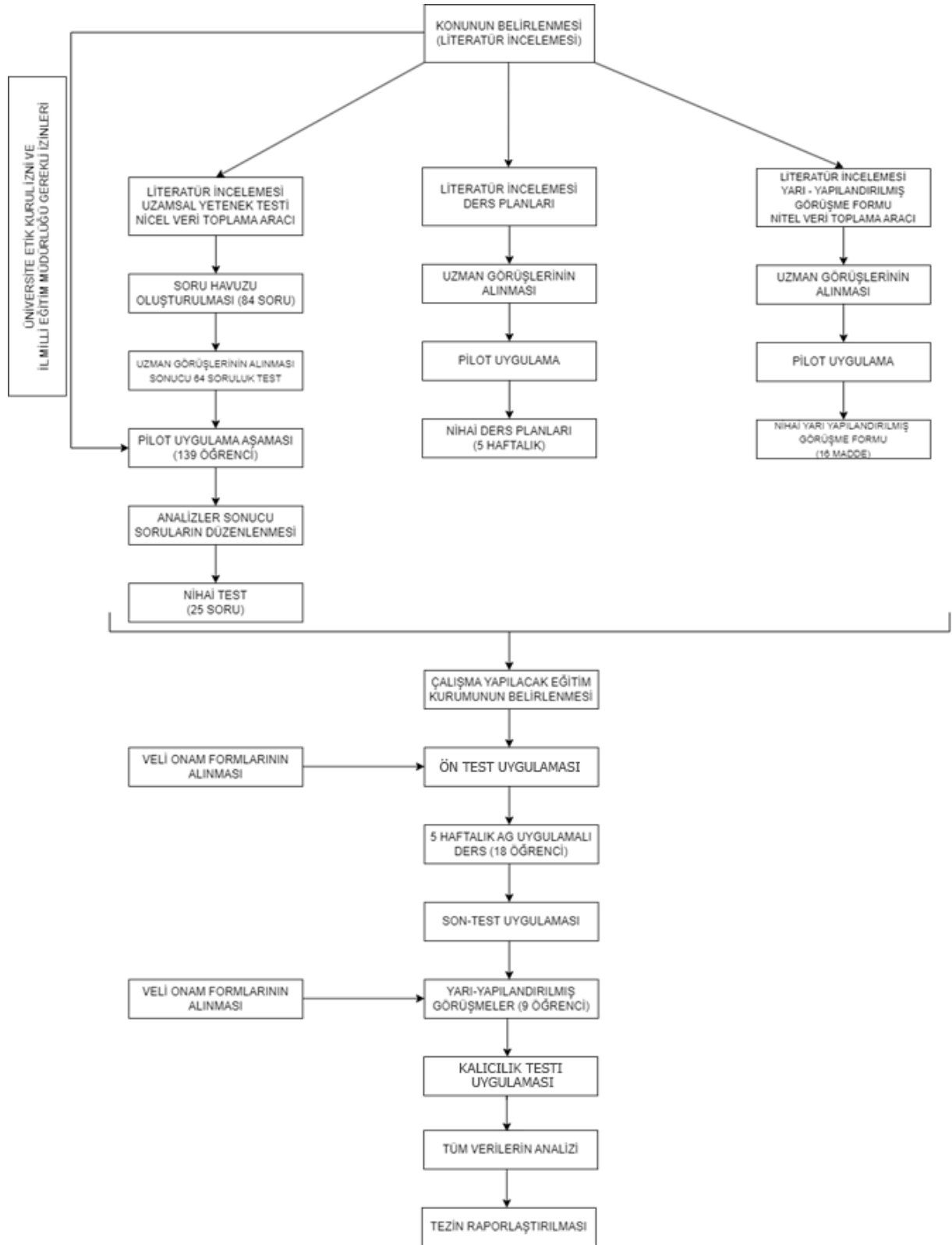
Tablo 3 *Uygulama ders içerikleri ve zaman çizelgesi*

| Haftalar                           | Uygulamalar                                                                                                                                              |
|------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. Hafta (22 Temmuz -28 Temmuz)    | Ön-test uygulanarak öğrencilerin seçilmesi<br>(Uyum haftası) Simetri, Küp kavramları ile ilgili gerekli hatırlatmalar, AG kullanımı hakkında bilgi verme |
| 2. Hafta (29 Temmuz - 4 Ağustos)   | Küp sayma, Cisimlerin önden-sağdan-üstten görünüşleri                                                                                                    |
| 3. Hafta (5 Ağustos – 11 Ağustos)  | Cisimlerin önden-sağdan-üstten görünüşleri, Küp karşılaştırma, 3B'den 3B'ye dönüşüm                                                                      |
| 4. Hafta (12 Ağustos – 18 Ağustos) | Cisimlerin üstten görünüşleri, Kodlama, Yüzey Tamamlama                                                                                                  |
| 5. Hafta (19 Ağustos – 25 Ağustos) | Farklı yönlerden görünüşlerine ilişkin çizimleri verilen yapıları oluşturma, görünüşleri verilen yapıyı çizme, 2B ve 3B nesneleri zihinde döndürme       |
| 6. Hafta (26 Ağustos – 31 Ağustos) | Son-test uygulaması ve Yarı-yapılandırılmış görüşmeler                                                                                                   |
| Son Hafta (30 Ekim)                | Kalıcılık testi uygulaması                                                                                                                               |

Uygulama esnasında ders içinde karşılaşılan; öğrencilerin internet bağlantısının olmaması veya bağlantı hızının yavaş olması sorunu çalışma yapılan kurumun internetine bağlanılarak çözülmüştür. Diğer taraftan öğrencilerin kullandıkları tablet veya telefonların artırılmış gerçeklik uygulamasının açılabilmesi için yeni nesil teknolojik ürünler olmasına ihtiyaç

duyulması gerekmektedir. Bu sorun ile bir öğrencide karşılaşılmış ama bu öğrenciye de öğretmen tarafından uygulama esnasında kullanması amacıyla ödünç telefon verilerek sorunun üstesinden gelinmiştir. Araştırmacı tüm süreçlerde sınıf ortamında bulunmuş ve etkinliklerin uygulanıp uygulanmadığını gözlemlemiştir. Şekil 15’te çalışmanın tüm işlem basamakları gösterilmiştir.





Şekil 15. Çalışmanın tamamına ait işlem basamakları

### **3.5. Pilot Uygulama**

Bu bölümde çalışma ile ilgili yapılan pilot uygulama çalışmaları ve sonuçları hakkında bilgi verilecektir.

#### **3.5.1. UYT Pilot Uygulama Süreci**

Uzamsal Yetenek Testinin pilot uygulaması asıl uygulamadaki örneklemden farklı olarak 2022-2023 Eğitim-Öğretim Yılı Bahar Döneminde, Nevşehir İli, Merkez İlçesi'ne bağlı bir devlet Ortaokulu'nda yedinci sınıfta öğrenim gören 139 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir.

Cevaplanan testin 64 soruluk pilot halinin madde güçlük ve madde ayırt edicilik analizleri Test Analiz Programı (TAP) kullanılarak yapılmıştır. Uzamsal Yetenek Testinin pilot uygulamasına ait madde analizi sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4 *Uzamsal yetenek testi pilot uygulama sonucunda elde edilen madde analizi değerleri*

| Soru     | Madde Güçlük İndeksi (P <sub>j</sub> ) | Madde Ayırtedicilik İndeksi (r <sub>jx</sub> ) | Soru     | Madde Güçlük İndeksi (P <sub>j</sub> ) | Madde Ayırtedicilik İndeksi (r <sub>jx</sub> ) |
|----------|----------------------------------------|------------------------------------------------|----------|----------------------------------------|------------------------------------------------|
| Soru 1*  | 0.87                                   | 0.28                                           | Soru 33* | 0.87                                   | 0.41                                           |
| Soru 2*  | 0.98                                   | 0.05                                           | Soru 34* | 0.91                                   | 0.28                                           |
| Soru 3*  | 0.93                                   | 0.13                                           | Soru 35  | 0.77                                   | 0.42                                           |
| Soru 4*  | 0.86                                   | 0.21                                           | Soru 36* | 0.78                                   | 0.42                                           |
| Soru 5*  | 0.88                                   | 0.13                                           | Soru 37* | 0.81                                   | 0.29                                           |
| Soru 6*  | 0.93                                   | 0.03                                           | Soru 38* | 0.90                                   | 0.33                                           |
| Soru 7*  | 0.81                                   | 0.41                                           | Soru 39* | 0.86                                   | 0.34                                           |
| Soru 8*  | 0.10                                   | 0.12                                           | Soru 40* | 0.91                                   | 0.26                                           |
| Soru 9   | 0.53                                   | 0.41                                           | Soru 41  | 0.52                                   | 0.55                                           |
| Soru 10* | 0.74                                   | 0.44                                           | Soru 42* | 0.76                                   | 0.64                                           |
| Soru 11  | 0.38                                   | 0.49                                           | Soru 43  | 0.61                                   | 0.60                                           |
| Soru 12* | 0.47                                   | 0.46                                           | Soru 44* | 0.60                                   | 0.60                                           |
| Soru 13* | 0.41                                   | 0.41                                           | Soru 45  | 0.62                                   | 0.50                                           |
| Soru 14  | 0.42                                   | 0.53                                           | Soru 46* | 0.76                                   | 0.37                                           |
| Soru 15* | 0.81                                   | 0.23                                           | Soru 47  | 0.58                                   | 0.53                                           |
| Soru 16* | 0.88                                   | 0.11                                           | Soru 48* | 0.63                                   | 0.52                                           |
| Soru 17  | 0.63                                   | 0.57                                           | Soru 49  | 0.45                                   | 0.61                                           |
| Soru *   | 0.60                                   | 0.30                                           | Soru 50  | 0.53                                   | 0.68                                           |
| Soru 19* | 0.42                                   | 0.34                                           | Soru 51* | 0.50                                   | 0.34                                           |
| Soru 20  | 0.49                                   | 0.60                                           | Soru 52  | 0.37                                   | 0.44                                           |
| Soru 21* | 0.61                                   | 0.57                                           | Soru 53* | 0.80                                   | 0.51                                           |
| Soru 22  | 0.54                                   | 0.60                                           | Soru 54  | 0.67                                   | 0.42                                           |
| Soru 23* | 0.63                                   | 0.80                                           | Soru 55* | 0.83                                   | 0.46                                           |
| Soru 24  | 0.55                                   | 0.68                                           | Soru 56* | 0.81                                   | 0.49                                           |
| Soru 25  | 0.42                                   | 0.52                                           | Soru 57  | 0.61                                   | 0.82                                           |
| Soru 26* | 0.68                                   | 0.45                                           | Soru 58* | 0.71                                   | 0.32                                           |
| Soru 27* | 0.71                                   | 0.49                                           | Soru 59* | 0.34                                   | 0.18                                           |
| Soru 28  | 0.65                                   | 0.50                                           | Soru 60  | 0.64                                   | 0.40                                           |
| Soru 29  | 0.65                                   | 0.62                                           | Soru 61  | 0.62                                   | 0.55                                           |
| Soru 30* | 0.65                                   | 0.57                                           | Soru 62* | 0.59                                   | 0.18                                           |
| Soru 31  | 0.38                                   | 0.47                                           | Soru 63  | 0.53                                   | 0.58                                           |
| Soru 32  | 0.34                                   | 0.37                                           | Soru 64* | 0.58                                   | 0.55                                           |

\*İşaretli maddeler testten çıkarılmıştır.

Test soruları üzerinde yapılan madde güçlük analizi, sorunun uygulanan grup için ne kadar kolay ya da zor olduğu ile ilgili bilgi vermektedir. Bu değer 1.00'a yaklaştıkça doğru cevaplama sayısının arttığını ve sorunun kolaylaştığını, 0.00'a yaklaştıkça yanlış cevaplama sayısının arttığını ve sorunun zorlaştığını ifade etmektedir (Kan, 2011). Tablo 4'te verilenlere göre sonuç olarak elde edilen Uzamsal Yetenek Testinde yer alan soruların güçlük indekslerinin 0,34 ile 0,77 arasında değer alarak testin ortalama güçlük indeksinin 0,65 çıktığı görülmektedir. Bu bilgilere göre testte zor ve kolay soruların her düzeyinden soru yer aldığı ve testin ortalama güçlüğü ise orta düzeyde olduğu söylenebilir. Madde güçlük analizi sonuçlarına göre genellikle 0,20 üstü ve 0,80 altı değere sahip soruların test için seçilmesi uygun görülmektedir (Baykul, 2010). Tablo 5'de madde güçlük analizi değerlendirme kriterleri verilmiştir.

Tablo 5 *Madde güçlük indeksi değerlendirme kriterleri*

| Madde Güçlük İndeksi (Pj) | Değerlendirme |
|---------------------------|---------------|
| 0.20-0.40                 | Zor           |
| 0.41-0.60                 | Orta Güçlükte |
| 0.61-0.80                 | Kolay         |

Test soruları üzerinde yapılan madde ayırt edicilik değeri, soruların ölçülmek istenen özelliği ne derecede ölçtüğünün belirlenmesini sağlamaktadır. Bu değer +1'e yaklaştıkça sorunun testin ölçmeyi amaçladığı özelliği daha iyi ölçtüğü, 0'a yaklaştıkça sorunun testin ölçmeyi amaçladığı özelliği ölçmede yetersiz kaldığı ifade edilmektedir. Bu değer negatif çıkması halinde sorunun amaçlanandan başka bir özelliği ölçtüğü düşünülebilir (Kan, 2011). Tablo 4, Uzamsal Yetenek Testinde yer alan soruların ayırt edicilik indekslerinin 0.33 ile 0.82 arasında değer aldığını göstermektedir. Testin ortalama ayırt edicilik indeksinin 0.43 çıktığı Tablo 6'da verilmiştir. Bu sonuca göre, testin ayırt ediciliğinin yeterli düzeyde olduğu söylenebilir. Madde ayırt edicilik indeksi sonuçlarına göre 0,30 ve üstü değerlere sahip soruların test için seçilmesi önerilmektedir (Baykul, 2010). Yapılan analiz sonrasında, Tablo 4'te işaretlenen sorular madde ayırt edicilik indeksi 0,30'un altında ve ortalama güçlüğü 0,20'den küçük ve 0,80'den büyük olduğu için testten çıkarılmıştır. Kalan sorular uzman görüşlerine sunulmuş ve 25 soruluk nihai test elde edilmiştir.

Pilot uygulamaya yönelik ve test soruları çıkarılarak elde edilen testin nihai halinin TAP programında analizi yapılmıştır. Uzamsal Yetenek Testinin, pilot ve nihai haline ilişkin TAP analizi sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6 *Uzamsal yetenek testinin pilot ve nihai uygulamalarına ilişkin TAP analizi sonuçları*

| İstatistikler                  | Pilot Test | Nihai Test |
|--------------------------------|------------|------------|
| Soru sayısı                    | 64         | 25         |
| Uygulanan Kişi Sayısı          | 139        | 139        |
| Ortalama                       | 41.43      | 13.49      |
| Standart Sapma                 | 11.40      | 5.64       |
| Varyans                        | 129.87     | 31.79      |
| Minimum                        | 11         | 2          |
| Maksimum                       | 60         | 24         |
| Çarpıklık                      | -0.45      | -0.04      |
| Basıklık                       | -0.43      | -0.90      |
| Ortalama madde güçlüğü         | 0.65       | 0.54       |
| Ortalama madde ayırt ediciliği | 0.43       | 0.53       |

Tablo 6 incelendiğinde; testin pilot halinin ortalaması 41,43, standart sapması 11,40, varyansı 129.87, 64 sorudan oluşan testten alınan minimum puan 11, maksimum puan 60, çarpıklık değeri -0.45, basıklık değeri -0.43, testin ortalama güçlük indeksi 0.65, testin ayırt edicilik indeksinin ise 0.43 olduğu görülmektedir. Testin nihai halinin ise ortalaması 13.49, standart sapması 5.64, varyansı 31.79, 25 sorudan oluşan nihai testten alınan minimum puan 2, alınan maksimum puan 24, çarpıklık değeri -0.04, basıklık değeri -0.91, testin ortalama güçlük indeksi 0.54, testin ayırt edicilik indeksinin ise 0.53 olduğu görülmektedir.

Testlerin kapsam geçerliğinin sağlanması için hem testlerle ölçülecek kritik kazanımların belirlenmesi, hem de test sorularının yazılması aşamalarında uzman görüşleri alınmıştır. Testlerin kapsam geçerliği analizinde her bir test ile ölçülen kazanımları ve bu kazanımların Bloom taksonomisindeki bilişsel düzeylerini gösteren belirtke tabloları yine uzman görüşleri yardımı ile hazırlanmıştır. Testin nihai haline ilişkin belirtke tablosu yeniden revize edilerek Tablo 7’de sunulmuştur.

Tablo 7 *Uzamsal yetenek testinin nihai haline ilişkin belirtke tablosu*

| KAZANIM DÜZEYİ                                  | BİLİŞSEL ALAN      |               |                                            |            |
|-------------------------------------------------|--------------------|---------------|--------------------------------------------|------------|
| İçerik                                          | Uygulama           | Analiz        | Değerlendirme                              | Yaratma    |
| Küp sayma                                       | 14, 15, 16, 17, 21 | 4, 11, 13, 23 | 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 18, 19, 20 | 22, 24, 25 |
| Küp Karşılaştırma                               |                    |               |                                            | 22, 24, 25 |
| 2B' den 3B' ye ve 3B' den 2B' ye Görselleştirme | 14, 15, 16, 17     | 13            | 18, 19, 20                                 |            |
| 2 ve 3 boyutlu nesneleri zihinde döndürme       | 14, 15, 16, 17     | 4, 23         | 1, 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 18, 19, 20    | 22, 24, 25 |
| Yüzey tamamlama (Zihinde bütünleme)             |                    | 4, 11         | 3                                          | 24, 25     |
| Şekli zihinde ayırıştırma                       | 14, 15, 16, 17, 21 | 11, 13        | 1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 18, 19, 20 | 22, 24, 25 |

Tablo 7’de verilenlere göre; test sorularının “uygulama, analiz etme, değerlendirme ve yaratma” basamaklarında yer aldığı görülmektedir. Bazı sorular birden çok içerik barındırabilmektedir. Örneğin, soru-4 küp sayma, 2 ve 3 boyutlu nesneleri zihinde döndürme ve yüzey tamamlama içeriklerini kapsamaktadır. Yapılan değerlendirmeler sonucunda geçerli bir Uzamsal Yetenek Testi elde edilmiş ve EK-3’te sunulmuştur.

### 3.5.1.1. *Uzamsal Yetenek Testi Güvenirlik Analizi Sonuçları*

Bireylerin test sorularına verdikleri cevaplar arasındaki tutarlık güvenirlilik olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk, 2018). Turgut ve Baykul’a (2014) göre bir ölçme aracının güvenilirliğini tek uygulama ile belirlemenin bir yöntemi olarak ölçme aracındaki maddelerin birbiri ile tutarlılığını ortaya çıkaran Kuder-Richardson-20 (KR-20) uygulanabilir. Başarı testlerinin geliştirildiği çalışmalarda güvenirliliğin KR-20 güvenirlilik katsayısı hesaplanarak rapor edildiği görülmektedir (Gönen ve arkadaşları, 2011; Ayvaci ve Durmuş, 2016).

Test maddelerine verilecek cevapların doğru/yanlış, evet/hayır gibi iki seçenekli olması durumunda KR-20 katsayısının kullanılmasının uygun olacağı ve bu katsayının 0,70 ve üzerinde olmasının test puanlarının güvenirliliği için yeterli olacağı Büyüköztürk (2017) tarafından belirtilmiştir. Kehoe (1995) KR-20 değerinin 10-15 civarında sorudan oluşan çoktan seçmeli testler için 0.50; 50 ve üzeri sorudan oluşan testler için ise en az 0.80 olması

gerektiğini belirtmektedir (Kehoe ‘den aktaran Tan, Kayabaşı ve Erdoğan, 2003). Başarı testinin pilot ve nihai ölçümlerine ilişkin KR-20 değerleri Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8 *Uzamsal yetenek testi güvenilirlik analizi sonuçları*

| TEST TİPİ  | SORU SAYISI | KR-20 KATSAYISI |
|------------|-------------|-----------------|
| Pilot test | 64          | 0,85            |
| Nihai test | 25          | 0,92            |

Pilot uygulama sonucunda, Uzamsal Yetenek Testinin 64 soruluk ön uygulamasının KR-20 güvenilirlik katsayısı 0,85 olarak bulunmuştur. Testin son halinin KR-20 güvenilirlik katsayısı ise 0,92 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuçlara göre Uzamsal Yetenek Testinden elde edilen puanların güvenilirliğinin yeterli düzeyde olduğu söylenebilir.

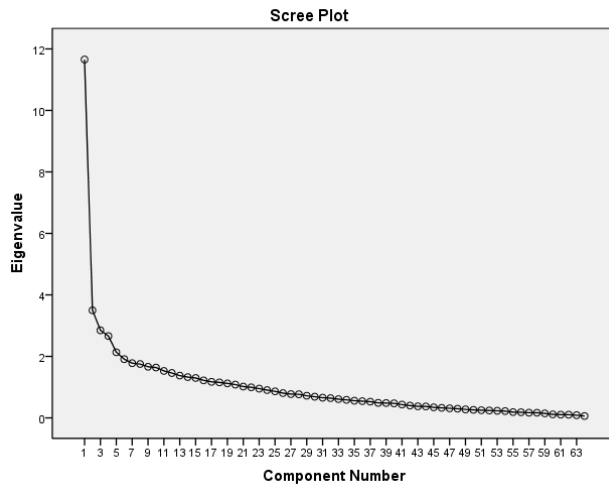
#### **3.5.1.2. Uzamsal Yetenek Testi Yapı Geçerliği Analizi Sonuçları**

UYT’nin yapı geçerliği çalışması kapsamında factor 12.04.05 programı kullanılmış ve tetrakorik korelasyon analizi yürütülmüştür. Ölçme araçlarının açımlayıcı faktör analizlerini yapabilmek için Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) Değeri ve Barlett’s testi sonuçları önem arz etmektedir. KMO değerinin 0.70 ve üzerinde olması iyi, 0.5-0.7 arasında olması ise yeterli ilişkiyi sağlayacak örneklem anlamına gelmektedir. Barlett’s testi sonuçlarının anlamlı olması ise örneklemin normal dağılımı hakkında bilgi vermektedir (Seçer, 2013). Analiz sonucunda KMO değeri 0,71 olarak, Barlett’s testi ise 0,00 ( $p < .05$ ) olarak anlamlı bulunmuştur. KMO ve Barlett’s testi sonuçları dağılımın normal olduğunu, örneklemin yeterli olduğunu göstermekte ve faktör analizine devam edilebilirliğe izin vermektedir. Bu değerler ışığında çalışma yapılan 64 soruluk test için 139 kişilik örneklem büyüklüğünün yeterli olduğu söylenebilmektedir.

Seçer’ e (2013) göre yapılan test sonucunda faktör sayısını belirlemek için her bir faktörün öz değerinin “1” in üzerinde olması ve toplam varyansının en az %5’ ini açıklaması gerekmektedir. Tablo 9’da testin toplam varyans değerleri verilmiştir.

Tablo 9 Uzamsal yetenek testi toplam varyans değerleri

| Faktör | Öz Değer | Varyansın % si | Toplam % |
|--------|----------|----------------|----------|
| 1      | 11.66    | 18.21          | 18.21    |
| 2      | 3.50     | 5.46           | 23.68    |
| 3      | 2.85     | 4.45           | 28.13    |
| 4      | 2.66     | 4.16           | 32.29    |
| 5      | 2.13     | 3.34           | 35.62    |
| 6      | 1.91     | 2.98           | 38.61    |
| 7      | 1.78     | 2.78           | 41.39    |
| ...    | ...      | ...            | ...      |
| ...    | ...      | ...            | ...      |
| 63     | .09      | .14            | 99.90    |
| 64     | .06      | .10            | 100.00   |



Şekil 16. Uzamsal yetenek testi “Scree Plot” grafiği

“ScreePlot” grafiğinde iki nokta arası bir faktöre işaret etmektedir. Grafikte görüldüğü üzere test tek faktörlüdür. Buna göre testin tek faktörlü olduğu söylenebilir. Tetrakorik korelasyon analizi sonucunda, tek faktörlü 25 maddeden oluşan bir test çalışmada kullanılmak üzere geliştirilmiştir.

### 3.5.2. Yarı-yapılandırılmış Görüşme Formu Pilot Uygulama Süreci

Çalışmanın nitel kısmında ise araştırmacı tarafından hazırlanan yarı-yapılandırılmış görüşme ile veri toplanmıştır. Öncelikle konu ile ilgili literatür taranmış ve bu alanda yapılan

alışmalar incelenerek bu amaca hizmet edecek taslak bir görüşme formu hazırlanmıştır (Sevimli, 2009; Yıldız, 2009; Sırakaya, 2015). Hazırlanan görüşme formu bir matematik öğretmeni ile eğitim programları ve öğretim alanında çalışmakta olan bir öğretim elemanı ve bir matematik eğitimi uzmanı olmak üzere üç uzman tarafından incelenmiş ve anlaşılır olmayan ve amaca hizmet etmeyen sorular düzenlenerek forma son hali verilmiştir. Görüşme formunun değerlendirilmesi için Tablo 10’da verilen forum uzmanlara maddeler ile birlikte gönderilmiş ve değerlendirme yapmaları istenmiştir.

Tablo 10 *Yarı-yapılandırılmış görüşme maddeleri değerlendirme formu*

| Değerlendirme Maddeleri | Uygundur | Kısmen Uygundur | Uygun Değildir | Önerileriniz-Ekleme İstedığınız Düşünceler |
|-------------------------|----------|-----------------|----------------|--------------------------------------------|
| 1. Madde                |          |                 |                |                                            |
| 2. Madde                |          |                 |                |                                            |
| 3. Madde                |          |                 |                |                                            |
| ...                     |          |                 |                |                                            |
| ...                     |          |                 |                |                                            |

Görüşme formu iki ayrı matematik öğretmenine okutularak dil ve anlatım bakımından anlaşılır olup olmadığı kontrol edilmiştir. Uzman görüşleri doğrultusunda düzenleme yapılan forum iki öğrenciye uygulanmış ve pilot görüşme yapılmıştır. Pilot görüşme sonucunda soruların anlaşılabilirlik durumu kontrol edilmiş, uygulamada pratiklik kazanılmıştır. Matematik eğitimi alanında uzman bir öğretim elemanı ile forma son şekli verilmiştir. Form üzerinde son düzenlemeler yapılmış ve uygulamaya hazır hale getirilmiştir. Sonuç olarak yarı-yapılandırılmış görüşme formunu 16 sorudan oluşan nihai hali elde edilmiştir. Görüşme formunun nihai hali Ek 5’te verilmiştir.

### 3.5.3. Ders Planları Pilot Uygulama Süreci

AG tabanlı ders planlarının hazırlanma süreci ile ilgili olarak öncelikle yedinci sınıf müfredatında yer alan “Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri” ünitesine ait kazanımlar belirlenmiştir. Uzamsal yeteneğe ait iki alt boyutun sahip olduğu alt boyutlar ile ilgili dört haftalık konuların hangi sırada anlatılacağı bir matematik öğretmenin fikirleri doğrultusunda planlanmıştır. Dört haftalık anlatılacak konular ile ilgili 5E öğrenme döngüsü modeline göre ders planları ve ders sonunda öğrencilere yaptırılacak etkinlikler

hazırlanmıştır. Ders planları ve etkinliklerin içeriklerinin incelenmesi ve uygunluğuna karar verilmesi için üç matematik eğitimi uzmanına gönderilmiş ve gelen dönütlere göre düzeltmeler yapılmıştır. Uzman dönütleri için Tablo 11’ de verilen ders planı uzman değerlendirme formu araştırmacı tarafından literatür incelenerek hazırlanmış (Bayezit, 2019; Gezer ve Oruç, 2020) ve uzmanlara ders planları ile ilgili değerlendirmelerini yapmaları için ders planları ile birlikte gönderilmiştir.

Tablo 11 *Ders planları değerlendirme formu*

| DERS PLANLARI HAKKINDA UZMAN GÖRÜŞÜ |                                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PLAN NO<br>.....                    | 5E Öğrenme Döngüsü Model Basamaklarını dil kullanımı, şekiller, kazanım ve öğrenci seviyesine uygunluğu açısından inceleyiniz. AÇIKLAMA<br>Yorumlarınızı lütfen açıklama kısmına belirtiniz. |
|                                     | Giriş (Enter-Engage)                                                                                                                                                                         |
|                                     | Keşfetme (Exploration)                                                                                                                                                                       |
|                                     | Açıklama (Explanation)                                                                                                                                                                       |
|                                     | Derinleştirme (Elaboration)                                                                                                                                                                  |
|                                     | Değerlendirme (Evaluation)                                                                                                                                                                   |

Dönütlere göre planlar ve etkinliklerde gerekli düzenlemeler yapılmıştır. Her hafta ders öncesi iki öğrenciye ders planları ve etkinliklerin pilot çalışma yapılmıştır. Pilot uygulama esnasında gözlemlenen eksiklikler (ifadelerin anlaşılabilirliği, tasarım vb.) ile ilgili gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

Ders planlarının son halleri ders öğretmenine önceden gönderilmiş ve 18 kişilik çalışma grubuna, ders öğretmeni tarafından planlara uygun şekilde ders işlenmiş ve etkinlikler öğrencilere yaptırılmıştır.

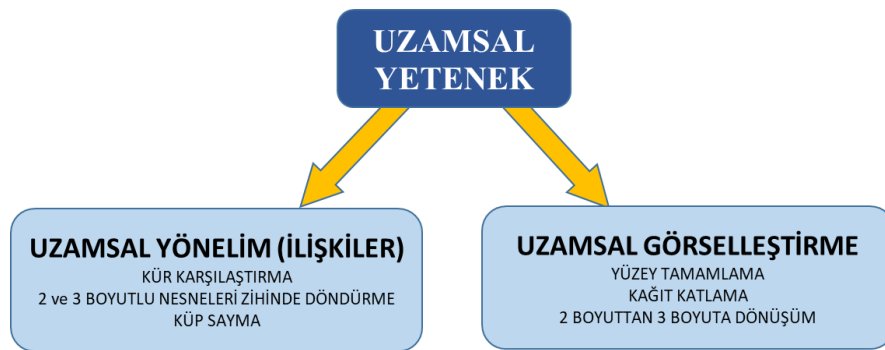
### 3.6. Veri Toplama Araçları

Nicel veri toplama aracı olarak araştırmacı tarafından geliştirilen Uzamsal Yetenek Testi (UYT) kullanılmıştır. UYT ön ve son test olarak uygulanmıştır. Deneysel süreç başlamadan

önce öğrencilerin ön bilgi düzeylerini belirlemek amacıyla ön test yapılmış, dört haftalık eğitimin sonunda ise değişiklikleri gözlemlemek amacıyla son test olarak UYT yeniden uygulanmıştır. Nitel veri toplama aracı olarak yarı-yapılandırılmış görüşme kullanılmıştır. Aşağıda veri toplama açıklanmıştır.

### 3.6.1. Uzamsal Yetenek Testi (UYT)

Yeni öğretim programı yapılandırmacı yaklaşımı temel almakta ve bilginin öğrenciler tarafından yapılandırıldığını kabul etmektedir. Bu öğretim programı ders içeriklerinde, öğretim yöntemlerinde ve ölçme ve değerlendirme araçlarında değişiklikleri beraberinde getirmiştir (Gelbal ve Kelecioğlu, 2007). Uzamsal yetenek ile doğrudan ilişkili olan “Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri” ünitesi yedinci sınıf düzeyinde matematik dersinin son konulardan biri olarak müfredatta yerini almaktadır. Konunun son ünitelerde yer alması, öğrencilerin yazılı sınavlarının bu konudan önce bitmesi, okullarda yapılan deneme sınavlarının da yine bu üniteden önce bitirilmesi, bu ünitenin ciddi şekilde değerlendirilmesinin ders öğretmenleri ile yapılan görüşmelerde çok zor hatta imkânsız olduğunu göstermiştir. Sürekli yenilenen ve gelişen eğitim programlarının da getirisi olarak ortaokul düzeyinde yeni ve güncel bir uzamsal yetenek ölçme aracına ihtiyaç olduğu yapılan literatür incelemesinde de açığa çıkmıştır (Kepceoğlu ve Ercan, 2018). Uzamsal yeteneği ölçmek için tasarlanan testlerde uzamsal yeteneğin alt boyutları konusunda tam bir fikir birliği olmamasına rağmen, uzamsal yeteneği araştırmacılar genel olarak “uzamsal yönelim (ilişkiler)” ve “uzamsal görselleştirme” olarak iki alt boyutta incelemişlerdir (McGee, 1979; Pellegrino ve arkadaşları, 1984; Tartre, 1990; Clements, 1998; Olkun, 2003 ve Olkun ve Altun, 2003). Bu alt boyutlar ve içerdiği beceriler Şekil 17’de gösterilmektedir.



Şekil 17. Uzamsal yetenek alt boyutları

Yürürlükte olan 2018 yılı müfredatında cisimlerin farklı yönlerden görünümüleri ünitesi iki kazanım ile beş ders saati süre içinde öğretilmektedir. Bu kazanımları kapsayacak şekilde ve uzamsal yeteneğin iki alt boyutu temel alınarak hazırlanan sorular “Yenilenmiş Bloom Taksonomisi” ne göre sınıflandırılmış ve belirtke tablosu oluşturulmuştur. Belirtke tablosu 3.5.1 başlığı altında Tablo 7’de sunulmuştur.

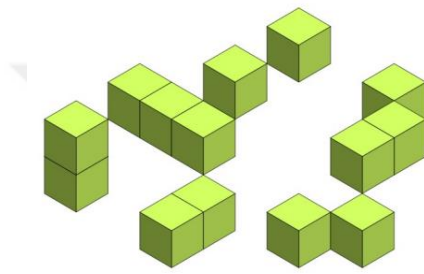
UTY hazırlanma aşamasında yoklanacak davranışlar ile ilgili soruların yazılması esnasında; sorular hazırlanmadan önce matematik dersi öğretim programı “Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümüleri” ünitesine ait kazanımlar incelenip analiz edilmiştir. Daha sonra yedinci sınıf matematik ders kitabı, yardımcı ders kaynakları ve alan yazında yer alan önceden yapılmış uzamsal yeteneğe yönelik testler incelenmiştir (Guay, 1976; Gittler, 1998; Ramful ve arkadaşları, 2017). Yapılan incelemeler sonucunda hiçbir soru aynı şekilde alınmayarak, soruların tamamı bizzat araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Her alt boyutun bulunduğu ve kazanımlara uygun 84 sorudan oluşan soru havuzu oluşturulmuştur. Soruların gözden geçirilmesi yani testin geçerliği ve teste konulacak soruların belirlenmesi aşamasında kapsam geçerliğine bakmak için belirtke tablosu hazırlanmış ve uzman görüşü alınmıştır. Soru havuzunda yer alan sorularla ilgili Matematik Eğitimi alanında çalışan üç öğretim üyesi, bir araştırma görevlisi, bir dil uzmanı ve bir eğitim bilimleri uzmanı ile Milli Eğitim’e bağlı okullarda çalışan iki matematik öğretmeninden görüş alınmıştır. Uzman görüşü sonrasında soru havuzundaki soru sayısının 64’e düşürülmesi kararı alınmıştır. Aynı nitelikteki ve aynı alt boyut ölçen sorular uzman görüşleri doğrultusunda testten çıkarılmıştır. Uzman görüşleri için Tablo 12’de sunulan aşağıdaki doküman hazırlanmış ve bu doküman uzmanlara ulaştırılarak 84 soru için de uzmanlardan bu dokümana göre değerlendirmede bulunmaları istenmiştir.

Tablo 12 *Uzman soru değerlendirme dokümanı*

| SORU<br>NUMARASI | Uygun | Uygun Değil | Düzeltilme<br>Gerekli | Düzeltilme Önerisi |
|------------------|-------|-------------|-----------------------|--------------------|
|                  |       |             |                       |                    |

Uzman görüşleri sonucunda aynı özellikte olan veya aynı kazanımı ölçmeye yönelik sorular soru havuzundan çıkarılarak 64 soruluk test elde edilmiştir. Sorulardan 20 tanesi soru havuzdan tamamen çıkartılmış bazı sorular da ise düzeltmeler yapılmıştır. Uzmanlar, hazırlanan soruların ilgili kazanımlara uygun olup olmadığı, belirtilen bilişsel alan

seviyesine uygunluğu, soruların öğrenci seviyesine uygunluğu ve anlaşılabilirliği, dilbilgisi kurallarına uygunluğu vb. konularda görüş bildirmişlerdir. Örnek olarak Şekil 18’de verilen sorudaki ifade uzman dönütü olarak parantez içindeki “Şekilleri birim küplere ayırarak işlem yapmanız istenmektedir” ifadesi eklenerek revize edilmiştir. Madde güçlük indeksi ve madde ayırt ediciliği değerlerine göre benzer nitelikteki ve benzer alt boyut ölçtüğü düşünülen sorular uzman görüşleri alınarak testten çıkarılmıştır.



Yalnızca yandaki şekilde verilen birim küpler kullanılarak en büyük hacimli bir küp elde etmek istenirse kaç adet birim küp artar? (Şekilleri birim küplere ayırarak işlem yapmanız istenmektedir.)

- A) 12
- B) 10
- C) 8
- D) 6

Şekil 18. Pilot uygulamada revize edilmiş örnek test sorusu

Hazırlanan testin son halinin elde edilmesine kadar yapılan çalışmaların özeti Şekil 19’da verilmiştir.



Şekil 19. Uzamsal yetenek testi geliştirme süreci işlem basamakları

Verilerin toplanmasında öğrenciler not kaygısı yaşamadan soruları gönüllü olarak yanıtlamaları sağlanmıştır. Böylece denek ön yargısının önüne geçildiği varsayılmıştır. 64 soruluk test için öğrencilere test cevaplama süresi olarak 80 dakika (iki ders saati) verilmiştir. Test öğrencilere iki bölüm şeklinde uygulanmıştır. Uzamsal yeteneğin ölçülmesi için uygulanan teste bilişsel stratejiler kullanarak çözüme ulaşılamaması için uzman görüşlerine göre 80 dakika zaman sınırı getirilmiştir (Linn ve Petersen, 1985).

Pilot uygulamanın yapılması adımıyla öncelikle soruların anlaşılır olup olmadığını ve soruların cevaplanması için verilen sürenin yeterli olup olmadığını test etmek için dokuz yedinci sınıf öğrencisine uzamsal yetenek testi ön pilot uygulama olarak uygulanmıştır. Gelen dönütler doğrultusunda soruların öğrenciler tarafından anlaşıldığı ve verilen sürenin testi cevaplamak için yeterli olduğu görülmüştür.

Soru analizlerinin yapılması ve teste son şeklinin verilmesi aşamasında; testin güvenilirlik analizi, KR-20 iç tutarlılık katsayısı 0,85 olarak hesaplanmıştır. KR-20, UYT puanlanırken her doğru cevaba “1”, her yanlış cevaba “0” puan verilerek değerlendirmeler toplam 64 puan üzerinden yapılmıştır. Toplam örneklem büyüklüğü 139 olduğundan alt ve üst grup şeklinde gruplandırma yapılmamış tüm öğrencilerin sınav sonuçları üzerinden değerlendirme yapılmıştır.

Nihai Uzamsal Yetenek Testi, uygulama, analiz etme, değerlendirme, yaratma düzeylerinden olan 25 sorudan oluşmaktadır ve Ek 4’de verilmiştir. Bloom taksonomisine göre en alt basamaklar olan hatırlama ve anlama basamaklarına ilişkin sorular testte yer almamıştır. Bu durum normallik için sınırlayıcı bir durum olarak değerlendirilmiştir.

Testte; küp sayma, küp karşılaştırma, 2B’den 3B’ye ve 3B’ den 2B’ ye görselleştirme, 2B ve 3B nesneleri zihinde döndürme, yüzey tamamlama ve şekli zihinde ayırıştırma olmak üzere altı alt boyuttan sorular bulunmaktadır. Test çoktan seçmeli ve yedinci sınıf seviyesine uygun bir şekilde dört seçeneclidir. UYT’nin değerlendirilmesinde yanlış ve boş cevaplara “0”, doğru cevaplara ise “1” puan verilmiştir. Testten alınabilecek en düşük puan 0, en yüksek puan 25’tir. Testten alınan puanın artması uzamsal yeteneğin güçlülüğü, azalması ise uzamsal yeteneğin zayıflığı anlamına gelmektedir.

### 3.6.2. Yarı-Yapılandırılmış Görüşme

Araştırmanın nitel bölümünde araştırmacı, grup içindeki öğrenciler ile görüşme gerçekleştirmiştir. Görüşme, öğrencilerin bakış açılarını, deneyimlerini, yorumlarını ve algılarını anlamak için tasarlanmış karşılıklı ve etkileşime dayalı bir süreçtir. Önceden belirlenmiş bir yer ve zamanda belirli bir amaç ile ilgili soru sormak ve cevap almak amacıyla uygun kişilerin bir araya gelmesi sürecidir (Creswell, 2013; Glesne, 2013; Yıldırım ve Şimşek, 2016).

Çalışmanın amacına uygun olması bakımından öğrencilerin uygulama süreci hakkındaki görüşlerini ve konuya ilişkin bilgilerini belirlemek amacıyla yarı yapılandırılmış görüşme soruları araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Creswell'e (2013) göre yarı-yapılandırılmış görüşmede, görüşülen kişiye belli bir amaç doğrultusunda gerçekleştirilen esnek sorular aktarılmaktadır. Görüşme soruları hazırlanırken, soruların kolay anlaşılabilir, odaklı ve açık uçlu sorular olmasına dikkat edilerek öğrencileri yönlendirmekten mümkün olduğunca kaçınmaya özen gösterilmiştir. Görüşme formunda yer alan soruların amaca hizmet edip etmeyeceğinin tespit etmek amacıyla, üç matematik eğitimcisinin uzman görüşüne başvurulmuştur. Uzman görüşleri ile ilgili yapılan çalışmalar tezde bulunan 3.5.2. başlığı altında açıklanmıştır.

Görüşmeler grubun uygulama dersleri tamamlandıktan bir hafta sonra gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan sorular pilot uygulamadaki öğrencilerin dışında alt, orta ve üst grupta bulunan öğrencilerden her gruptan üçer, toplamda dokuz öğrenci ile görüşmeler yapılırken kullanılmıştır. Öğrenciler ön-test puanlarına göre ayrılmış %27 alt ve %27 üst gruptan seçilmiştir. Öğrencilerin ön-test sonuçları ve bu sonuçlara göre yer aldıkları gruplar Tablo 13'te verilmiştir. Tablo 13'te yıldız ile işaretlenmiş olan öğrenciler görüşme yapılan öğrencilerdir.

Tablo 13 Ön-test puanlarına göre görüşmeye dâhil edilen öğrenciler ve grupları

| Öğrenci Kodu | Ön-Test Sonuçları | Bulunduğu Grup |
|--------------|-------------------|----------------|
| Öğrenci 1*   | 21                | ÜST            |
| Öğrenci 2    | 20                | ÜST            |
| Öğrenci 3*   | 20                | ÜST            |
| Öğrenci 4*   | 18                | ÜST            |
| Öğrenci 5    | 18                | ÜST            |
| Öğrenci 6*   | 17                | ORTA           |
| Öğrenci 7    | 17                | ORTA           |
| Öğrenci 8    | 17                | ORTA           |
| Öğrenci 9*   | 15                | ORTA           |
| Öğrenci 10   | 15                | ORTA           |
| Öğrenci 11   | 14                | ORTA           |
| Öğrenci 12*  | 14                | ORTA           |
| Öğrenci 13   | 11                | ORTA           |
| Öğrenci 14   | 11                | ALT            |
| Öğrenci 15*  | 10                | ALT            |
| Öğrenci 16   | 9                 | ALT            |
| Öğrenci 17*  | 7                 | ALT            |
| Öğrenci 18*  | 6                 | ALT            |

Öğrenciler ile yapılan görüşmelerde katılımda tamamen gönüllülük esas alınmıştır. Öğrencilere; verecekleri cevapların onları değerlendirme ya da test etme amacıyla kullanılmayacağı, herhangi bir şekilde notlarını etkilemeyeceği ve yalnızca onların uygulama ve çalışmaya yönelik görüşlerini ve fikirlerini paylaşmaları için sorular sorulacağı açıklanmıştır. Öğrencilere görüşmelerin kamera ile kayıt altına alınacağı belirtilerek, istemeleri halinde kameranın kapalı tutulabileceği ve sadece ses kaydı yapılabileceği bilgilendirmesi yapılmıştır. Ses kaydının, konuşmaları yazılı hale dönüştürmek amacıyla alınacağı, üçüncü kişiler ile kesinlikle paylaşılmayacağı konusunda öğrenciler bilgilendirilmiştir. Çalışmada öğrencilerin kimlik bilgilerinin gizli tutulacağı ve isimlerinin kodlanarak (Ö1, Ö2, Ö3, Ö4, ... Ö8, Ö9) kullanılacağı konusunda bilgilendirme yapılmıştır.

Görüşme soruları Ek 5'te ve velilerden görüşme izni için alınan veli onam formu Ek 3' te verilmiştir. Görüşme öncesinde öğrencilere çalışmanın amacı ile ilgili bilgiler verilmiş ve

öğrencilerin soruları rahat cevaplamaları için araştırmacı onlarla sohbet etmiş ve kaygılanacak bir durum olmadığını belirtmiştir. Görüşmelerin tamamı öğrencilerin ve velilerin de izni ve bilgisi dâhilinde kamera kaydına alınmıştır. Görüşme esnasında öğrencilere sorulan sorulardan bazıları aşağıdadır:

- Artırılmış Gerçeklik (AG) kavramını AG eğitiminden önce duymuş muydunuz? Lütfen açıklayınız.
- Artırılmış gerçeklik eğitimi ile ilgili değiştirilmesi gereken yerlerin olduğunu düşünüyor musunuz? Neden?
- Artırılmış gerçeklik eğitimi ile cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri konusunu öğrendiğinizi düşünüyor musunuz? Neden?

Görüşmeler esnasında sohbet havasında yüz yüz konuşacak biçimde oturmaya dikkat edilmiş ve görüşmeler sessiz ve sakin bir odada gerçekleştirilmiştir. Görüşme sırasında dikkat dağınıklığına sebep olmaması açısından odada bulunan gereksiz eşyalar azaltılmıştır. Yapılan her bir görüşme yaklaşık olarak 25 dakika sürmüştür ve yapılan görüşmeler, katılımcıların ve velilerinin onayı alınarak ses ve görüntü kayıt cihazı ile kaydedilmiştir. Görüşme sonrasında katılımcılara görüntüleri ve sesleri kontrol ettirilmiştir.

### **3.7. Ders Planları ve Materyalleri Hazırlama Süreci**

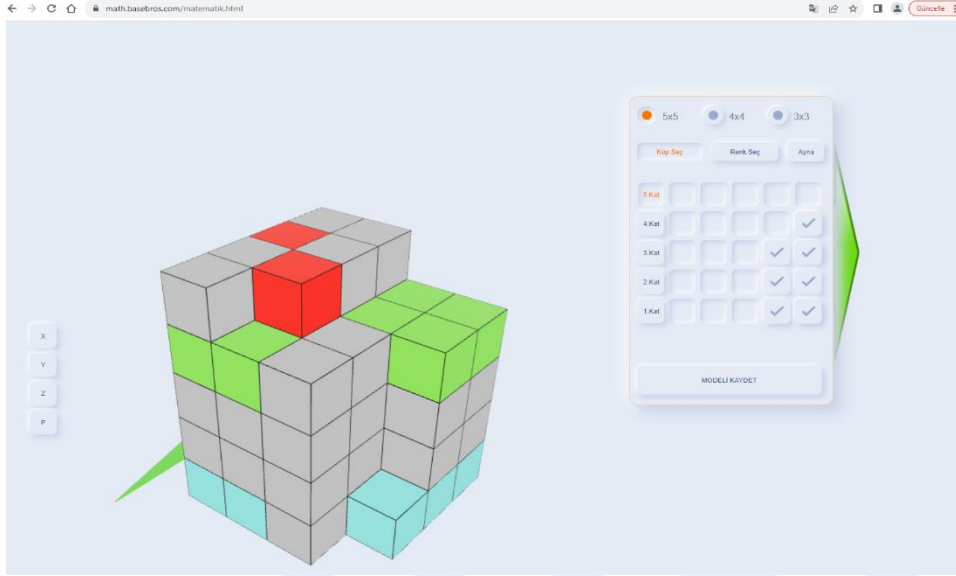
Bu bölümde, AG eğitimi, QR kodların geliştirilmesi aşamaları ve ders planları ile etkinliklerin hazırlanma ve uygulanma süreçleri hakkında bilgi verilecektir.

#### **3.7.1. AG Uygulaması Geliştirme Süreci ve QR Kodların Oluşturulması**

Ders planları içinde kullanılmak üzere AG teknolojisinden yararlanılmıştır. Uzamsal yeteneğin gelişimine yönelik hazırlanan ders içeriklerinde yedinci sınıf konusu olan cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri ünitesinin kazanımları da dikkate alınarak birim küplerden oluşturulan şekillerin AG uygulaması ile çalışması ve bu çalışma için gerekli QR kodların oluşturulması için bir yazılım geliştirmeye ihtiyaç duyulmuştur. İlgili yazılım için AG teknolojileri alanında uzmanlaşmış BASE BROS Bilişim Hizmetleri A.Ş. firması ile iş birliği yapılmıştır.

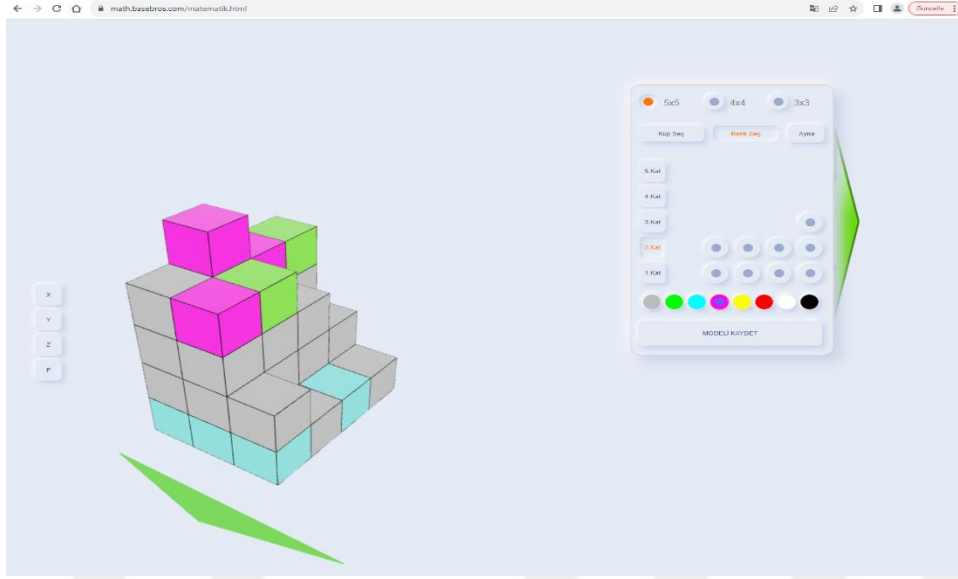
Tasarımı bizzat araştırmacı tarafından yapılmıştır. BASE BROS yazılımcıları tarafından geliştirilmiş 5x5x5 birim küplerden 3B çizimler yapmak ve bu çizimlerin “glp dosyası”

şeklinde bilgisayara indirilmesini sağlamak için yazılım hazırlanmıştır. <https://math.basebros.com/matematik.html> web sayfası üzerinden ulaşım sağlanmış ve uygulamada kullanılacak tüm 3B şekiller bu web sitesinde oluşturulmuştur. Web sayfasına ait örnek bir ekran görüntüsü Şekil 20’de verilmiştir.



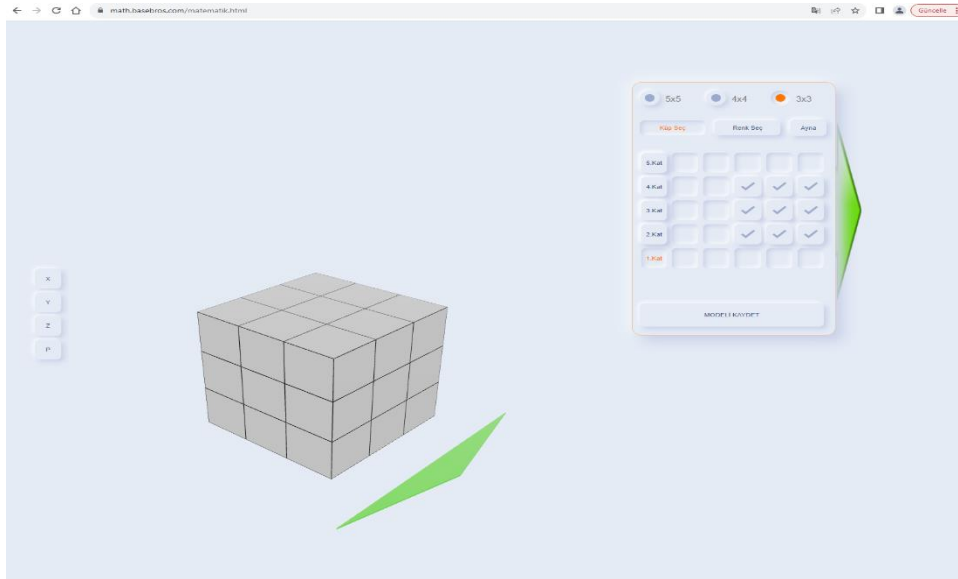
Şekil 20. 3B Çizim için oluşturulan web sayfasının örnek bir ekran görüntüsü.

Yazılım 5x5x5 lik hacim içerisinde kontrol panelinde yer alan “Küp Seç” sekmesi üzerinden istenilen katlara istenildiği kadar birim küp ekleyebilme veya çıkarabilme imkânı sunmaktadır. Kontrol panelinde yer alan “Renk Seç” sekmesi ise bu küplerin renklerini sekiz farklı renk ile renklendirme imkânı sunmaktadır. Bu çalışma esnasında çizilen birim küplerde genellikle yeşil ve kırmızı renk kullanılarak şekiller oluşturulmuştur. Yeşil ve kırmızı renk seçimi tamamen araştırmacının bu renkleri kendisine yakın görmesi ve bu renklerde çizilen şekillerin daha az parlama yapmasından kaynaklanmaktadır. Kontrol panelinde renk sekmesi seçilmiş web sayfasının örnek bir ekran görüntüsü Şekil 21’de verilmiştir.



Şekil 21. Renk sekmesi seçilmiş web sayfasının örnek bir ekran görüntüsü

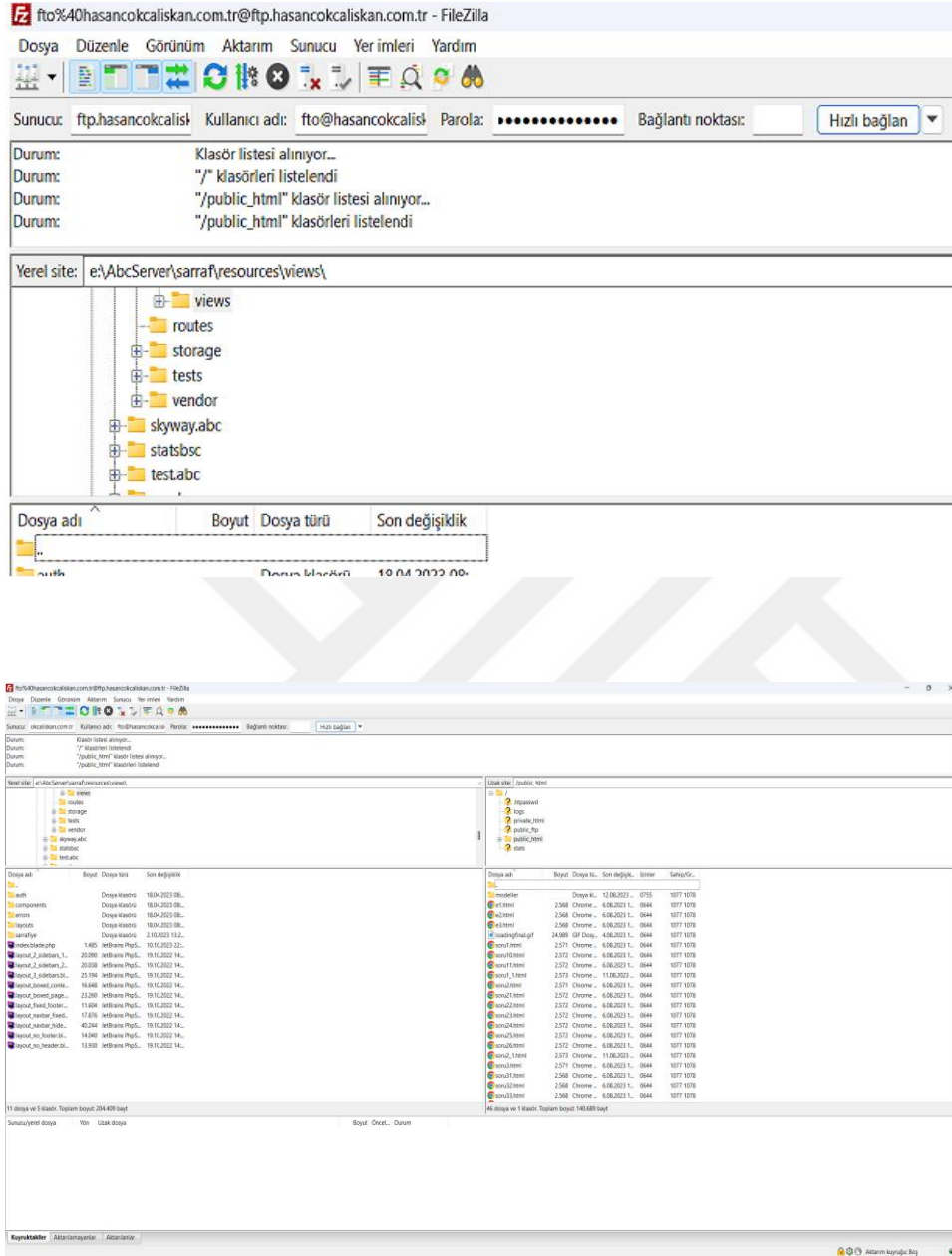
Kontrol panelinde yer alan 5x5, 4x4 ve 3x3 tuşları ise çalışmaya kolaylık sağlaması açısından eklenmiştir. Örneğin 3x3 tuşu aktif olduğunda 3x3x3' lük cisim otomatik gelmekte, silmek istenilen küplerin bulunduğu kattaki tuşlar pasif hale getirilerek, birim küpler şekilden çıkarılmaktadır. Kontrol panelinde 3x3 seçilmiş web sayfasının örnek bir ekran görüntüsü Şekil 22'de verilmiştir.



Şekil 22. Kontrol panelinde 3x3 tuşunun aktif olması durumuna örnek bir ekran görüntüsü

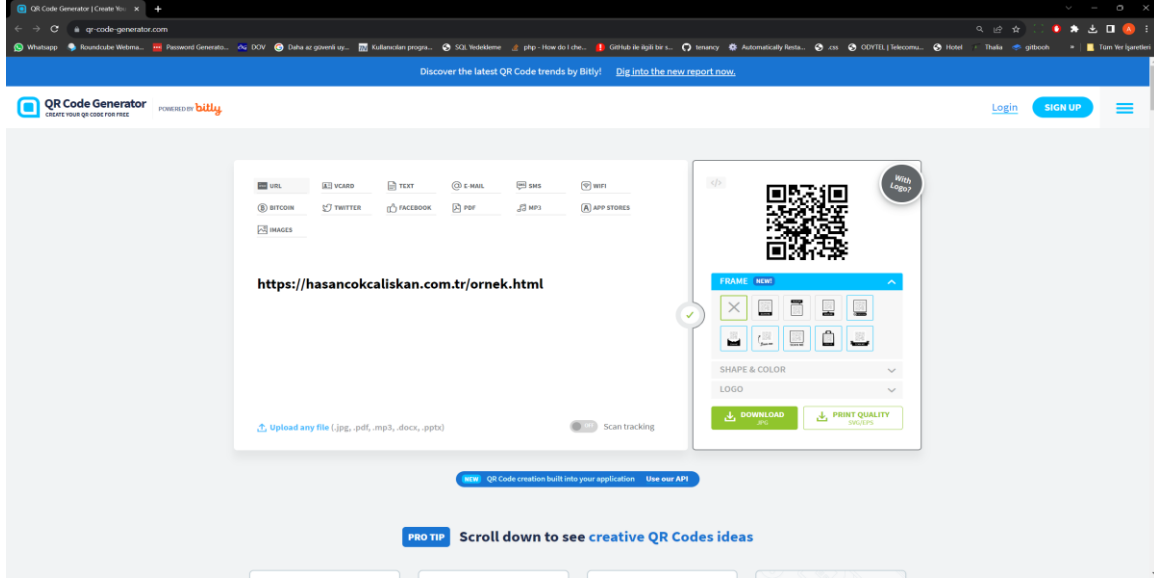


- Ftp programı ile oluşturulan dosyalar sunucuya yüklenmiştir. Şekil 24’te dosyaların sunucuya yüklenme aşamasındaki ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 24. “Ftp” ile oluşturulan dosyaların sunucuya yüklenme aşamasına örnek bir ekran görüntüsü

- Ardından dosyalar “url” leri QR kod ile tanımlanır ve bu sayede oluşturulan QR internete bağlı ve kameralı bir teknolojik alet ile taratıldığında web sitesinin açılması ve şeklin AG ile görüntüsünün oluşması sağlanmış olur. Şekil 25’te QR kod oluşturulmasına ilişki ekran görüntüsü verilmiştir.



Şekil 25. “QR kod Tanımlama” örnek bir ekran görüntüsü.

### 3.7.2. Ders Planlarının Hazırlanma ve Uygulama Süreci

Araştırmanın deneysel işlemleri 2022-2023 eğitim öğretim yılında yedinci sınıfta öğrenim gören 18 öğrenci ile yaz okulu kursu veren özel bir eğitim kurumunun matematik etüt saatleri içerisinde yürütülmüştür. Araştırmacı tarafından cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri ünitesinin kazanımlarına ve uzamsal yeteneğin alt boyutlarını da kapsayacak şekilde hazırlanan ders planlarına uygun şekilde ders öğretmeni tarafından dersler işlenmiştir. Kurs içerisinde dört hafta sürecek eğitimde 5E öğrenme döngüsü modeli tercih edilmiş ve ders planları bu tercih doğrultusunda hazırlanmıştır. Kurs içinde kullanılan sınıf içinde dersler işlenmiştir. Öğrencilere, uygulama öncesi konu ile ilgili bilgilerinin ne düzeyde olduğu anlamak için ön-test uygulanmış ardından dört hafta sürecek eğitim öncesi öğrencilere AG’yi tanıtmak ve cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri ünitesi içerisinde kullanacakları simetri, birim küp, simetri eksenleri vb. konuları içeren bir eğitim ders öğretmeni tarafından verilmiştir. Verilen ön eğitime yönelik bir resim Şekil 26’da verilmiştir.



Şekil 26. Uygulamaya ait bir görüntü

Uygulama öncesi dersin ardından dört hafta sürecek uygulama süreci başlamıştır. Her ders planının uygulaması iki ders süresi şeklinde 80 dakika sürmüştür. Ders içi, testler ve pilot uygulama esnasında çekilen resimler Ek 6’da verilmiştir. Ön ve son testlerin uygulamaları, ilk hazırlık dersi ve yarı-yapılandırılmış görüşmeler de eklendiğinde uygulama toplamda altı hafta sürmüştür. Her hafta, uygulama yapılan her 5E öğrenme döngüsü modeline dayalı ders planlarının sonunda, öğrencilere değerlendirme etkinlikleri uygulanmıştır. Çalışma matematik dersi kapsamında yürütüldüğünden, hazırlanan 5E öğrenme döngüsü modeline dayalı ders planları MEB Müfredat Programı’ndan uzamsal yeteneğin alt boyutlarını da kapsayacak şekilde cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri ünitesine ait kazanımlara uygun şekilde hazırlanmıştır. Her haftaya ait yapılan çalışmalar aşağıda sunulmuştur:

1. *Hafta-1 (Uyum haftası):* Ön-test uygulanarak öğrencilerin seçilmesi, Simetri, Küp kavramları ile ilgili gerekli hatırlatmalar, AG kullanımı hakkında bilgi verme
2. *Hafta-2:* Küp sayma, Cisimlerin önden-sağdan-üstten görünüşleri
3. *Hafta-3:* Cisimlerin önden-sağdan-üstten görünüşleri, Küp karşılaştırma, 3B'den 3B'ye dönüşüm
4. *Hafta-4:* Cisimlerin üstten görünüşleri, Kodlama, Yüzey Tamamlama
5. *Hafta-5:* Farklı yönlerden görünüşlerine ilişkin çizimleri verilen yapıları oluşturma, görünüm-leri verilen yapıyı çizme, 2B ve 3B nesneleri zihinde döndürme
6. *Hafta-6:* Son-test uygulaması ve Yarı-yapılandırılmış görüşmeler
7. *Son Hafta (30 Ekim):* Kalıcılık testi uygulaması

Her ders sonunda öğrencilere o haftaki konuyu pekiştirmeleri amacıyla dersin kazanımlarına ve içeriğine uygun etkinlikler hazırlanmıştır. Öğrenciler bu etkinlikleri yaparken AG uygulamasından yararlanmış ve etkinlikler ders sonu sınıf içinde ders öğretmeni ile çözülerek öğrencilerin eksiklerini veya yanlış yaptığı yerleri görmeleri ve düzeltmeleri sağlanmıştır. Ders planları ve ders sonu etkinlikleri Ek 7'de verilmiştir.

Uygulama sırasında öğrencilere küçük ödüller verilmiş, uygulama sonunda kurs öğretmenleri ve öğrenciler ile küplerden oluşturulmuş pasta kesilmiş ve öğrencilerin bu tür uygulamalara katılmaları yönünde motive edilmeye çalışılmıştır. Uygulama sonrasına ait bir resim Şekil 27'de verilmiştir.



Şekil 27. Uygulama sonrasına ait bir görüntü

### 3.8. Verilerin Analizi

Kullanılan veri toplama araçları ile hem nicel hem de nitel veriler elde edildiği için veri analizinde de nicel ve nitel veri analiz teknikleri kullanılmıştır. Bu bölümde elde edilen verilerin analizlerine yer verilmiştir. Analizler sonucu elde edilen bulgular bulgular bölümünde karma yöntem araştırmasının mantığına uygun olacak şekilde sunulmuştur. Bu kapsamda nicel veriler sunulduktan sonra nitel veriler nicel verileri açıklamak amacıyla kullanılmıştır.

#### 3.8.1. Nicel Verilerin Analizi

Nicel verilerin analizinde önce betimsel, sonra çıkarımsal analiz kullanılmıştır. Betimsel analizin ilk aşaması olarak normal dağılım analizi yapılmıştır. Büyüköztürk'e (2006) göre normallik analizleri grup büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir. Grup büyüklüğünün 50'den küçük olması durumunda dağılımın normal dağılıma uygunluğuna karar vermek için Shapiro-Wilks normallik analizi, 50'den büyük olması durumunda Kolmogorov-Smirnov normallik analizi kullanılır. Bu araştırmanın çalışma grubu 18 kişiden oluştuğu için dağılım Shapiro-Wilks normallik analizi sonucuna göre incelenmiş ve sonuçlar Tablo 14'te verilmiştir.

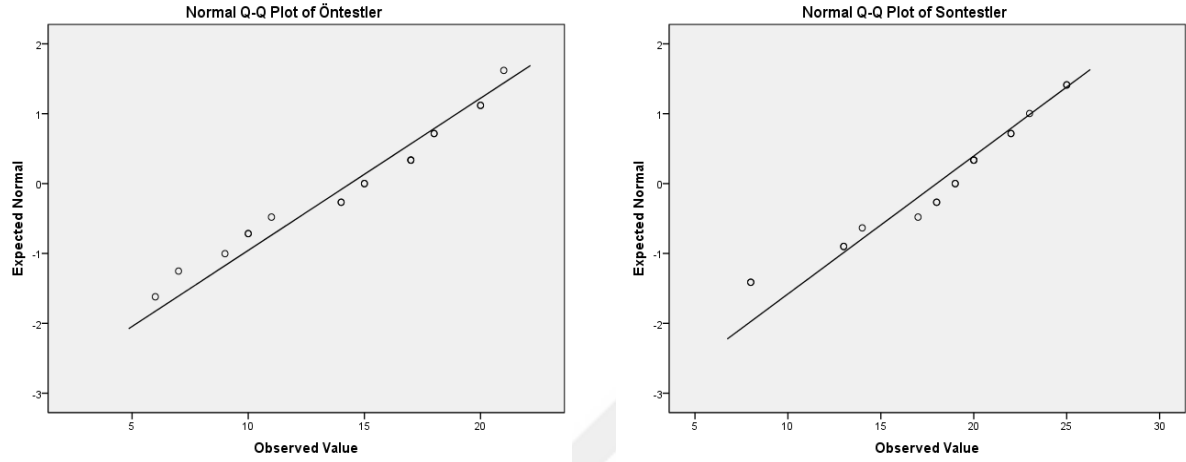
Tablo 14 *Normallik test sonuçları*

|                 | Shapiro-Wilk |    |     |          |           |
|-----------------|--------------|----|-----|----------|-----------|
|                 | İstatistik   | sd | p   | Basıklık | Çarpıklık |
| Ön-test         | ,94          | 18 | ,32 | -,97     | -,39      |
| Son-test        | ,93          | 18 | ,18 | -,11     | -,69      |
| Kalıcılık testi | ,95          | 18 | ,35 | -,31     | -,56      |

Büyüköztürk'e (2005) göre  $p > 0,05$  ise gruplar normal dağılım göstermekte; eğer  $p < 0,05$  ise normal dağılım göstermemektedir. Tablo 14'te de görüldüğü gibi Shapiro-Wilks normallik analizinde ön-test için p değeri 0,32; son-test için p değeri 0,18 bulunmuş ve değerlerin her ikisi de  $p > 0,05$  olduğundan grupların normal dağılım gösterdikleri görülmektedir.

Büyüköztürk (2005) çarpıklık basıklık katsayısının  $\pm 1$  aralığı içinde kaldığı sürece, puanların normal dağılımdan önemli bir sapma göstermediğini de belirtmiştir. Tablo 14 incelendiğinde ön-test ve son-teste ait çarpıklık ve basıklık değerlerinin  $\pm 1$  aralığı içinde kaldığı görülmektedir.

Aynı zamanda normal dağılım için Q-Q plot grafiğine de bakılmıştır. Uzamsal yetenek ön-test ve son-testine ait Şekil 28’de verilen grafikler incelendiğinde her iki testin de normal dağılım gösterdiği gözlemlenmektedir.



Şekil 28. Uzamsal yetenek testi “Q-Q Plot” grafikleri

Uzamsal yetenek testine ait Shapiro-Wilks normallik analizi sonuçları, basıklık ve çarpıklık değerleri ve Q-Q plot grafikleri sonucunda ön-test ve son-testin normal dağılım gösterdiği bu yüzden de uzamsal yetenek testi puanlarına ilişkin analizlerde parametrik testlerin kullanılması gerektiğine karar verilmiştir. Elde edilen veriler IBM SPSS Statics 20 paket programı kullanılarak çözümlenmiştir. Uzamsal yetenek testi ön-test, son-test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının tespitinde ilişkili örneklem t-testi kullanılmıştır.

### 3.8.2. Nitel Verilerin Analizi

Nitel verilerin analizi aşamasında, öğrenciler ile gerçekleştirilen görüşmelerden elde edilen veriler betimsel analiz kullanılarak analiz edilmiştir. Araştırmacılar için farklı olgu ve olaylar hakkında özet bilgi elde etmek amacıyla sıklıkla başvuru alan bir yöntem olarak betimsel analiz ifade edilmiştir. (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2008). Betimsel analiz ile elde edilen veriler, sistematik ve açık bir biçimde betimlenmiş ve bu betimlemeler açıklanmış, yorumlanmış, neden sonuç ilişkileri irdelenmiş ve sonuca ulaşmaya çalışılmıştır. Bu sonuçlar daha sonra eksiksiz bir şekilde metin olarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Aktarma sonrasında tüm sonuçların dökümü yapılarak konuşma metinleri her soru için ortaya çıkarılmıştır. Her soru için detaylı bir incelemeye tabii tutulan metinlerle öğrenci görüşleri arasındaki var ise ortak noktalar ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır.

Metinler içerisindeki incelemeler neticesinde tema, kategori ve kodlara ayrılmıştır. Teknolojik bilgi deneyimleri ve artırılmış gerçeklik eğitiminin etkisi şeklinde iki farklı tema belirlenmiştir. Kategoriler ise iki temaya göre şekillenmiştir. Teknolojik bilgi deneyimleri temasının kategorileri artırılmış gerçeklik kavramı ile ilgili deneyimler ve sanal gerçeklik kavramı ile ilgili deneyimler olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Artırılmış gerçeklik eğitiminin etkisi temasının kategorileri ise olumlu görüşler, olumsuz görüşler, zorlanılan yerler, faydaları, öğrenme süreci ve öğrenme hızına etkisi, QR kodu kullanmanın öğrenme sürecine etkisi, eleştiriler, uzamsal yetenek gelişimine etkisi, ünite öğrenimine etkisi ve kalıcı öğrenmeye etkisi olarak belirlenmiştir. Kodlar ise her kategoriye ait olacak şekilde bulgular bölümünde tablolar halinde sunulmuştur. Doğrudan alıntılara da sık sık yer verilerek görüşülen bireylerin görüşlerini etkili bir şekilde yansıtmak amacı güdülmüştür (Yıldırım ve Şimşek, 2005).

### **3.9. Araştırmanın Geçerliği**

#### **3.9.1 Karma Araştırmanın Geçerliği**

Çalışmanın karma araştırma geçerlik çalışmaları kapsamında çoğulculuk özelliği gereği nicel ve nitel veriler birlikte kullanılmıştır. Nicel verileri açıklamak amacıyla nitel veriler kullanılarak destekleme yoluna gidilmiştir. Ayrıca, başarı testi ve görüşme verileri kullanılarak veri çeşitliği sağlanmıştır. Çalışmada, pragmatist felsefenin özelliklerinden biri olan problem çözme gereği, öğrencilere birim küplerden oluşan şekillerin üç boyutlu gösterimi sağlanarak, bu gösterimlerin kâğıt üzerinde iki boyutlu gösterimi konusunda yaşanan problemler çözülmüştür. Ayrıca, pragmatist felsefenin işlevsellik özelliği gereği, AG uygulamalarının matematikte kullanılması yönünde bir farkındalık kazandırılmıştır (Yolagiden ve Varinlioğlu, 2022).

#### **3.9.2. Nicel Araştırmanın İç Geçerliği**

Campbell ve Stanley, deneysel çalışmaların geçerliliğini, iç geçerlik (internal validity) ve dış geçerlik (external validity) olmak üzere ikiye ayırmışlardır. Cook ve Campbell ise bunlara istatistiksel geçerliği (statistical validity) ve yapı geçerliğini (construct validity)

eklemişlerdir Bu araştırmanın nicel kısmında geçerlik, iç ve dış geçerlik olmak üzere iki boyutta ele alınmıştır.

Deneyssel ve yarı-deneyssel araştırmanın elde edilen sonuçların ne kadar geçerli olduğunun belirlenmesi gereklidir. Çünkü araştırma boyunca çeşitli dış etkenler araştırmayı etkileyebilir. Bir araştırmanın iç geçerliği (internal validity), araştırmanın tasarımında, dış etkenlerin ne kadar kontrol edilebildiğine bağlıdır. Eğer, araştırmacı tarafından dış etkenler kontrol edilmezse o zaman deney grubunda olabilecek değişikliklerin deneyssel çalışmadan mı yoksa bazı dış etkenlerden mi olduğuna ilişkin sağlıklı bir karar verilemez. Bir araştırmanın iç geçerliğini olumsuz yönde etkileyebileceği düşünülen faktörler göz önüne alınarak, bu araştırmanın iç geçerliğinin sağlanmasına yönelik yapılan çalışmalara aşağıda yer verilmiştir:

#### **3.9.2.1. Zaman**

Deneyssel çalışmanın, çok uzun bir zaman dilimini kapsayacak şekilde tasarlanması durumunda, öğrencilerin gevşemesi, sıkılması ve öğretmenin öğretime alışmaları gibi başka faktörlerin devreye girmesi durumudur. Bu durum ise araştırmadan elde edilecek bulguları etkileyebilir (Dede, 2003). Bu çalışma, dört haftalık bir sürede gerçekleştirilmiştir. Bu süre ise deneyssel çalışmalar için çok uzun bir süre olarak görülemez. Bu nedenle, araştırma süresince öğrencilerin gevşemesi, sıkılması veya öğretmenin öğretim tarzına alışmaları gibi dış faktörlerin, araştırma üzerindeki etkisinin alt seviyelerde kaldığı düşünülmektedir.

#### **3.9.2.2. Olgunlaşma**

Deneyssel çalışma süresinde öğrencilerde biyolojik, zihinsel veya psikolojik değişimlerin olması durumudur. Araştırma süresinde, öğrencilerde olabilecek bu tür değişimler, araştırmanın özelliğine göre önem kazanabilir ve araştırmayı etkileyebilir (Dede, 2003). Bu çalışma, dört haftalık bir sürede gerçekleştirildiği için araştırmaya katılan öğrencilerde çok önemli biyolojik, zihinsel veya psikolojik bir gelişme gözlemlenmemiştir.

#### **3.9.2.3. Testler**

Eğitim alanında yapılan deneyssel çalışmaların çoğunda, deney ve kontrol gruplarına deneyssel çalışmadan önce ön-test, deneyssel çalışma tamamlandıktan sonra da son-test

verilir. Eğer, bu iki test benzer ise öğrenciler  n testten edindikleri aşinalık ve tecrübe sayesinde son-testte bir gelişme kaydedebilirler (Dede, 2003). Bu araştırmada, öğrencilere araştırmanın öncesinde verilen  n testler ile araştırmanın sonrasında verilen son testler arasında, dört haftalık bir zaman farkı vardır. Sekiz hafta sonrasında da kalıcılık testi uygulanmıştır. Bu sürede, öğrencilerin verilen testleri hatırlama oranı öğrencilerin kişisel özelliklerine göre değişebilir. Ancak  ğrencilerin, uzamsal yeteneklerine ilişkin matematik dersi müfredatı gereği daha önceden çok fazla bilgileri olmadığından uzamsal yeteneklerine yönelik başarı  n testi sorularını, dört haftalık bir zaman diliminin sonunda hatırlamaları veya sorulara aşına olmaları pek mümkün görünmemektedir. Benzer şekilde sekiz haftalık süre sonunda uygulanan kalıcılık testi süresi sonunda soruların hatırlanması pek mümkün görünmemektedir.

#### **3.9.2.4. Araç**

Eğitimsel çalışmalarda, genellikle araştırmacıların standart testlerin alternatif formlarını; denk olmadıkları halde denk olduklarını düşünerek kullanmaları durumudur. Bu duruma,  n-teste denk olarak verilen son testin,  n-teste göre daha kolay olması örnek olarak verilebilir (Dede, 2003). Bu araştırmada, ön-test, son-test ve kalıcılık testi değiştirilmeden aynen kullanılmıştır. Alternatif formlar düzenlenmemiştir. Araştırmada aynı testler kullanıldığı için, testler arasında zorluk-kolaylık değerlendirilmesinin yapılması durumu söz konusu değildir. Bu çalışmada kullanılan UYT  ğrencilerin uzamsal yeteneklerini   mek açısından uzmanlar tarafından uygun bulunmuştur. Ayrıca, bu testin uygulama aşamasında s reye dikkat edilmiş ve araştırmacı uygulama esnasında herhangi bir müdahale de bulunmamıştır.

#### **3.9.2.5. İstatiksel Regresyon**

Deneyssel çalışmanın etkisinin belirlenmeye çalışıldığı çalışmalarda, öğrenmede görülen artışın istatiksel regresyon nedeniyle olabileceği de dikkate alınmalıdır. Bu duruma örnek olarak, deneyssel bir çalışmada araştırmaya alınan öğrencilerin ön-testteki başarı düzeyleri çok düşük ise bu öğrencilerin ön-testle aynı veya benzer tipteki bir testten deneyssel bir çalışmaya gerek olmaksızın istatiksel regresyon nedeniyle daha yüksek puan almaları gösterilebilir (Dede, 2003). Bu araştırmaya katılan  ğrencilerin “Uzamsal Yetenek Testi” aracılığıyla uzamsal yeteneklerinin çok düşük olduğu g r lm şt r. Deneyssel çalışmanın

sonucunda, çalışma grubundaki öğrencilerin uzamsal yetenek ön-test, son-test ve kalıcılık testi puanlarının aritmetik ortalamaları sırasıyla 14,39, 18,00 ve 17,72 olarak bulunmuştur. Bu değerlere bakıldığında deneysel çalışmanın sonucunda bir artışın olduğu gözlenmektedir. Puanlardaki bu artış miktarı, örneklem için 3,61 puan olarak gerçekleşmiştir. Ayrıca öğrencilerin ön ve son test puanları arasında oluşan bu artışta, uygulanan öğretim yaklaşımının, pratikte ne derece etkili olduğu, etki büyüklüğü (effect size) değerinin hesaplanmasıyla da değerlendirilmiştir.

#### **3.9.2.6. Fark Gözeterek Seçim**

Deneysel çalışmalarda, kontrol ve deney gruplarının seçiminde bazen çalışmaya gönüllü olarak katılmak isteyen öğrenciler deney grubunda yer alırlar. Bu durum ise deney grubundaki öğrencilerin kontrol grubundaki öğrencilere göre çalışmaya karşı daha duyarlı ve istekli olmalarına neden olabilir (Dede, 2003). Bu çalışmada tek grupta öğrenciler uygulamaya dâhil edilmişlerdir. Dolayısıyla, kontrol grubu olmadığından zayıf deneysel desen kullanılarak uygulamanın etkisine bakılmıştır. Çalışmaya 43 öğrenciden 18 tanesi gönüllü olarak katılmışlardır. Diğer öğrenciler ise gönüllü olmadıkları ve yaz döneminde uygun olmadıkları için çalışmaya katılmamışlardır. Dolayısıyla, araştırmacı katılımcılar arasından fark gözeterek bir seçim yapmamıştır.

#### **3.9.2.7. Seçim-Olgunlaşma Etkileşimi**

Bir öğretim modelinin etkisinin belirlenmesi için tasarlanan bir çalışma için deney gruplarındaki öğrencilerin farklı yaş düzeylerinden ve bölgeden seçilmesi durumudur (Dede, 2003). Bu çalışmaya katılan öğrenciler, aynı yaş düzeyinden (yedinci sınıf) ve aynı bölgeden/okuldan seçildikleri için bölgesel/okul ve yaş farklılıklarından oluşabilecek değişikliklerin olması mümkün değildir.

#### **3.9.2.8. Deneysel Bitiş**

Uzun süreli çalışmalarda, deneklerin zamanla gevşemeleri, sıkılmaları ve başlangıçtaki canlılıklarından uzaklaşmaları durumudur (Dede, 2003). Bu araştırma, dört haftada gerçekleştirildiği için her iki gruptaki öğrencilerin de deneysel çalışma süresince yıpranma (attrition) oranlarının fazla yüksek olamayacağı düşünülmektedir.

### **3.9.2.9 Araştırmacının Ön Yargısı**

Araştırmacının, konuyla ilgili daha önceden yapılan araştırma sonuçlarını bilmesi durumudur. Araştırmacının sahip olduğu bu bilgi, objektifliğini etkileyebilir veya çalışmaya müdahaleler yapmasına neden olabilir (Dede, 2003). Bu araştırma süresince, araştırmacı tarafından araştırmanın seyrine herhangi bir müdahalede bulunulmamış ve konuyla ilgili literatür taramasından elde edilen sonuçların, araştırma bulgularını etkilemesine imkan verilmemiştir. Araştırma, araştırma plan ve yönergesi kapsamında gerçekleştirilmiştir.

### **3.9.3. Nicel Araştırmanın Dış Geçerliliği**

Bir araştırmanın dış geçerliliği (external validity), araştırmadan elde edilen sonuçların, farklı zaman dilimlerine, farklı koşullara ve farklı kişilere ne kadar genelleştirilebileceğini kapsar. Bu nedenle, araştırma sonuçlarının ne kadar uygulanabileceğini ve ne kadar genelleştirilebileceğini belirlemek için ulaşılabilir evreni yansıtmaya gücü yüksek olacak bir örneklemle çalışılması gerekir (Fraenkel ve Wallen, 2009). Bracht ve Glass (Borg, 1987), bölgesel (local) bir çalışmadan elde edilen bulguların genelleştirilmesi durumunda, araştırmanın dış geçerliliğine ait dikkate alınması gereken özellikleri üç başlık altında (evren geçerliliği, çevre geçerliliği ve araştırma içi değiş tokuş geçerliliği) belirlemişlerdir. Bu araştırmanın dış geçerliliği bu ilkeler doğrultusunda incelenmiştir:

#### **3.9.3.1. Evren Geçerliliği**

Evren geçerliliği, belirli bir örneklemde alınan sonuçların ne kadar genelleştirilebileceği durumunu belirler (Dede, 2003). Bu çalışmada evren geçerliliği, iki aşamada değerlendirilmiştir. Bunlar sırasıyla, örneklem-hedef evren uygunluğu ve öğrencilerin kişisel özellikleridir.

##### **a) Örneklem – Hedef Evren Uygunluğu**

Uzamsal yeteneklerinin belirlenmesinde, öğrencilerin yaptıkları hata ve yanlış anlamaların belirlenmesi için araştırma, Liselere Geçiş Sınavlarına hazırlanmak amacıyla özel bir eğitim kurumuna giden yedinci sınıf öğrencilerinin katılımıyla gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin araştırmanın bu kısmı için seçilmesinde, seçilen konuyu yedinci sınıfın sonunda görececek olmaları, bir başka ifadeyle henüz konuyu bilmiyor olmaları etkili olmuştur. Ayrıca,

Nevşehir'in kültür, eğitim, refah düzeyi vs. bakımından çok farklı bölgelerinden gelen öğrencilere ulaşılmış ve böylece ulaşılabilir evrene erişilmiştir. Hedef evren Nevşehir'deki yedinci sınıf öğrencileri olmasına karşın ulaşılabilir evren, bu eğitim kurumuna gelen öğrenciler olmuştur. Araştırmacının hedeflediği evrene ulaşamamasının sebebi çalışmasını yaz döneminde yapması ve öğrencilerin gönüllü katılımı olmuştur.

### ***b) Deneklerin Kişisel Özellikleri***

Deneysel çalışmanın yapıldığı eğitim kurumundaki yedinci sınıf öğrencileri kişisel özellikleri bakımından, kendi akranlarının sahip olması gereken genel özellikleri göstermektedirler.

### ***3.9.3.2. Çevre/Ortam Geçerliği***

Çevre geçerliği, araştırma süresince var olan çevresel koşullar altında elde edilen sonuçların başka ortam ve şartlara ne kadar genelleştirilebileceğini gösterir (Fraenkel ve Wallen, 1990). Bu noktada cevaplanması gereken iki soru vardır. Bunlar:

- a) Araştırmanın yapıldığı ortam/çevre ile araştırma sonuçlarının genelleştirileceği ortam/çevre arasındaki benzerlik ne düzeydedir?
- b) İki ortam/çevre arasında büyük farkların olması durumunda, bu farklar araştırma sonuçlarıyla nasıl ilişkilendirilebilir?

Bu araştırmanın çevre geçerliğinin sağlanmasına yönelik çalışmalar, yukarıda belirtilen sorular ışığında aşağıda verilmiştir:

- a) Araştırmanın ilk kısmı (özel eğitim kurumu), Nevşehir'in her bölgesinden gelen öğrencileri kapsadığı için buradan elde edilen sonuçların başka ortamlara genelleştirilmesinde herhangi bir sıkıntının olmayacağı düşünülmektedir. Araştırmanın ikinci kısmından (deneysel çalışma) elde edilen sonuçların da, -örneklemenin küçük olmasına rağmen- araştırmaya katılan öğrencilerin matematik başarı düzeylerinin, Türkiye'de bu konuyla ilgili yapılan başka araştırma sonuçlarıyla yakın sonuçlar vermesi (Cao ve Lui, 2019; Flores-Bascuñana ve diğerleri, 2020; İbili ve diğerleri, 2019; de Ravé ve diğerleri, 2016) ve Türkiye'de yapılan Liselere Geçiş Sınavlarındaki matematik başarı puanları ortalamasıyla benzerlikler göstermesi bakımından, başka ortamlara genelleştirilebileceği düşünülmektedir.

b) Araştırmanın yapıldığı eğitim kurumunun ortamı ile araştırma sonuçlarının genelleştirileceği düşünülen Nevşehir arasında büyük farklılıkların olmadığı düşünülmektedir.

### 3.9.3.3. Araştırma İçi Değiş Tokuş

Bu durum, deneysel çalışmanın yapaylığı (the artificiality of the experimental setting) olarak ta adlandırılabilir. Araştırmacılar, araştırmanın iç geçerliğini artırmak için normal sınıf ortamından farklı araştırma ortamları hazırlamaya çalışırlar. Bu durum ise normal eğitim ortamlarındaki araştırmaların avantajlarına karşı güçlü dış değişkenlerin kontrol altına alınmasına yol açtığı için araştırmanın dış geçerliğinin azalmasına neden olabilir (Dede, 2003). Bu araştırmanın iç geçerliğinin artırılması için dışsal etkenlerin kontrol altına alınmasına yönelik çalışmalar, araştırmanın iç geçerliğinin değerlendirilmesine yönelik daha önce yapılan yorumlardan da görülebileceği üzere mümkün olduğu kadar normal seyri içerisinde gerçekleştirilmeye çalışılmış ve araştırma ortamının yapay bir konuma gelmesi mümkün olduğu kadar engellenmeye çalışılmıştır.

### 3.9.4. Nitel Araştırmanın Geçerlik ve Güvenirlik Kontrolleri

Bu çalışmada geçerlik ve güvenilirliği etkileyen faktörleri ortadan kaldırmak veya en aza indirmek amacı ile araştırmacı tarafından çeşitli önlemler alınmıştır ((Büyüköztürk ve arkadaşları, 2018; Yıldırım ve Şimşek, 2021). Alınan bu önlemler Tablo 15’de verilmiştir.

Tablo 15 Çalışmanın nitel kısmı için alınan geçerlik ve güvenilirlik önlemleri

|            |                |                                                                                        |
|------------|----------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Geçerlik   | İç Geçerlik    | Uzun süreli etkileşim<br>Derinlik odaklı veri toplama<br>Çeşitleme<br>Uzman incelemesi |
|            | Dış Geçerlik   | Ayrıntılı betimleme<br>Amaçlı örnekleme                                                |
| Güvenirlik | İç Güvenirlik  | Tutarlık İncelemesi                                                                    |
|            | Dış Güvenirlik | Teyit incelemesi                                                                       |

Erlandson, Harri, Skipper ve Allen’den aktaran Yıldırım, Şimşek (2021).

Öğrencilerle yapılan yarı-yapılandırılmış görüşmelerin iç geçerliği (inandırıcılık-credibility) sağlamak için; görüşme öncesi uzman kontrolü, görüşme öncesi açıklama, doğal bir sohbet

ortamı oluşturma, çeşitleme ve doğrudan alıntılar gibi çeşitli önlemler alınmıştır. Yarı-yapılandırılmış görüşme formu içinde ifadeler oluşturulurken alanında uzman iki eğitimcinin görüşüne başvurulmak suretiyle ifadelerin ölçülmek isteneni ölçüp ölçmediği belirlenmeye çalışılmıştır. Hazırlanan görüşme formu ayrıca bir matematik öğretmenin kontrolüne de sunulmuştur. Ayrıca, görüşme maddeleri anlaşılabilirlik ve okunabilirlik açısından farklı iki öğretmen tarafından değerlendirilmiştir. Uzman görüşlerinden elde edilen veriler doğrultusunda görüşme formuna son şekli verilmiştir. Öğrencilerin görüşme sorularına verdikleri cevaplar bulgular kısmında ayrıntılı olarak incelenmiş ve doğrudan alıntılar ile birlikte sunulmuştur. Görüşme bitiminde öğrencilere kendi ses kayıtları dinlettirilerek her öğrenciye vermiş oldukları cevapları teyit etmeleri istenmiş ve kendileri ifadelerini teyit etmişlerdir. Bu araştırmada test ve görüşme olmak üzere farklı veri toplama araçlarından veriler elde edilerek veri çeşitlemesi yapılmıştır. Hem nicel hem de nitel yöntem ve bu yöntemlerin desenleri çalışmada kullanıldığı için yöntem ve desen çeşitlemesi yapılmıştır. Bahsi geçen durumların tamamı görüşmeler kapsamında çalışmanın iç geçerliğini (inandırıcılığı) güçlendirmek amacıyla yapılmıştır.

Çalışmada ayrıntılı betimlemeler yapılarak çalışmanın dış geçerliği sağlanmaya çalışılmıştır. Çalışmanın dış geçerliğini sağlamak için ise; araştırma deseni, örneklem, veri toplama araçları, verilerin toplanması, verilerin analizi ve bulguların nasıl düzenlendiği ayrıntılı olarak betimlenmiştir. Araştırmada veri toplama araçları yoluyla elde edilen bulgular ayrı başlıklar altında ve detaylandırılarak sunulmuştur. Araştırmanın sürecinde her aşamanın detaylı olarak açıklanmasının sebebi okuyucunun süreci net bir biçimde anlamasına yardımcı olmaktır. Yine sürecin net olarak anlaşılmasını sağlamak için uzun cümlelerden kaçınılmış, açık ve net bir dil kullanılmaya çalışılmıştır. Ayrıca, çalışma grubunun belirlenmesinde amaçlı örneklem kullanılarak, katılımcıları çalışmanın amacına katkı sağlayacak uygun bireylerden oluşması sağlanarak yine dış geçerlik artırılmaya çalışılmıştır.

İç güvenirlik kontrolü için araştırmacı nitel bulguları yorum yapmadan sunmuştur. Ayrıca, araştırmacı danışmanı dışında araştırma yöntemleri konusunda uzman bir kişiden veri analizi için dönütler almış ve kod, kategori ve temalar üzerinde fikir birliği sağlamıştır. Araştırmacı ve nitel araştırma uzmanı arasındaki fikir birliği Miles ve Huberman'ın (1994) formülünden hareketle % 95 olarak hesaplanmıştır.

Son olarak, veriler sonuç kısmında uygun şekilde tartışılmış, dolayısıyla çalışmanın dış güvenirliği arttırılmaya çalışılmıştır. Ayrıca, araştırmada yanlı tutumu ortadan kaldırmak

amacıyla araştırmacı nitel araştırma konusunda uzman bir eğitimciye verilerin analizi, bulgular ve sonuç tartışma kısımlarını teyit ettirmiştir.



## BÖLÜM IV

### BULGULAR VE YORUMLAR

Araştırmanın bu bölümünde; araştırmada elde edilen verilere ilişkin analizler sonucunda elde edilen bulgular ve yorumlar sunulmuştur.

#### 4.1. Nicel Verilere İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Bu kısımda öncelikle UYT'nin ön-test, son-test ve kalıcılık test sonuçlarına ait veriler için betimsel istatistik analizleri yürütülmüş ve çıkarıma dayalı istatistik analizi yapılması için gerekli olan temel varsayımlardan normallik varsayımının sağlanıp sağlanmadığı kontrol edilmiştir. Sonrasında ise çıkarımsal istatistik analizleri yapılarak analiz sonuçları sunulmuştur.

##### 4.1.1. Betimsel İstatistiğe Ait Bulgular

Araştırmanın bu bölümünde; ön-test, son-test ve kalıcılık test sonuçlarından elde edilen verilerin normal dağılıp dağılmadığını anlamak için betimsel istatistik analizi yapılmıştır. İlk olarak UYT ön-test, son-test ve kalıcılık testlerinden elde edilen verilerin ortalama ve ortanca değerlerinin birbirine yakın olup olmadığı kontrol edilmiş ve bu değerlerin birbirine yakın olduğu görülmüştür. Ardından verilerin basıklık ve çarpıklık değerleri kontrol edilmiştir. Ayrıca verilerin normallik kontrolü normallik testi ile de kontrol edilmiş ve elde edilen bulgular ilgili bölümde sunulmuştur. Bu analizlerin sonuçlarına göre UYT'ne ait verilerin normal dağılım gösterdiği kabul edilmiştir. Bu bulgulardan hareketle çalışma sonuçlarının analizinde çıkarımsal istatistik yöntemlerinin kullanılabileceği sonucuna

varılmıştır. Ön-test, son-test ve kalıcılık test sonuçlarına ilişkin betimsel istatistik analizinden elde edilen bulgular Tablo 16’da verilmiştir.

Tablo 16 *Çalışma grubunun test sonuçlarına ilişkin betimsel istatistiki bulgular*

| İstatistikler    | Ön-test | Son-test | Kalıcılık Testi |
|------------------|---------|----------|-----------------|
| Soru sayısı      | 25      | 25       | 25              |
| Katılımcı sayısı | 18      | 18       | 18              |
| Ortalama         | 14,39   | 18,00    | 17,72           |
| Ortanca          | 15      | 19       | 18,50           |
| Standart Sapma   | 4,59    | 5,06     | 5,10            |
| Minimum          | 21,08   | 25,65    | 25,98           |
| Maksimum         | 21      | 25       | 25              |

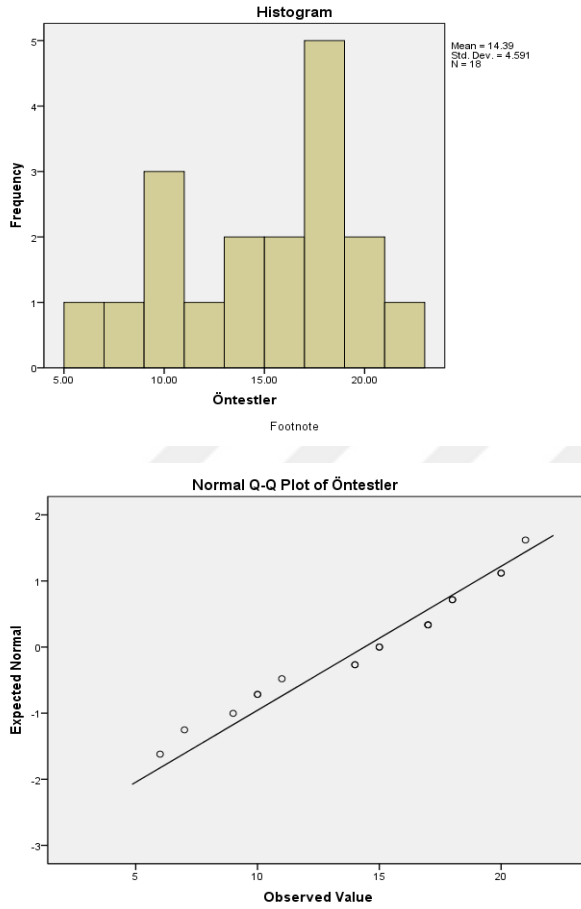
Tablo 16 incelendiğinde öğrencilerin son-teste ait puanlarının ortalama değerinin (14,39) ön-test ortalama değerine (18,00) göre artış gösterdiği görülmektedir. Kalıcılık testine ait puanlarının ortalama değerinin (17,72) ise ön-test ortalama değerinden (14,39) yüksek olduğu diğer taraftan son-test ortalama puanlarına (18,00) göre çok az düşük olduğu görülmektedir. Test sonuçlarına göre ortanca değerin ön-testte 15 iken son-testte 19’a yükseldiği ve kalıcılık testinde de 18,50 olarak kaldığı görülmektedir. Aynı şekilde ön-test standard sapma değeri 4,59 olarak, son-test standard sapma değeri 5,06 olarak ve kalıcılık testi standard sapma değeri ise 5,10 olarak bulunmuştur. Shapiro-Wilks normallik analizi sonuçları, basıklık ve çarpıklık değerleri Tablo 17’te verilmiştir.

Tablo 17 *Normallik test sonuçları*

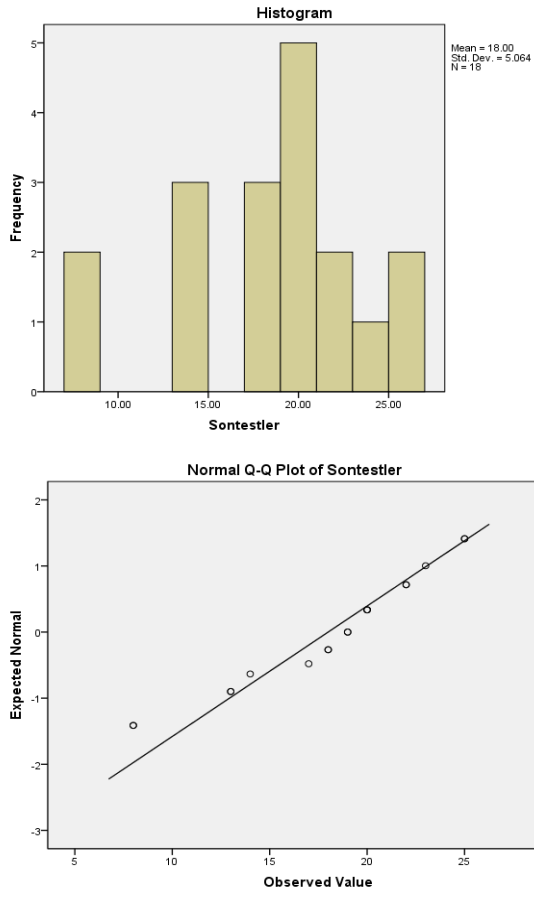
| Shapiro-Wilk    |            |    |     |          |           |
|-----------------|------------|----|-----|----------|-----------|
|                 | İstatistik | sd | p   | Basıklık | Çarpıklık |
| Ön-test         | ,94        | 18 | ,32 | -,97     | -,39      |
| Son-test        | ,93        | 18 | ,18 | -,11     | -,69      |
| Kalıcılık testi | ,95        | 18 | ,35 | -,31     | -,56      |

Büyüköztürk’e (2005) göre  $p > 0,05$  ise gruplar normal dağılım göstermekte; eğer  $p < 0,05$  ise normal dağılım göstermemektedir. Tablo 17’de de görüldüğü gibi Shapiro-Wilks normallik analizinde ön-test için p değeri 0,32; son-test için p değeri 0,18 ve kalıcılık testi için p değeri 0,35 olarak bulunmuştur. Tüm değerlerin  $p > 0,05$  olduğundan grupların normal dağılım gösterdikleri görülmektedir.

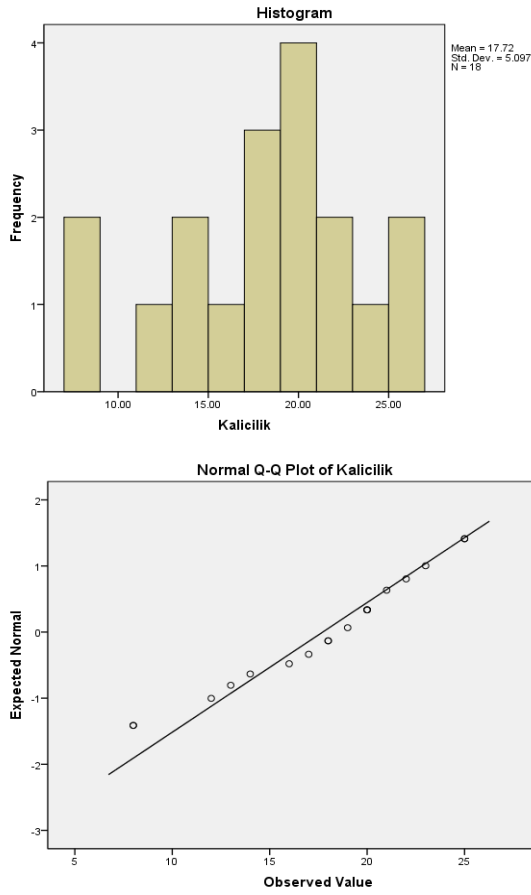
Büyüköztürk (2005) çarpıklık basıklık katsayısının  $\pm 1$  aralığı içinde kaldığı sürece, puanların normal dağılımdan önemli bir sapma göstermediğini de belirtmiştir. Yine tablo 17 incelendiğinde ön-test, son-test ve kalıcılık testine ait çarpıklık ve basıklık değerlerinin  $\pm 1$  aralığı içinde kaldığı görülmektedir. Aynı zamanda normal dağılım için tüm testlere ait Q-Q plot grafiğine de bakılmış ve tüm testlerin normal dağılıma sahip olduğu gözlemlenmiştir. Uzamsal yetenek ön-test, son-test ve kalıcılık testlerinin her biri ve öğrencilerin tamamı için test puan dağılımlarını gösteren grafikler ve Q-Q plot grafikleri Şekil 29, Şekil 30 ve Şekil 31’ de verilmiştir.



Şekil 29. UYT için ön-test puanları normal dağılım grafiği



Şekil 30. UYT için son-test puanları normal dağılım grafiği



Şekil 31. UYT için kalıcılık testi puanları normal dağılım grafiği

Uzamsal yetenek testine ait Shapiro-Wilks normallik analizi sonuçları, basıklık ve çarpıklık değerleri ve Q-Q plot grafikleri sonucunda ön-test ve son-testin normal dağılım gösterdiği bu yüzden de uzamsal yetenek testi puanlarına ilişkin analizlerde parametrik testlerin kullanılması gerektiğine karar verilmiştir. Elde edilen veriler IBM SPSS Statics 20 paket programı kullanılarak çözümlenmiştir. Uzamsal yetenek testi ön-test, son-test ve kalıcılık testi puanları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının tespitinde ilişkili örneklem t-testi kullanılmıştır.

Ayrıca, cinsiyet açısından UYT puanlarında bir fark olup olmadığı araştırıldığı için, kız ve erkeklerin UYT puanlarının da normalliğine bakılmış ve kız ve erkeklerin UYT puanlarının normal dağılmadığı bulgusuna ulaşılmıştır. Kız ve erkek öğrencilerin Shapiro-Wilks normallik analizi sonuçları, basıklık ve çarpıklık değerleri Tablo 18’de verilmiştir.

Tablo 18 *Normallik test sonuçları*

|                 |       | Shapiro-Wilk |    |     |          |           |
|-----------------|-------|--------------|----|-----|----------|-----------|
|                 |       | İstatistik   | sd | p   | Basıklık | Çarpıklık |
| Ön-test         | Erkek | ,95          | 11 | ,67 | -1,16    | ,13       |
|                 | Kız   | ,83          | 7  | ,08 | 3,70     | -1,70     |
| Son-test        | Erkek | ,90          | 11 | ,20 | -1,01    | -,56      |
|                 | Kız   | ,97          | 7  | ,88 | ,49      | ,41       |
| Kalıcılık testi | Erkek | ,91          | 11 | ,26 | -1,12    | -,49      |
|                 | Kız   | ,97          | 7  | ,92 | ,32      | ,64       |

Tablo 18’de basıklık ve çarpıklık değerleri kız ve erkeklerin UYT puanlarının normal dağılmadığını göstermektedir. Bu sebeple, kız ve erkeklerin UYT puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olup olmadığını anlamak amacıyla parametrik olmayan Mann Whitney U Testi kullanılmıştır.

#### 4.1.2. Çıkarımsal İstatistiğe Ait Bulgular

Çalışmanın bu bölümünde çalışma grubunda yer alan öğrencilerin test sonuçlarına yönelik ilişkili örneklem t-test sonucu elde edilen bulgular verilmiştir.

Tablo 19 *Çalışma grubunun test sonucuna yönelik t-testi sonuçları*

|          | $\bar{x}$ | N  | ss   | std* | t    | sd | p   |
|----------|-----------|----|------|------|------|----|-----|
| Ön-test  | 14,39     | 18 | 4,59 | 1,08 | 4,53 | 17 | ,00 |
| Son-test | 18,00     | 18 | 5,06 | 1,19 |      |    |     |

std\*: Ortalamalar arası farkın standart hatası

Tablo 19 incelendiğinde nicel verilere ilişkin araştırma problemi olan “Yedinci sınıf öğrencilerinin uzamsal yetenekleri üzerine AG uygulamalı eğitimin istatistiksel olarak etkisi nedir?” sorusunun cevabı olarak öğrencilerin test sonuçlarına yönelik ilişkili örneklem t-testi sonuçları göstermektedir ki, ön-test ve son-test sonuçları arasında anlamlı bir fark vardır ( $t(17)=4,53$ ;  $p<0,05$ ; Ön-test  $\bar{x}= 14,39$ ; son-test  $\bar{x}= 18,00$ ). Etki büyüklüğü hesaplanmış ve Cohen d değeri 0,79 bulunmuştur. Cohen’e (1988) göre etki büyüklüğü 0,20 ile 0,50 arasında ise küçük, 0,50 ile 0,80 arasında olursa orta ve 0,80’den yüksek olursa büyüktür. Buna göre çalışmada elde edilen etki büyüklüğü yüksek etki büyüklüğüne yakındır. Elde edilen değer

karesi alınmış ( $0,79 \times 0,79$ ) ve %62 bulunmuştur. Bunun anlamı ise, öğrencilerin UYT ön test puanları ile son test puanları arasındaki farkı verilen eğitim %62 düzeyinde açıklamaktadır.

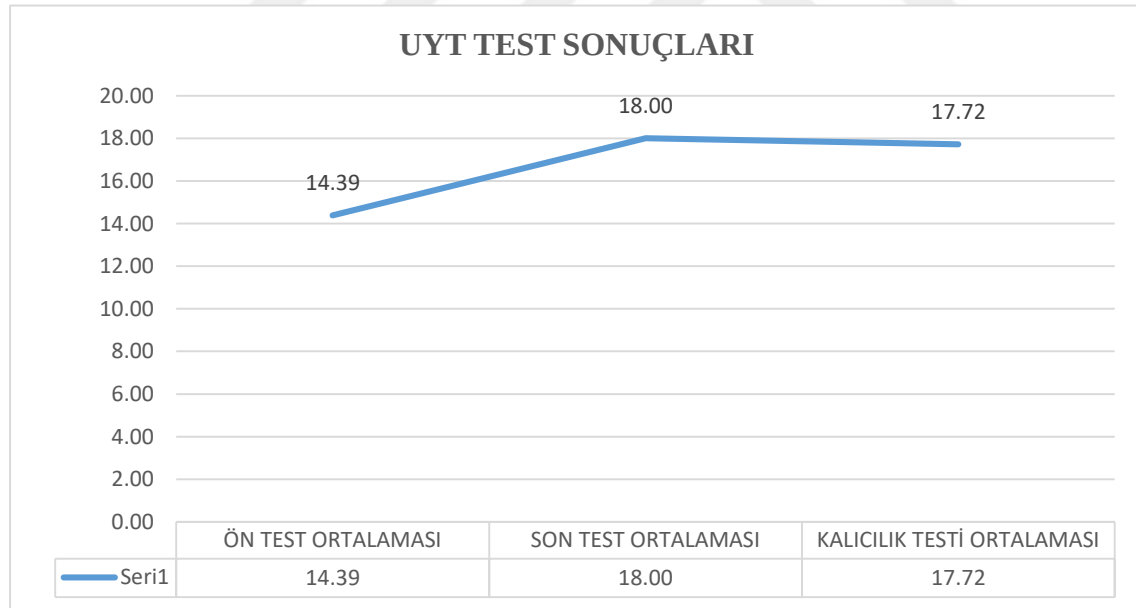
Tablo 19

*Çalışma grubunun test sonucuna yönelik t-testi sonuçları*

|                 | $\bar{x}$ | N  | ss   | std* | t    | sd | p   |
|-----------------|-----------|----|------|------|------|----|-----|
| Son-test        | 18,00     | 18 | 5,06 | 1,19 | 2,05 | 17 | ,06 |
| Kalıcılık testi | 17,72     | 18 | 5,10 | 1,20 |      |    |     |

std\*: Ortalamalar arası farkın standart hatası

Tablo 19 incelendiğinde ise öğrencilerin son-test ve kalıcılık testi sonuçları arasında ( $p > 0,05$ ) anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $t(17) = 2,05$ ;  $p > 0,05$ ; Son-test  $\bar{x} = 18,00$ ; kalıcılık testi  $\bar{x} = 17,72$ ). Bir başka ifadeyle, öğrencilere verilen eğitimin kalıcı olduğu bulgusuna ulaşılmaktadır. Uzamsal yetenek testi sınav sonuçlarının ön-test, son-test ve kalıcılık testine ait ortalama puan değerleri ise Şekil 32’de verilmiştir.



Şekil 32. Uzamsal yetenek testi sonuçları ortalama puanları

Tablo 19 incelendiğinde ise öğrencilerin son-test ve kalıcılık testi sonuçları arasında ( $p > 0,05$ ) anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Çalışma grubu içinde yer alan 7 kız ve 11 erkek öğrencinin cinsiyet farklılığına göre anlamlı bir farkın olup olmadığı incelendiğinde; öğrencilerin cinsiyet değişkenine göre ön-test sonuçları ( $p > 0,05$ ) arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Son-test sonuçları ( $p > 0,05$ )

incelendiğinde cinsiyet değişkenine göre yine anlamlı bir fark bulunamamıştır. Benzer şekilde kalıcılık testi sonuçları ( $p>0,05$ ) incelendiğinde cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık elde edilememiştir. Dolayısıyla, “Kız ve erkek yedinci sınıf öğrencilerinin ön test uzamsal yetenek puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur”, “Kız ve erkek yedinci sınıf öğrencilerinin son test uzamsal yetenek puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur” ve “Kız ve erkek yedinci sınıf öğrencilerinin kalıcılık testi uzamsal yetenek puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur” hipotezleri kabul edilmiştir.

Bu sonuç artırılmış gerçeklik uygulamalı eğitimin cinsiyet değişkenine göre etkisinin olmadığını göstermektedir. Tablo 20’de cinsiyet değişkenine göre Mann Whitney U testi sonuçları verilmiştir.

Tablo 20 *Mann Whitney U Testi sonuçları*

|                 |       | N  | Ort. Farkı | Top. Farkı | U     | Z    | p   |
|-----------------|-------|----|------------|------------|-------|------|-----|
| Ön-test         | Erkek | 11 | 8,64       | 95,00      | 29,00 | -,86 | ,39 |
|                 | Kız   | 7  | 10,86      | 76,00      |       |      |     |
| Son-test        | Erkek | 11 | 9,23       | 101,50     | 35,50 | -,27 | ,79 |
|                 | Kız   | 7  | 9,93       | 69,50      |       |      |     |
| Kalıcılık testi | Erkek | 11 | 9,18       | 101,00     | 35,00 | -,32 | ,75 |
|                 | Kız   | 7  | 10,00      | 70,00      |       |      |     |

Nitel veri analizinde kullanılmak üzere gönüllülük esasına göre seçilecek öğrencilerin belirlenmesi için ön-test sonuçlarına göre öğrenciler %27 üst ve %27 alt gruba ayrılmış. Her grup içersinden üçer öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Gruptan öğrencilerin seçiminde kullanılmak üzere oluşturulan ve çalışma grubunda bulunan 18 öğrencinin tamamına ait ön-test, son-test ve kalıcılık testi sonuçları ve bulundukları gruplar Tablo 21’de verilmiştir.

Tablo 21 *Çalışma grubuna ait ön-test, son-test ve kalıcılık testi sonuçları ve grupları*

| Öğrenci Kodu | Ön-Test Sonuçları | Bulunduğu Grup | Son-Test Sonuçları | Kalıcılık Sonuçları | Testi |
|--------------|-------------------|----------------|--------------------|---------------------|-------|
| Öğrenci 1*   | 21                | ÜST            | 23                 | 23                  |       |
| Öğrenci 2    | 20                | ÜST            | 25                 | 25                  |       |
| Öğrenci 3*   | 20                | ÜST            | 19                 | 20                  |       |
| Öğrenci 4*   | 18                | ÜST            | 25                 | 25                  |       |
| Öğrenci 5    | 18                | ÜST            | 20                 | 19                  |       |
| Öğrenci 6*   | 17                | ORTA           | 22                 | 22                  |       |
| Öğrenci 7    | 17                | ORTA           | 19                 | 18                  |       |
| Öğrenci 8    | 17                | ORTA           | 17                 | 16                  |       |
| Öğrenci 9*   | 15                | ORTA           | 22                 | 21                  |       |
| Öğrenci 10   | 15                | ORTA           | 18                 | 17                  |       |
| Öğrenci 11   | 14                | ORTA           | 20                 | 20                  |       |
| Öğrenci 12*  | 14                | ORTA           | 18                 | 18                  |       |
| Öğrenci 13   | 11                | ORTA           | 13                 | 12                  |       |
| Öğrenci 14   | 10                | ALT            | 8                  | 8                   |       |
| Öğrenci 15*  | 10                | ALT            | 20                 | 20                  |       |
| Öğrenci 16   | 9                 | ALT            | 8                  | 8                   |       |
| Öğrenci 17*  | 7                 | ALT            | 14                 | 14                  |       |
| Öğrenci 18*  | 6                 | ALT            | 13                 | 13                  |       |

\* ile işaretlenmiş öğrenciler yarı yapılandırılmış görüşme için seçilmiştir.

#### 4.2. Nitel Verilere İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmanın bu bölümünde; yarı-yapılandırılmış görüşme sorularından elde edilen veriler, öğrenci cevap örnekleri ile birlikte desteklenmiştir. Her bir soru için madde madde elde edilen veriler aşağıda sunulmuştur. Görüşmeler analiz edildiğinde teknolojik bilgi deneyimleri temasının iki kategori altında toplandığı görülmüştür. Bu kategorilerin isimleri Tablo 22’de verilmiştir. Benzer şekilde, ‘Artırılmış gerçeklik eğitiminin etkisi’ isimli temanın da 10 kategorisi olduğu bu tabloda görülmektedir.

Tablo 22 *Çalışma grubuna ilişkin bulgulara ait temalar, kategoriler ve kodlar*

| Temalar                      | Kategoriler                                        | Kodlar                                              | Katılımcılar                                    |
|------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Teknolojik bilgi deneyimleri | Artırılmış gerçeklik kavramı ile ilgili deneyimler | Fikrim yok                                          | 5 (Arzu, Berk, Kaan, Oya, Ömer)                 |
|                              |                                                    | 3 boyutlu görüntü                                   | 3 (Ali, Ayşe, Ece)                              |
|                              |                                                    | Gerçeğe yakın görüntü                               | 1 (Mert)                                        |
|                              | Sanal gerçeklik kavramı ile ilgili deneyimler      | Gözlük ile 360 derece görüntü                       | 5 (Arzu, Ayşe, Berk, Oya, Mert)                 |
|                              |                                                    | Fikrim yok                                          | 3 (Ali, Ece, Ömer)                              |
|                              |                                                    | Sanal bir âlemde uygulama yapmak                    | 1 (Kaan)                                        |
| Artırılmış gerçeklik eğitimi | Olumlu yanları                                     | Soru çözmede yarar sağlaması                        | 3 (Berk, Ece, Ömer)                             |
|                              |                                                    | Şekillerin görülmeyen kısımlarını görmeyi sağlaması | 3 (Ayşe, Arzu, Oya)                             |
|                              |                                                    | Eğlenceli olması                                    | 2 (Kaan, Mert)                                  |
|                              |                                                    | Zihinde döndürmeyi sağlaması                        | 1 (Ali)                                         |
|                              | Olumsuz yanları                                    | Olumsuz yönü yok                                    | 8 (Ali, Arzu, Ayşe, Berk, Ece, Kaan, Oya, Mert) |
|                              |                                                    | Biraz sıkıcı bulunması                              | 1 (Ömer)                                        |

|                                             |                                                                                         |                                                       |
|---------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Zorlanılan yerler                           | Zorlanılan yer olmaması                                                                 | 8 (Ali, Arzu, Ayşe, Berk, Ece, Kaan, Oya, Ömer)       |
|                                             | Teknolojik alet yetersizliği                                                            | 1 (Mert)                                              |
| Faydaları                                   | Zihinde 3B hayal edebilme ve döndürebilmeyi sağlaması                                   | 4 (Kaan, Oya, Ömer, Mert)                             |
|                                             | Şekillerin 360 derece döndürülerek görülebilmesi                                        | 4 (Ayşe, Arzu, Ali, Ece)                              |
|                                             | Konu hakkında bilgi sahibi olunması                                                     | 1 (Berk)                                              |
| Öğrenme sürecine ve öğrenme hızına etkisi   | Şeklin görünmeyen kısımları görerek şekli zihinde canlandırmayı, hayal etmeyi sağlaması | 9 (Ali, Arzu, Ayşe, Berk, Ece, Kaan, Oya, Ömer, Mert) |
|                                             | Öğrenme hızını artırması                                                                | 9 (Ali, Arzu, Ayşe, Berk, Ece, Kaan, Oya, Ömer, Mert) |
| QR kodu kullanmanın öğrenme sürecine etkisi | Şekilde görünmeyen kısımların görünmesini sağlaması                                     | 5 (Arzu, Berk, Ece, Kaan, Ömer)                       |
|                                             | Karmaşık (çok sayıda birim küp içeren şekiller) şekillerde yardımcı olması              | 4 (Ali, Ayşe, Oya, Mert)                              |
| Eleştiriler                                 | Eğlenceli olması                                                                        | 8 (Ali, Arzu, Ayşe, Berk, Ece, Kaan, Oya, Mert)       |
|                                             | Sıkıcı olması                                                                           | 1 (Ömer)                                              |
|                                             | Diğer dersler de bu şekilde işlenmeli                                                   | 7 (Arzu, Ayşe, Berk, Ece, Kaan, Oya, Mert)            |
|                                             | Diğer dersler bu şekilde işlenmemeli                                                    | 2 (Ali, Ömer)                                         |

|                                   |                                  |                                                 |
|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------------------|
| Uzamsal yetenek gelişimine etkisi | Zihinde canlandırmayı sağlaması  | 5 (Ali, Arzu, Ayşe, Berk, Ömer)                 |
|                                   | Hayal edebilmeyi kolaylaştırması | 4 (Ece, Kaan, Oya, Mert)                        |
| Ünite öğrenimine etkisi           | Tam öğrenmeyi sağlaması          | 7 (Ali, Ayşe, Ece, Kaan, Oya, Ömer, Mert)       |
|                                   | Kısmen öğrenmeyi sağlaması       | 2 (Arzu, Berk)                                  |
| Kalıcı öğrenmeye etkisi           | Kalıcı olması                    | 8 (Ali, Arzu, Ayşe, Berk, Ece, Kaan, Oya, Mert) |
|                                   | Kalıcı olmaması                  | 1 (Ömer)                                        |

Görüşmeler için seçilen öğrencilere verilen kod isimleri Tablo 23’de verilmiştir. Bu bölümde öğrenci ifadelerine bu kodlamalara göre yer verilecektir.

Tablo 23 *Yarı yapılandırılmış görüşme için seçilen öğrencilere verilen kod isimler ve test puanları*

| Öğrenci Kodu | Ön-Test Sonuçları | Son-Test Sonuçları | Kalıcılık Testi Sonuçları |
|--------------|-------------------|--------------------|---------------------------|
| Ali          | 21                | 23                 | 23                        |
| Ece          | 20                | 19                 | 20                        |
| Oya          | 18                | 25                 | 25                        |
| Mert         | 17                | 22                 | 22                        |
| Ayşe         | 15                | 22                 | 21                        |
| Kaan         | 14                | 18                 | 18                        |
| Ömer         | 10                | 20                 | 20                        |
| Arzu         | 7                 | 14                 | 14                        |
| Berk         | 6                 | 13                 | 13                        |

#### 4.2.1. AG Kavramı ile İlgili Deneyimler Kategorisine İlişkin Bulgular

Bu kategoride öğrenciler üç farklı kod altında düşüncelerini belirtmişlerdir. AG kavramını daha önceki yaşantısında deneyimleyemeyen öğrenciler AG kavramı ile ilgili fikirlerinin olmadığını belirtmişlerdir. Tablo 22’de de görüldüğü gibi, AG kavramı hakkında fikrinin olmadığını beş katılımcı dile getirmiştir. Bu katılımcılardan Kaan düşüncesini “*Tam olarak bilgi sahibi değildim, bilgim yoktu hocam. AG uygulamasını daha önce hiç kullanmadım da, bu ders sayesinde ilk deneyimim oldu*” şeklinde ifade ederken, Oya “*Daha önce AG uygulaması hiç kullanmadım ve bir bilgim yoktu*” şeklinde belirtmiş ve benzer şekilde Berk “*Hiç AG uygulaması kullanmadım ve aklıma bir şey gelmiyordu, bilmiyorum*” şeklinde belirtmiştir.

AG kavramını üç boyutlu görüntü ile ilişkilendiren üç katılımcı vardır. Bu katılımcılardan Ece düşüncesini “*Aklıma, 3 boyutlu görüntüler, mesela bir fotoğrafın 3 boyutlu görüntüsü geliyordu*” şeklinde belirtirken, Ayşe ise “*AG denilince aklıma hocam bir cismi 3 boyutlu gösterme gibi şeyler geliyordu*” şeklinde ifade etmiştir. Benzer şekilde Ali ise düşüncesini “*AG, hocam duyduğuma göre bir cismi 3 boyutlu gösterme gibi bir şey*” şeklinde belirtmiştir.

Kategoride katılımcılardan sadece bir tanesi ise AG kavramı hakkında, gerçeğe yakın görüntü olarak fikrini belirtmiştir. Bu katılımcı, Mert “*AG denilince şekillerin daha gerçekçi gözükmesi geliyordu aklıma. Bir şey daha gerçekçi. Bir şeyi sanki orda hissediyormuş gibi. Gerçekten varmış hissiyatını veriyormuş gibi*” şeklinde fikrini ifade etmiştir.

Öğrencilerle yapılan görüşmeler analiz edildiğinde öğrencilerin AG uygulaması kullanımına genelde uzak olduğu görülmektedir. AG uygulaması ile ilk kez bu eğitimde karşılaşmalarına rağmen, ilerleyen kategorilerdeki verdikleri cevaplar da dikkate alındığında, öğrencilerin uygulamayı rahat bir şekilde kullanarak eğitimi tamamladıkları bilinmektedir.

Çalışmanın bir diğer nicel alt problemi olan kız ve erkeklerin uzamsal yetenek puanları arasında fark olup olmadığı araştırılmış ve bir fark bulunamamıştır. Yukarıdaki nitel bulgulara bakıldığında, nicel bulguları açıklayıcı bir durum söz konusudur. Yukarıda kız katılımcılardan Oya ve Ayşe’nin düşünceleri ile Kaan, Ali ve Mert’in AG ye yönelik düşünceleri arasında benzerlikler söz konusudur. Dolayısıyla, nitel bulgular nicel bulguyu desteklemiştir.

#### 4.2.2. Sanal Gerçeklik Kavramı ile İlgili Deneyimler Kategorisine İlişkin Bulgular

Bu kategoride öğrenciler üç farklı kod altında düşüncelerini belirtmişlerdir. AG kavramının aksine SG kavramı hakkında katılımcılar bilgi ve deneyim sahibi olduklarını dile getirmişlerdir. Tablo 22’de de görüldüğü gibi, SG kavramı hakkında beş katılımcı bilgi sahibi olduklarını ifade etmişlerdir. Bu katılımcılardan Berk düşüncesini *“Bilgim var ayrıca sanal gerçeklik gözlüğüm var. Babam karne hediyesi olarak sanal gerçeklik gözlüğü almıştı. SG hakkında işte 360 derecelik bir şey var böyle. Hatta bu şey var, sanal gerçeklik gözlüğü diye bir şey var işte o böyle olayın içindeymiş gibi şey yapıyoruz”* şeklinde ifade ederken Arzu *“Evet onu biliyorum. SG’te gözlük vardı, oradan biliyordum 360 derece görebiliyorsun herşeyi ama deneyimim olmadı”* şeklinde, benzer şekilde Ayşe *“Gözlük takılıp etrafa bakılıyordu. Hani etrafına 360 derece bakıyorsun ya gerçek olmayan ama sanal gözlük ile sanal ortamda görüyorsun”* şeklinde fikirlerini ifade etmişlerdir. Katılımcılardan Oya *“Biliyorum, deneyimledim de. Bir oyun alanında denemiştım onu, gözlük takıp böyle etrafına baktığın zaman sanal bir ortam içerisinde 360 derece her şeyi görebiliyordum”* şeklinde hem SG hakkında bilgi sahibi olduğunu hem de deneyim yaşadığını belirtmiştir.

SG kavramı hakkında üç katılımcı fikrim yok şeklinde cevap vermiştir. Katılımcılardan Ece *“Sanal gerçekliği duydum da ne olduğunu bilmiyordum”* şeklinde, Ömer *“Onu hiç duymadım hiç karşılaşmadım, uygulamasını da hiç kullanmadım”* şeklinde ve benzer şekilde Ali *“Ne olduğunu bilmiyorum hocam. SG’yi sadece duydum”* şeklinde fikirlerini ifade etmişlerdir.

Bu kategoride katılımcılardan sadece bir tanesi ise SG kavramı hakkında, sanal bir âlemde uygulama yapmak olarak fikrini belirtmiştir. Bu katılımcı, Kaan *“Sanal gerçeklik, sanal bir âlemde, uygulama yapmak ders işlemek gibi bir şey herhalde onu da tam olarak bilmiyorum”* şeklinde fikrini ifade etmiştir.

Öğrencilerle yapılan görüşmeler analiz edildiğinde, öğrencilerin SG uygulaması hakkında AG uygulamasına göre daha çok bilgi ve deneyim sahibi oldukları görülmektedir. SG’nin teknolojik olarak daha popüler olması ve daha çok duyulması uygulamayı daha bilindik yapmaktadır. SG uygulaması hakkında katılımcıların bilgi sahibi olmaları, katılımcıların teknolojik anlamda meraklı olduklarını göstermektedir. AG uygulaması ile yapılan eğitim öğrencilerin teknolojik anlamdaki meraklarından dolayı ilgisini çekmiştir.

Çalışmanın bir diğer nicel alt problemi olan kız ve erkeklerin uzamsal yetenek puanları arasında fark olup olmadığı araştırılmış ve bir fark bulunamamıştır. Yukarıdaki nitel bulgulara bakıldığında, nicel bulguları açıklayıcı bir durum söz konusudur. Yukarıda kız katılımcılardan Arzu, Ayşe, Oya ve Ece'nin düşünceleri ile Kaan, Ömer ve Berk'in AG ye yönelik düşünceleri arasında benzerlikler söz konusudur. Dolayısıyla, nitel bulgular nicel bulguyu desteklemiştir.

#### 4.2.3. AG Eğitimi ile İlgili Olumlu Görüşler

Araştırmacı, AG eğitiminin etkisi teması altında 10 kategori belirlemiştir. Bu kategorilerin ilkinin “AG eğitimi ile ilgili olumlu görüşler” olarak isimlendirmiştir. Bu kategoride öğrencilerin tamamı AG eğitimi hakkında olumlu görüşlerini dört farklı kod altında belirtmişlerdir. Tablo 22’de de görüldüğü gibi Ece, Berk ve Ömer ismindeki üç katılımcı AG eğitiminin soru çözmede yarar sağladığını ifade etmişlerdir. Bu katılımcılardan Ece düşüncesini “*Dersler iyiydi. Yarar sağladı. Soruları çözerken küpleri falan kullanmak işe yaradı*” şeklinde belirtmiştir.

AG eğitimi ile ilgili bir diğer olumlu görüş, eğitimin şekillerin görülmeyen kısımlarını görmeyi sağlaması ile Ayşe, Arzu ve Oya isimli katılımcılardan gelmiştir. Bu katılımcılardan Ayşe “*Genel olarak olumluydu. Yani bilmediğimiz nasıl diyeyim size küplerin görmediğim yerlerine uygulamadan QR kodu okutup bakabiliyordum*” şeklinde fikrini ifade ederken, Arzu “*Bir cismin arkasını normalde kendimiz hayal etmemize yardımcı oluyor. Aynı zamanda hem de sindirmemize arkasında bulunan şeyleri görmemize yardımcı oluyor hem de QR kod ile okutup sağını solunu arkasını görebiliyoruz*” şeklinde görüşünü belirtmiştir. Benzer şekilde Oya “*Olumlu yönleri de her şeyi net bir şekilde görebildik. Hani mesela ben zihnimde canlandırdığımla 3boyutlu şekiller arasında farklılıklar vardı. Etkinliklerde sizin düşünceleriniz uygulama ile yapılan falan hani ne kadar değişik olabileceğini falan gözlemledim iyiydi*” şeklinde fikrini belirtmiştir.

AG eğitiminin olumlu ve eğlenceli olduğunu ise iki katılımcı ifade etmiştir. Bu katılımcılar Kaan ve Mert’dir. Kaan “*Ders olarak geçmedi tam olarak bizim için öğretici bir olay olarak geçti. Sağ olun sizle beraber de güzel eğlenceler de aktivitelerde yaptık. Yani benim için su gibi akıp gitti, güzeldi diyorum*” şeklinde görüşünü ifade ederken, benzer şekilde Mert “*Ders olumluydu, akıcıydı, sonraki dersler hoşuma gitti, eğlenceliydi. Derslere katıldım, yararlıydı epey bir şeyler öğrendiğimi düşünüyorum*” şeklinde görüşünü belirtmiştir.

AG eğitiminin olumlu yönü olarak, zihinde döndürmeyi sağlaması şeklinde Ali “*Olumlu yönleri yani hocam bir cismi kafada döndürmek de zorlanırken oradan bakınca hemen yapabiliyorduk*” şeklinde fikrini ifade etmiştir.

Nicel bulgular, son testte öğrencilerin AG eğitimi sonunda uzamsal yeteneklerinin geliştiğini göstermektedir. Benzer şekilde AG eğitiminin olumlu yanlarını görüşme esnasında dokuz katılımcı belirtmiştir. Dolayısıyla, nitel bulgular nicel bulguları desteklemiştir. Katılımcıların şekillerin görülmeyen kısımlarını gördüklerini ve zihinde döndürmeyi sağladıklarını ifade etmeleri uzamsal yeteneklerinin geliştiğini gösteren nitel verilerdir. Bir başka ifadeyle, nitel veriler son testte elde edilen anlamlı farklılığı açıklamıştır.

Çalışmanın bir diğer nicel alt problemi olan kız ve erkeklerin uzamsal yetenek puanları arasında fark olup olmadığı araştırılmış ve bir fark bulunamamıştır. Yukarıdaki nitel bulgulara bakıldığında, nicel bulguları açıklayıcı bir durum söz konusudur. Yukarıda kız katılımcılardan Arzu, Ayşe, Oya ve Ece’nin düşünceleri ile Kaan, Ömer, Mert, Ali ve Berk’in AG ye yönelik düşünceleri arasında benzerlikler söz konusudur. Dolayısıyla, nitel bulgular nicel bulguyu desteklemiştir.

#### **4.2.4. AG Eğitimi ile İlgili Olumsuz Görüşler**

Araştırmacı, AG eğitiminin etkisi teması altında bulunan ikinci kategoriyi “AG eğitimi ile ilgili olumsuz görüşler” olarak isimlendirmiştir. Bu kategoride öğrencilerin biri hariç tamamı AG eğitimi hakkında olumsuz görüşlerinin olmadığını belirtmişlerdir. Tablo 22’de de görüldüğü gibi Ömer dışındaki tüm katılımcılar AG eğitiminin olumsuz yönünün olmadığını ifade etmişlerdir. Bu katılımcılardan, Ece “*Eğitim iyiydi. Olumsuz bir şey bence yoktu*” şeklinde; Ayşe “*Genel olarak olumluydu. Olumsuz yönleri bana göre yoktu*” şeklinde ve Oya “*Benim düşündüğüm kadarıyla olumsuz yönleri yoktu.*” şeklinde; Ali “*Yani hocam olumsuz yönlerini de ben pek bulamadım, iyi bu şey yani hocam.*” şeklinde ve benzer şekilde Kaan “*Olumsuz yönü bence yok. Yani olumlu yönü çok daha fazlaydı bence*” şeklinde ifadelerini belirtmişlerdir.

AG eğitiminin olumsuz yönünün olduğunu ise katılımcılardan Ömer “*Olumsuz yönleri de sıkıcı geliyordu biraz. Ama bence güzel bir şey hocam.*” şeklinde ifade etmiştir. Öğrencilerin genelde AG eğitimi ile ilgili olumsuz yönünün olmadığını düşünmeleri yine nicel bulguları destekler niteliktedir. AG eğitiminin olumsuz yönünün olmaması öğrencilerin eğitimden memnun kaldıklarını ve eğitim ile kendilerini geliştirdiklerini gösteren nitel verilerdir.

Çalışmanın bir diğer nicel alt problemi olan kız ve erkeklerin uzamsal yetenek puanları arasında fark olup olmadığı araştırılmış ve bir fark bulunamamıştır. Yukarıdaki nitel bulgulara bakıldığında, nicel bulguları açıklayıcı bir durum söz konusudur. Yukarıda kız katılımcılardan Ayşe, Oya ve Ece'nin düşünceleri ile Kaan, Ömer ve Mert'in AG ye yönelik düşünceleri arasında benzerlikler söz konusudur. Dolayısıyla, nitel bulgular nicel bulguyu desteklemiştir.

#### 4.2.5. AG Eğitimi ile İlgili Zorlanılan Yerler

Araştırmacı, AG eğitimi ile ilgili kategorilerin üçüncüsünü “AG eğitimi ile ilgili zorlanılan yerler” olarak isimlendirmiştir. Katılımcıların verdiği cevaplar incelendiğinde 8 öğrencinin AG uygulaması kullanırken zorluk veya sınırlılık yaşamadığı diğer taraftan 1 öğrencinin ise AG uygulamasını kullanırken kısmen zorluk veya sınırlılık yaşadığı görülmektedir. Katılımcılardan Ece “*Eğitim verimli bir şekilde geçti. Hiçbir zorluk yaşamadım. Hiç bir şey olmadı engel olacak, zorluk çekmedim yani.*” şeklinde; Ali “*Eğitimde veya QR kodları falan okutmada hiç zorluk çekmedim*” şeklinde; Kaan “*Zorluk ve engel olan bir şey hayır olmadı hiç. Zaten kâğıtlarımız oluyordu rahat bir şekilde okuttuk QR kodu ve eğitimimizi tamamladık*” şeklinde ve Ömer “*Zorlukla karşılaşmadım. Rahat bir şekilde kullanabildim. QR kodu okutmakta falan da hiç zorluk çekmedim*” şeklinde cevaplar vererek AG eğitimi ile ilgili zorlandıkları herhangi bir yer olmadığını ifade etmişlerdir.

AG eğitimi ile ilgili zorlanılan yerler kategorisine, Mert isimli katılımcı teknolojik alet yetersizliğinden dolayı bu şekilde cevap vermiştir. Mert “*Telefonum, cihazım kötü olduğu için sadece o biraz zorlamıştı ama öğretmenimin telefonunu kullanarak onu da çözdüm, onun haricinde zorlayan bir şey yoktu.*” şeklinde kendinden kaynaklı, kısmen zorluk yaşadığını belirtmiştir. Bu sorun ders öğretmeninin telefonunu Mert'e kullandırması ile çözülmüştür.

AG eğitimi ile ilgili zorlanılan yerlerin, eğitim bazında olmaması katılımcı cevapları ile de desteklenmiştir. AG eğitiminin genel olarak katılımcılar tarafından zorlanılmadan tamamlandığı katılımcı cevapları ile belirtilmiştir.

Çalışmanın bir diğer nicel alt problemi olan kız ve erkeklerin uzamsal yetenek puanları arasında fark olup olmadığı araştırılmış ve bir fark bulunamamıştır. Yukarıdaki nitel bulgulara bakıldığında, nicel bulguları açıklayıcı bir durum söz konusudur. Yukarıda kız katılımcılardan Ece'nin düşünceleri ile Ali, Kaan ve Ömer'in AG ye yönelik düşünceleri

arasında benzerlikler söz konusudur. Dolayısıyla, nitel bulgular nicel bulguyu desteklemiştir.

#### 4.2.6. AG Eğitiminin Faydaları

Araştırmacı, AG eğitiminin etkisi teması altında bulunan dördüncü kategoriye “AG eğitiminin faydaları” olarak isimlendirmiştir. Bu kategoride katılımcılar, AG eğitiminin faydalarını üç farklı kod altında belirtmişlerdir. Tablo 22’de de görüldüğü gibi Oya, Kaan, Ömer ve Mert isimindeki dört katılımcı AG eğitiminin zihinde 3B hayal edebilme ve döndürebilmeyi sağladığını ifade etmişlerdir. Bu katılımcılardan Oya düşüncesini “Epey yarar sağladı. Zihnimde cisimleri rahatlıkla döndürebiliyorum artık. Çok rahat oluyor. Dersten önce döndürmeden önce böyle geri kalanını görmekte zorlanıyordum. Hani çok uğraşmam gerekiyordu. Artık tahmin edebiliyorum hayal edebiliyorum zihnimde çok rahatça” şeklinde; Kaan “Artık 3B şekilleri hayal edebiliyor, 3B şekilde çizebiliyorum yani. Anlamadığımız yerde 3B şekle bakıp ne olduğunu öğrenebiliyordum yani öğrenmediğimiz bir şeyi bile öğrenebiliyordum” şeklinde; Ömer “Bence yarar sağladı hocam. Ne gibi yarar sağladı dersiniz hayal gücümü geliştirme anlamında bir yarar sağladı hocam. Hayal gücüm gelişti, hocam öyle söyleyeyim. Küplerden oluşan şekilleri alttan üstten hayal ederek onu uygulama olmadan da yapabiliyorum artık” şeklinde ve benzer şekilde Mert “Kafamda bir şeyleri canlandırabilmemi güçlendirdi. Faydalıydı. Burada hani kafama hani direk 2 boyutlu olduğu için çok kafamda canlanmıyordu ama eğitimden sonra hani böyle çevirebiliyordum döndürebiliyordum ya o nesneyi kafamda da kopya gibi duruyor canlanıyor. Yoksa cisim sadece şekil olarak geliyordu bana” şeklinde fikirlerini ifade etmişlerdir.

AG eğitiminin sağladığı bir diğer fayda ile ilgili görüş, eğitimin şekillerin 360 derece döndürülerek görülebilmesini sağlaması ile Ece, Ayşe, Arzu ve Ali isimli katılımcılardan gelmiştir. Bu katılımcılardan Ece “O küplere baktığım zaman göremediğim şeyleri, küpün altını arka tarafını sağını solunu görünmeyen yerlerini uygulamada görüp çözüyordum” şeklinde; Ayşe “Uygulamada çıkan şekilde etrafına döndürüp arkasına falan bakabiliyordum kolay oluyordu. Şekli kolay döndürebildim istediğimi yapabiliyordum” şeklinde ve Arzu “Şeklin arkasını falan görmemiz kolay oluyordu, çizim yaparken de çok yardımcı oldu” şeklinde; benzer şekilde Ali “Bence 3B cisimlerin arkasını görebilmemizi sağladı bence artırılmış gerçeklik. Yani faydalı oldu hocam. Mesela bir cismin arkasını

*göremiyorken çevirerek döndürerek o şeklin arkasını daha rahat bir şekilde görmemize yardımcı oldu” şeklinde fikirlerini belirtmişlerdir.*

AG eğitiminin sağladığı faydanın konu hakkında bilgi sahibi olunması ile ilgili görüş Berk isimli katılımcıdan gelmiştir. Berk *“Bu konu hakkında bilgi sahibi oldum yarar sağladı”* şeklinde görüş bildirmiştir.

Nicel bulgular, önceki bölümde de belirtildiği gibi son testte öğrencilerin AG eğitimi sonunda uzamsal yeteneklerinin geliştiğini göstermektedir. AG eğitiminin faydalarını görüşme esnasında dokuz katılımcı üç farklı kod altında belirtmişlerdir. Dolayısıyla, nitel bulgular nicel bulguları desteklemiştir. Katılımcıların şekillerin zihinde 3B hayal edebilme ve döndürmeyi sağlaması, şekillerin 360 derece döndürülebilmesi ve görünmeyen kısımlarının görülmesini sağladıklarını ifade etmeleri ve konuyu öğretici bir eğitim olması, uzamsal yeteneklerinin geliştiğini gösteren nitel verilerdir. Bir başka ifadeyle, nitel veriler son testte elde edilen anlamlı farklılığı açıklayıcı olmuştur.

Çalışmanın bir diğer nicel alt problemi olan kız ve erkeklerin uzamsal yetenek puanları arasında fark olup olmadığı araştırılmış ve bir fark bulunamamıştır. Yukarıdaki nitel bulgulara bakıldığında, nicel bulguları açıklayıcı bir durum söz konusudur. Yukarıda kız katılımcılardan Ece, Oya, Ayşe ve Arzu’nun düşünceleri ile Ali, Kaan, Berk, Mert ve Ömer’in AG ye yönelik düşünceleri arasında benzerlikler söz konusudur. Dolayısıyla, nitel bulgular nicel bulguyu desteklemiştir.

#### **4.2.7. AG Eğitiminin Öğrenme Süreci ve Öğrenme Hızına Etkisi**

Araştırmacı, AG eğitiminin etkisi teması altında bulunan beşinci kategoriyi “AG eğitiminin öğrenme süreci ve öğrenme hızına etkisi” olarak isimlendirmiştir. Tablo 22’de de görüldüğü gibi bu kategoride, katılımcıların tamamı AG eğitiminin öğrenme sürecine etkisi hakkında şeklin görünmeyen kısımlarını görerek şekli zihinde canlandırmayı, hayal etmeyi sağlaması şeklinde fikirlerini tek kod altında belirtmişlerdir. Berk *“Şeklin arka tarafını felan görmemi sağladı. Mesela bir şeklin ilk başta arkasını göremezken, o uygulama sayesinde görebiliyordum. Zihinde uygulama ile canlandırabiliyordum. Var olan ama göremediğin kısımları görmeni aynı zamanda şekli zihinde canlandırmamı da sağladı”* şeklinde; Oya *“Cisimlerin görünmeyen kısımlarını görebilmede baya yardımcı oldu. Artık tamamen kendi hayal gücüne göre yapabiliyorum. Hayal edebiliyorum”* şeklinde; Kaan *“Normalde belki öğrenemeyeceğim yerler olurdu ama uygulama sayesinde 3 boyutlu şekiller ile daha güzel*

*şekilde tam olarak öğrendim. Bize şekil veriyorlar ve arkasında ne olduğunu da bilmemizi gerektiren sorular oluyordu. Bunu kâğıt 2 boyutlu olduğu için kâğıt üzerinde şekile bakarak görmemiz imkânsızdı. 3 boyutlu bakınca şekle arkasında görünmeyen yerlerinde ne olabileceğini görebiliyorduk. İstedığımız gibi hareket ettirip istenilen yerine bakabiliyorduk şeklin. Cismin arkasını görebilmemi bu varolan ama zihninde canlandıramadığım kısımları görmemi çok güzel sağladı” şeklinde; Mert “Öğrenmemi kolaylaştırdı. Onun sayesinde konuya daha hâkim oldum. Çünkü kafamda hayal etmemi geliştirdi. Bir nesneyi kafamda daha böyle sanki kendi kafamda da böyle hani sağa sola öne arkaya çevirebiliyormuşum gibi hissediyorum. Uygulama ile döndürerek falan görebiliyordum rahatça” şeklinde ve benzer şekilde Arzu “Bence kolaylaştırdı. Bence sadece sözel anlatım yapılsaydı daha zor anlaşılırdı. Şeklin 3 boyutlu olması zihnimde hayal edebilmemi rahatlatmıştı” şeklinde fikirlerini belirtmişlerdir.*

AG eğitiminin öğrenme hızına olan etkisi hakkında katılımcıların tamamı öğrenme hızını artırdı şeklinde fikirlerini ifade etmişlerdir. Katılımcılardan Ayşe “Öğrenme hızı, bu uygulama evet hızlı öğretti. İyi, olumlu geçmişti hızlı öğrendim” şeklinde; Ali “Yani hocam hem hızı etkiledi, daha hızlı öğrenmemizi etkiledi hem de daha kolay bir şekilde öğrenmemizi etkiledi” şeklinde, Kaan “Daha hızlı bir şekilde öğrenmemi etkiledi. Hızlı öğrenmemi evet sağladı” şeklinde ve benzer şekilde Mert “Öğrenme hızımı hızlandırdı yardımcı oldu” şeklinde fikirlerini ifade etmişlerdir.

Katılımcıların genelde benzer ifadeler kullanarak AG eğitimi hakkındaki ifadeleri nitel verilerin, son testte elde edilen anlamlı farklılığı açıklamasını sağlamıştır. Katılımcılar eğitimin özellikle şeklin görünmeyen kısımlarını görmelerini sağladığını ve bununda şekli zihinde canlandırmalarını ve şekli hayal edebilmelerini sağladığını vurgulamaları, eğitimin katılımcıların uzamsal yeteneklerini geliştirdiğini desteklemektedir. Araştırmacı, öğrencilerin ders içi etkinlikleri yaparken zaman içinde hızlarının arttığını gözlemlemiştir. Öğrencilerin verdiği öğrenme hızını artırdı şeklindeki fikirleri bu gözlemi desteklemiştir. Eğitim teknoloji sayesinde hem öğrenme hızını artırmakta hem de hızlı öğrenmeyi sağlamaktadır. AG eğitimi bu yönü ile de zaman tasarrufu sağlamakta ve öğrenmenin pratik olmasını sağlamaktadır.

Çalışmanın bir diğer nicel alt problemi olan kız ve erkeklerin uzamsal yetenek puanları arasında fark olup olmadığı araştırılmış ve bir fark bulunamamıştır. Yukarıdaki nitel bulgulara bakıldığında, nicel bulguları açıklayıcı bir durum söz konusudur. Yukarıda kız

katılımcılardan Oya, Ayşe ve Arzu'nun düşünceleri ile Ali, Kaan, Berk, Mert ve Ömer'in AG ye yönelik düşünceleri arasında benzerlikler söz konusudur. Dolayısıyla, nitel bulgular nicel bulguyu desteklemiştir.

#### 4.2.8. QR Kodu Kullanmanın Öğrenme Sürecine Etkisi

Bu kategoride katılımcılar iki farklı kod altında düşüncelerini belirtmişlerdir. Katılımcılar QR kodu kullanmanın öğrenme sürecine etkisine görünmeyen kısımları olan sorularda verimli şekilde kullandıklarını ifade etmişlerdir. Tablo 22'de de görüldüğü gibi, bu kategoride beş katılımcı bulunmaktadır. Bu katılımcılardan Kaan düşüncesini “*Verimli bir şekilde kullandım. Tahtada hoca anlatıyordu, sonra bizde QR kodu okutup telefonda ya da tableten bakıp şeklin nasıl bir şey olduğunu görebiliyorduk. Bize şekil veriyorlar ve arkasında ne olduğunu da bilmemizi gerektiren sorular oluyordu, bu sorularda uygulamadan hep yararlandım. Uygulama kullanmadan yaptığım sorular da oldu. Sağdan görünümü şöyle ise soldan görünümü nasıl olur önden görünüşü şöyle ise üstten görünümü nasıl olur sorularında pek kullanmadım. Kırmızı küpün arkasında ne olabilir. Uygulamayı daha çok hangi küpü çıkarırsak şeklin görünümü bozulmaz sorularında kullandım*” şeklinde; Arzu “*Verimli bir şekilde kullanabildim. Şekli tahmin edemediğim, zihinde canlandıramadığım zaman kullandım uygulamayı. Şeklin arkasında görünmeyen kısımlarını görmemize yardımcı oldu. Görünmeyen kısımlarda özellikle yardımcı oldu*” şeklinde; Ömer “*Verimli kullandığım da kullanamadığım da oldu hocam. Hocam şu üstten görünümüler falan var ya onu çok uygulama ile de olsa yapamadım. Hocam görünümeleri verilen şekli bulmayı falan onu da çok fazla anlamamıştım. Ama sonradan anladım. Mesela hocam, bir şekil veriliyor arkasına kaç küp daha konulabiliyor deniliyor, bunları yaparken uygulamayı kullandım. Mesela hocam. Bir tane önden görünen şekil veriliyor hocam arkasına kaç küp daha konulabiliyor deniliyor bunları yapmama çok katkı sağladı*” şeklinde; Berk “*Her soruda kullanmadım. Sadece kodlamada bazen kullanırken bazen kullanmadım uygulamayı. Mesela bir cismin arkasını göremiyorken çevirerek döndürerek o şeklin arkasını daha rahat bir şekilde görmemize yardımcı oldu. Uygulamayı buralarda kullandım çoğunlukla*” şeklinde ve benzer şekilde Ece “*Yandan görünümü veya üstten görünümünü kâğıtta göremeyince oradan bakıp daha kolay yapabiliyordum. Yandan önden üstten görünümü olan sorularda uygulamayı kullandım ve daha rahat anladım. Etkinlikleri yapmama çok yardımcı oldu. Her soruda değil bazı soruları kafamda canlandırıp yapabiliyordum ama*

*bazı şekilleri canlandırmada zorlandığımda uygulamadan bakıyordum. Mesela hangi küpü çıkarırsak sağdan soldan görünüm değişmez gibi sorularda kullandım. Görünümleri verilen şeklin 3 boyutlu çiziminde kullandım” şeklinde fikirlerini ifade etmişlerdir.*

QR kodu kullanmanın öğrenme sürecine etkisi kategorisine, dört katılımcı ise karmaşık şekillerde kullandım şeklinde cevap vermiştir. Katılımcılardan Ayşe “*Derste verimli kullandığımı düşünüyorum. Uygulamayı da rahat bir şekilde kullandım. Mesela küpler çok karışık olduğunda arkasını hayal edemiyordum, kavrayamıyordum. O zaman da uygulamadan yararlanıyorum. Mesela uygulamadan küpün kaç tane olduğunu görebiliyordum ama kırmızı küpten kaç tane olabilir gibi sorularda uygulamayı kullanarak, altında var mı yok mu bakabiliyordum sağına soluna bakıp şekli çevirerek bakabiliyorum bulabiliyordum. Çok zorlandığım takıldığım zaman uygulamayı kullanıyordum. Bazen de uygulama olmadan da yapıyordum. Kavrayamadığım anlayamadığım zamanlarda bakıyordum. Şekil karışık oluyor, çok fazla küpler oluyor. Benim kafamı karıştırıyor. Ya da şekli kavrayamadığım zihnimde hayal edemediğim zamanlar kullanıyordum uygulamayı”* şeklinde; Oya “*Karmaşık olan şekillerde daha çok uygulamayı kullandım, karmaşıktan kastım çok sayıda küp barındıran şekillerde. Yapamadığım yerlerde baktığım için hızlı bir şekilde öğrenmeme yardımcı oldu. Herhangi bir şekilde böyle onu öğrenmek için çaba sarf etmeden kendi başıma öğrenebildim”* şeklinde; Ali “*Zor şekillerde faydası çok fazla küpün olduğu şekiller de yardımcı oldu. Bazen yapamadığım şeyleri uygulama sayesinde daha kolayca bulabildim”* şeklinde ve benzer şekilde Mert “*Katkı sağladı. Ders sırasında etkinliklerde çok işime yaradı. Katkı sağlamadığı yerler oldu mu dersiniz; Genellikle hepsi yaralıydı, hani işimize yarıyordu. Küp sayıları fazla olduğunda kullandım. Uygulama yani yeteri kadardı. Verilmesi gerektiği kadardı”* şeklinde fikirlerini beyan etmişlerdir.

AG eğitiminin bir parçası olan ve şekilleri görebilmek için kullanılan QR kodlar öğrencilere eğitim boyunca şekilleri zihinde canlandıramadıklarında yardımcı olmuştur. QR kodların yardımı ve verimli kullanımı sayesinde katılımcılar şekilleri zihinlerinde canlandırabilmiş, döndürebilmiş ve 3B hayal edebilmiştir. Bu özellik öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmelerine yardımcı olmuştur. Bu sayede nicel veriler arasında anlamlı farklılık bulunmuştur. AG eğitimi ile katılımcıların uzamsal yeteneklerinin gelişmesini kullanan QR kodların öğrencilere rehberlik etmesi sağlamıştır.

Çalışmanın bir diğer nicel alt problemi olan kız ve erkeklerin uzamsal yetenek puanları arasında fark olup olmadığı araştırılmış ve bir fark bulunamamıştır. Yukarıdaki nitel

bulgulara bakıldığında, nicel bulguları açıklayıcı bir durum söz konusudur. Yukarıda kız katılımcılardan Oya, Ece, Ayşe ve Arzu'nun düşünceleri ile Ali, Kaan, Berk, Mert ve Ömer'in AG ye yönelik düşünceleri arasında benzerlikler söz konusudur. Dolayısıyla, nitel bulgular nicel bulguyu desteklemiştir.

#### 4.2.9. AG Eğitimi ile İlgili Eleştiriler

Araştırmacı, AG eğitimi ile ilgili katılımcılardan eleştiride bulunmalarını istemiştir. Öncelikle katılımcılar eğitimin sıkıcılığı ve eğlenceli oluşu hakkında fikirlerini paylaşmışlardır. Tablo 22'de de görüldüğü gibi bu kategoride 8 katılımcı eğitimin eğlenceli olduğunu ifade ederken, Ömer isimli sadece bir öğrenci eğitimin bazen sıkıcı olduğunu ifade etmiştir. Katılımcılardan Ece *“Her şekilde eğlenceliydi, ben eğlendim. Özellikle derste şu çözdüğüm soru vardı ya (Öğrenci sınıfta soruyu herkesten önce çözmüş ve öğretmen, öğrenciden çözümünü arkadaşlarına anlatmasını istemiştir.) o ders çok keyifliydi benim için çok kolay gelmişti çünkü”* şeklinde; Oya *“Derslerde eğlenceli geçti. Yani böyle ders şeklinde değil de sohbet şeklindeydi. Eğlenceliydi o yüzden. Sıkılma olmadı. Eğlenceli kısmı; böyle etkinlikler yapıyorduk sürekli. O yüzden çok hani sıkıcı geçmiyordu”* şeklinde; Kaan *“En eğlenceli kısmı, 3 boyutlu şekilde bakmak. Şeklin 3 boyutlu halini uygulamadan açmak bakmak beni heyecanlandıran eğlenceli yeri”* şeklinde ve Mert *“Eğlenceli yönü şekilleri hani daha güzel bir nesneye, hayvana, eşyaya benzetmeye çalışıyorduk. Mesela bir küpü döndürdük. Arkadaşlarım ile şuralara da küpler eklense mesela bu şuna benzerdi diye yorumlarda bulunuyorduk”* şeklinde görüş bildirmiştir.

Ömer isimli katılımcı ise *“Bazen sıkıcı geldiği oluyordu hocam. Ama eğlenceli olduğu da oluyordu. Eğlenceli kısmı tahtaya çıkıp tahtada bunu çizmek”* şeklinde cevap vermiş ve eğitimin bazen sıkıcı olduğunu söylemiştir.

Katılımcılara diğer derslerin de AG eğitimi şeklinde işlenmesi hakkında olan eleştirileri sorulduğunda, yedi katılımcının “AG uygulamasını diğer derslerde kullanılsın isterdim” şeklinde görüş bildirdiği görülmektedir. Katılımcılardan Ece *“Evet isterdim. Buna benzer bir uygulama ile öğrenmemiz daha kolay olurdu. Daha rahat olurdu. Daha kolay yapabiliriz daha hızlı anlarız. Kâğıtta 2 boyutlu baktığım tam anlayamadığımı böyle 3 boyutlu olunca daha hızlı anlayabiliyorum. Soruları da daha hızlı çözebiliyorum. Hayal etmesi de daha kolay ve rahat oluyor”* şeklinde; Oya *“Evet, çünkü 3 boyutlu görsek daha kolay bir şekilde yapabiliriz bence konuları. Şekillerin görselleştirilmesi somutlaştırılması iyi olur bence*

*kesinlikle yararlı olur. Bu uygulama ile daha hızlı bir şekilde öğrenmemizi ve daha rahat kolay bir şekilde öğrenebileceğimizi düşünüyorum” şeklinde; Kaan “İsterdim. Daha kolay olurdu daha güzel anlardım bence olmasını isterdim ben. Çünkü daha kolay bir şekilde matematiği anlar daha çok doğru şeyler yapabiliydik. Özellikle soyut olan ve hayal etmede zorlandığımız şeyleri bakarak hayal etmemizi sağlayabilirdi” şeklinde; Mert “İsterdim. Yararlı olur. Çünkü şekilli bir soruda kafanızda hayal etmeniz daha kolaylaşır. Örneğin kumaş sorusu olur herhangi bir terzi her yönden kafanızda daha kolay canlanır. Olayın içindeymiş gibi hissedersin kendini. Bu böyle oluyorsa bu da böyle olacaktır diye kendi kafanda kurabilirsin” şeklinde ve benzer şekilde Arzu “Evet. Böyle öğrenimi daha kolay oluyor. Bence içinde teknoloji olması da bizim daha çok ilgimiz çektik çocukların da ilgisini çekeceğine inanıyorum hem de öğrenmemizi daha pratikleştirdi” şeklinde fikirlerini ifade etmişlerdir.*

Katılımcılara diğer derslerin de AG eğitimi şeklinde işlenmesi hakkında olan eleştirileri sorusuna iki katılımcının “AG uygulamasını diğer derslerde kullanılsın istemezdim” şeklinde görüş bildirdiği görülmektedir. Katılımcılardan Ali Yani bence hocam bu birim küp konularında daha çok gerekli. Bence orada yeterli kalmalı. Hocam, başka yerlerde ben pek gerekli bulamıyorum” şeklinde ve Ömer “Bence klasik öğretim ile daha az zaman kaybı olur. Özellikle 8. sınıfta lgs falan olacağı için zaman kaybı olabilir. Ama öğrenmeyi de kolaylaştırıyor bu şekilde öğretilmesi de işlenmesi de diğer yönden iyi oldu” şeklinde cevaplar vererek fikirlerini ifade etmişlerdir.

Katılımcı görüşleri incelendiğinde matematik dersinde görsellik gerektiren konularda teknolojiye özellikle AG gibi daha gerçekçi ve 3 boyutlu uygulamalardan yararlanmanın öğrencinin konuyu zihninde hayal edebilmesine olanak sağladığı görülmektedir. Bu sayede testler arasında anlamlı farklılık bulunmuş ve bu nitel veriler de bu anlamlı farkı açıklamaktadır. Sadece zaman kaybı olabileceği düşünülmüş olsa da AG eğitiminin hem eğlenceli bulunması hem de öğrenmeyi kolaylaştırıcı özelliğinin olması bu eğitimin başarılı olduğu ve uzamsal yeteneği geliştirdiği yönünde elde edilen verileri de desteklemektedir.

Çalışmanın bir diğer nicel alt problemi olan kız ve erkeklerin uzamsal yetenek puanları arasında fark olup olmadığı araştırılmış ve bir fark bulunamamıştır. Yukarıdaki nitel bulgulara bakıldığında, nicel bulguları açıklayıcı bir durum söz konusudur. Yukarıda kız katılımcılardan Oya, Ece ve Arzu’nin düşünceleri ile Ali, Kaan, Mert ve Ömer’in AG ye

yönelik düşünceleri arasında benzerlikler söz konusudur. Dolayısıyla, nitel bulgular nicel bulguyu desteklemiştir.

#### 4.2.10. AG Eğitiminin Uzamsal Yetenek Gelişimine Etkisi

Araştırmacı, AG eğitiminin uzamsal yetenek gelişimine etkisini belirlemek amacıyla bu kategoriye “AG eğitiminin uzamsal yetenek gelişimine etkisi” olarak isimlendirmiştir. Öğrencilere AG eğitimi öncesinde, uzamsal yeteneğin ne olduğu ve bileşenleri hakkında gerekli bilgilendirmeler yapılmıştır. Bu kategoride 5 katılımcı AG eğitiminin uzamsal yetenek gelişiminde zihinde canlandırmayı geliştirdi kodu altında cevap vermişlerdir. Tablo 22’de de görüldüğü gibi bu katılımcılar Ali, Arzu, Ayşe, Berk ve Ömer’dir. Katılımcılardan Berk “*Uygulama olmadan baktığımızda zihinde canlandıramıyorduk. Uygulama kullanınca zihinde canlandırabildim*” şeklinde; Ömer “*Evet daha iyi canlandırabiliyorum. Görünmeyen kısımları zihnimde canlandırabilmek de artık bana kolay geliyor. Hocam uygulama sayesinde şekli 3B görebildiğimiz için geliştirdi bence o olmasa gelişmezdi*” şeklinde; Arzu “*Zihnimde uygulama olmadan da canlandırabiliyorum. Dersten sonra mesela bizim balkona böyle çiçeklik gibi bir şey yapıyorduk küplerden böyle ama şey yani içi boştu o şekilde onun mesela tasarımı yapıyorduk. Dersin etkisi oldu günlük hayatta da kullandım. Bence gelişti. Dersten öncesine göre geliştiğini hissediyorum*” şeklinde; Ali isimli öğrenci ise sorulan soruya “*Yani zihnimde döndürebiliyorum ve canlandırabiliyorum ama uygulamayı kullandığımdaki kadar kolay olmuyor. Birazcık zorlanıyorum ama yapabiliyorum illaki*” şeklinde ve benzer şekilde Ayşe “*Evet kavrayabiliyorum direk. Küp birleşimini gördüğümde arkasından sağından solundan falan nasıl görüneceğini zihnimde canlandırabiliyor, kavrayabiliyorum*” şeklinde fikirlerini ifade etmişlerdir.

Katılımcılardan dördü ise AG eğitiminin hayal edebilmeyi kolaylaştırdığı ve geliştirdiği yönünde fikirlerini belirtmişlerdir. Bu katılımcılar Ece, Kaan, Oya ve Mert’tir. Ece “*Hayal edebilmemi daha kolaylaştırdı. Derslerden önce ilk derste hiç düşünemiyordum mesela. Uzamsal yeteneğimi geliştirdi ilk derse göre şuan da çok fark var*” şeklinde; Kaan “*Bu şekilleri hayal edebilme yeteneğimizi de hayal etmemizi de geliştirdi. Sadece bu uzamsal yeteneğimizi de geliştirmede. Hayal edebilmemi de geliştirdi. Önceden hayal etmede zorlandığım şeyleri günlük hayatta da cisimlerin görünmeyen kısımlarını tahmin edebiliyorum hayal edebiliyorum şu an*” şeklinde; Mert “*Önceden mesela bu kadar kapsamlı düşünemiyordum. Belli bir şeyi hani kafamda hayal edebiliyordum ama gerisi hani*

*böyle de olabilir diyordum. Kafam karışıyordu. Ama eğitim esnasında daha bir kafama yattı. Uzamsal yeteneğim gelişti. Hatta kursta fen dersinde mesela bir şekilde ilgili bir şey olunca, kafamda hayal edebildim o derste. Ben geliştiğini düşünüyorum çünkü hani derste yaptığımız ilk ve son test arasında değişim var, daha fazla doğru yapmışım daha fazla anladım. Son testi de daha rahat yapabildim bana kolay geldi” şeklinde ve benzer şekilde Oya “Evet, sadece birim küpler için değil tüm 3 boyutlu şekiller için hayal edebiliyor, yapabiliyorum. Bence gelişti. Yani çünkü artık daha rahat hayal edebiliyorum. Hayal dünyamı da genişletti bence. Bende bayağı etkiliydi” şeklinde fikirlerini ifade etmişlerdir.*

Nicel olarak ön-test ve son-test sonuçları arasındaki anlamlı farklılığa ışık tutacak nitelikteki nitel verilerden de görüldüğü gibi katılımcılar uzamsal yeteneklerinin geliştiğini düşünmektedirler. Katılımcı cevaplarının da desteklediği gibi katılımcılar eğitimde geliştirdikleri uzamsal yeteneklerini gündelik hayatta da kullanmaktadırlar. Sadece birim küpler olarak değil tüm 3B cisimleri hayal edebilmede ve zihinlerinde canlandırabilmektedirler. Uzamsal yetenek gelişiminin katılımcılar tarafından hissedilir şekilde olması eğitimin başarılı olduğunu göstermektedir.

Çalışmanın bir diğer nicel alt problemi olan kız ve erkeklerin uzamsal yetenek puanları arasında fark olup olmadığı araştırılmış ve bir fark bulunamamıştır. Yukarıdaki nitel bulgulara bakıldığında, nicel bulguları açıklayıcı bir durum söz konusudur. Yukarıda kız katılımcılardan Oya, Ayşe, Ece ve Arzu’nun düşünceleri ile Ali, Berk, Kaan, Mert ve Ömer’in AG ye yönelik düşünceleri arasında benzerlikler söz konusudur. Dolayısıyla, nitel bulgular nicel bulguyu desteklemiştir.

#### **4.2.11. AG Eğitiminin Ünite Öğretimine Etkisi**

Araştırmacı, AG eğitiminin öğretime olan etkisini öğrenmek amacı ile “AG eğitiminin ünite öğretimine etkisi” olarak isimlendirdiği kategoriye tablo 22’de de görüldüğü gibi tam öğrenme sağlaması ve kısmen öğrenme sağlaması şeklinde iki ayrı koda ayırmıştır. Yedi katılımcı tam öğrenmeyi sağladığını ifade etmişlerdir. Katılımcılardan Oya “Öğrendiğimi düşünüyorum. Yani farklı yönlerden görüntüsü hatta en kolay olan üniteydi benim için” şeklinde; Kaan “Bu üniteyi pekiştirdim ve tam olarak öğrendim. Lise zamanında veya yedinci sekizinci sınıfta bana faydası olacağını düşünüyorum” şeklinde ve benzer şekilde Mert “Ben üniteyi tam olarak öğrendiğimi düşünüyorum çünkü hani gelen soruları

*yapabiliyorduk” şeklinde fikirlerini beyan etmişlerdir. Katılımcılardan Ece, Ali ve Ayşe de bu ifadelere benzer şekilde üniteyi tam öğrendiklerini ifade etmişlerdir.*

*AG eğitiminin üniteyi kısmen öğrettiğini düşünen iki katılımcıdan Berk “Üniteyi öğrendim. Öğrenemediğim değil de kodlama sağdan falan görünümeler kısmında biraz sıkıntılarımın olduğunu düşünüyorum. O kısımları kısmen öğrendim” şeklinde ve Arzu “Yani, evet öğrendim kısmen. Öğrenmediğimi düşündüğüm kısımlar ise 2 boyutlu verilip 3 boyutlusunu istenilen sorular. Bu soruları tam yapamadım” şeklinde düşüncelerini ifade etmişlerdir.*

Ünite öğretiminde AG eğitiminin başarılı olduğu sadece 2B’den 3B’ye dönüştürme konusunda biraz sıkıntılar olduğu öğrenci görüşlerinden edinilmiştir. Nicel veriler öğrencilerin yapamadıkları soruların 2B’den 3B’ye görselleştirme soruları olduğunu göstermektedir. Öğrenciler kâğıt üzerinde bulunan görüntüyü zihinde canlandırmada zorluk yaşamışlardır. AG eğitimi 3B zihinde hayal etmeyi, döndürmeyi, görünmeyen kısımların zihinde canlandırabilmesi gibi 3B içeren tüm etkinliklerde başarılı olmuştur. Diğer taraftan 2B’den 3B’ye hayal etme konusunda eğitimin etkisi öğrenci özelinde az başarılı olmuştur.

Çalışmanın bir diğer nicel alt problemi olan kız ve erkeklerin uzamsal yetenek puanları arasında fark olup olmadığı araştırılmış ve bir fark bulunamamıştır. Yukarıdaki nitel bulgulara bakıldığında, nicel bulguları açıklayıcı bir durum söz konusudur. Yukarıda kız katılımcılardan Oya, Ayşe, Ece ve Arzu’nun düşünceleri ile Ali, Berk, Kaan ve Mert’in AG ye yönelik düşünceleri arasında benzerlikler söz konusudur. Dolayısıyla, nitel bulgular nicel bulguyu desteklemiştir.

#### **4.2.12. AG Eğitiminin Kalıcı Öğrenmeye Etkisi**

Araştırmacı, AG eğitiminin kalıcılığını sorguladığı son kategoriye “Kalıcı öğrenmeye etkisi” olarak isimlendirmiştir. Soru öncesi öğrencilere kalıcı öğrenmenin ne demek olduğunu bilip bilmedikleri sorulmuş ve öğrencilerin tamamının “kalıcı öğrenme kavramını bildikleri” geri bildirimi alınmıştır. Tablo 22’de de görüldüğü gibi bu kategoride, katılımcıların sekizi AG eğitiminin kalıcı olduğunu ifade etmişlerdir. Berk “*Evet. Hayatım boyunca unutmayacağımı düşünüyorum.*” şeklinde; Ece “*Kalıcıdır bence. Çünkü şimdi şekle baktığımda hemen hayal edebiliyorum. Mesela ilk derste hayal edemiyordum düşünemiyordum pek. Şimdi baktığımda hayal edebiliyorum*” şeklinde; Oya “*Evet hem eğlendiğim hem de sıkılmadığım için beynimde yer edindi.*” şeklinde; Kaan “*Bence kalıcı olmuştur. 3B işlendiği için ders şekiller aklımızda bulunduğu için bence kalıcı olmuştur öğrendiklerim.*” şeklinde ve Mert “*Bence*

*sağladı, sağlayacak. Çünkü ilerde geometri dersleri olacağını biliyorum. Orada tekrar edeceğimiz için beyinde bir şeyi tekrar ettikçe kalıcı olmaya ulaşır. O yüzden kalıcı olduğunu ve olacağını düşünüyorum.*” şeklinde görüşlerini belirtmişlerdir.

AG eğitiminin kalıcı olmadığını düşünen katılımcı Ömer isimli öğrenci ise, bu soruya birazda esprili bir şekilde *“Hocam benim için kalıcı olmamıştır niye dersiniz ben biraz unutkanım da o yüzden!”* şeklinde görüşünü belirtmiştir.

Ömer isimli öğrenci dışında, öğrencilerin genelinde öğrenmenin kalıcı olduğu düşüncesi bulunmaktadır. Derslerin 3B işlenmesinin ve daha çok görselleştirerek ve AG uygulaması ile görselleştirmenin yanında şekillerin gerçeğe yakın canlandırılarak öğretilmesi kalıcı öğrenmeyi sağlamıştır. Nicel verilerden elde edilen kalıcılık testi sonuçlarını, nitel verilerden elde edilen bu bulgular desteklemekte ve eğitimin kalıcı olduğunu göstermektedir. Ömer isimli öğrenci her ne kadar unutkan olduğunu ifade etmiş olsa da nicel veriler tüm öğrencilerde kalıcı öğrenmenin olduğunu göstermektedir ve nitel verilerde bu bulguyu destekler nitelikte açıklamaktadır.

Çalışmanın bir diğer nicel alt problemi olan kız ve erkeklerin uzamsal yetenek puanları arasında fark olup olmadığı araştırılmış ve bir fark bulunamamıştır. Yukarıdaki nitel bulgulara bakıldığında, kalıcı öğrenme ile ilgili nicel bulguları açıklayıcı bir durum söz konusudur. Yukarıda kız katılımcılardan Oya ve Ece’nin düşünceleri ile Ömer, Berk, Kaan ve Mert’in AG ye yönelik düşünceleri arasında benzerlikler söz konusudur. Dolayısıyla, nitel bulgular nicel bulguyu desteklemiştir.

## BÖLÜM V

### SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmadan elde edilen bulgular mevcut literatür ile tartışılmış ve araştırmanın bulguları doğrultusunda gelecekte yapılacak olan çalışmalara yönelik önerilerde bulunulmuştur.

#### 5.1. Sonuç ve Tartışma

Araştırma kapsamında AG uygulamalı ders tasarımının, yedinci sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine etkisi araştırılmıştır.

Araştırmanın, “Yedinci sınıf öğrencilerinin uzamsal yetenekleri üzerine AG uygulamalı eğitim istatistiksel olarak anlamlı mıdır?” probleminin incelenmesi için veri toplama aracı olarak kullanılan uzamsal yetenek testi ile elde edilen bulgulara göre öğrencilerin toplam ön test puanı ile toplam son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dolayısıyla, AG uygulamalarının öğrencilerin uzamsal yeteneklerini pozitif yönde arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır. Araştırma sonucuna paralel olarak, Ben-Chaim, Lappan ve Houang (1988), matematik projesi (Middle Grade Mathematics Project (MGMP)) kapsamında küçük küpler ile yapılan üç haftalık uzamsal görselleştirme eğitiminin beşinci, altıncı, yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini önemli ölçüde arttırdığı sonucuna varmışlardır. Benzer şekilde, Widyasari ve Mastura (2019) AG ile öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerinin yükseldiğini tespit etmişler ve sonuç olarak AG ile oluşturulan öğrenme ortamlarının öğrencilerin geometrik düşünme düzeylerini geliştirme noktasında önemli bir role sahip olduğunu öne sürmüşlerdir. Özçakır (2017) tarafından yapılan benzer bir çalışmada yedinci sınıf öğrencilerinin uzamsal zekâlarını geliştirmeye yönelik AG tabanlı bir öğretim aracı tasarımı yapılmış, öğrenme aracının

öğrencilerin uzamsal zekâlarını geliştirebilmeleri için fırsatlar sağladığı ve tasarlanan aracın uygulanabilir bir eğitim aracı olduğu kanıtlanmıştır. Çalışmada elde edilen bu sonuçlar Kaufmann ve Schmalsteig (2003), Gutierrez ve arkadaşları (2015), Yanuarto ve Iqbal (2022) tarafından yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular ile desteklenmektedir. Kaufmann ve Schmalstieg (2003) yaptıkları çalışmanın sonucunda AG uygulamalarının öğrencilerin uzamsal yeteneğini geliştirdiği, geometrik şekillerin öğrenimine yönelik bilgi transferini kolaylaştırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Gutierrez ve arkadaşları (2015) yaptıkları çalışmanın sonucunda uygulamaları kullanan deney grubunun grafik tasarım dersine ilişkin uzamsal yetenek puanlarında önemli düzeyde artış görüldüğü sonucuna varmışlardır. Yanuarto ve Iqbal (2022) yaptıkları çalışmanın sonucunda AG ile oluşturulan öğrenme ortamlarının, derslerin etkinliği üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu ve öğrencilerin matematiksel uzamsal yeteneklerinin geliştirilmesinde AG teknolojilerinin olumlu yönde katkı sağlayacağı sonucuna ulaşmışlardır.

Uzamsal kavramlar genellikle ders kitaplarında, özellikle ortografik ve perspektif projeksiyonlar gibi iki boyutlu temsiller kullanılarak sunulmaktadır. Ancak, yapılan araştırmalar uzamsal zekâsı düşük olan öğrencilerin, bu temsillerin üç boyutlu şekillerin temsili olduğunu anlamakta zorlandıklarını göstermiştir. (Ma, Wu, Chen & Hsieh, 2009; Pittalis & Christou, 2010). Geleneksel sınıf ortamında, öğrencilerin üç boyutlu mekânsal kavramları öğrenmelerini desteklemek amacıyla kullanılan iki boyutlu çizimler aslında öğrenciler için bir tür "bilişsel engel" oluşturmaktadır. (Alcaniz, Contero, Perez-Lopez & Ortega, 2010). Öğrencilerin uzamsal zekâlarının geliştirilmesi, bu bilişsel engelin aşılmasında ve olumsuz etkilerinin ortadan kaldırılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Araştırmacılar, uzamsal zekânın farklı yaşlarda gelişebileceğini bulmuşlardır (Battista, Wheatley & Talsma, 1982; Embretson, 1987). Maier (1996), somut malzemelerin ve fiziksel modellerin mekânsal zekânın geliştirilmesinde etkili olduğunu göstermiştir.

Diğer taraftan Gün ve Atasoy (2017) yaptıkları çalışmada altıncı sınıf öğrencilerine geometrik cisimler ve hacim ölçme ünitesinin öğretiminde AG teknolojisi kullanmış çalışmada deney ve kontrol grubunun her ikisinde de anlamlı artış gözlenmesine rağmen iki grubun son test vasıtasıyla uzamsal yetenek puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna ulaşmışlardır.

İncelenen çalışmalarda görüldüğü üzere AG uygulamalarının uzamsal yetenek üzerine olumlu bir etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Fakat farklı konular ve öğrenciler üzerinde

deneysel çalışmalar yapılarak daha fazla sonuç elde edilebilir. AG teknolojisinin öğrencilerin başarıları ve birçok farklı değişken üzerindeki etkisinin incelenmesinin de farklı çalışmalar ile yapılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Benzer şekilde, bu çalışmanın nitel sonuçları da yukarıdaki nicel sonucu destekler niteliktedir. Görüşme yapılan öğrencilerden hareketle, AG uygulamasının öğrencilerin 3B şekilleri görselleştirmelerinin kolaylaştığı sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde yürütülen nitel çalışmalarda da bu sonuca benzer olarak, AG teknolojisinin öğrencilerin konuları anlamalarını kolaylaştırdığı sonucuna ulaşılmıştır (Abdüsselam, 2014; Gün, 2014; İbili ve Şahin, 2013; Shelton ve Hedley, 2002; Yen ve arkadaşları, 2013).

AG uygulamaları matematik ve geometri öğretiminde büyük potansiyele sahiptir (Kaufmann ve Schmalstieg, 2003). AG teknolojisi ile ilgili yapılan çalışmalarda çok yaygın olmamakla birlikte nitel araştırma yöntemlerinin de kullanıldığı ve nitel kısımda sadece AG teknolojisi ile ilgili öğrenci görüşlerinin alınmasını amaçlayan çalışmaların (Huang, Li ve Fong, 2016) tercih edildiği söylenebilir. Bu çalışmada sadece AG uygulaması hakkında bilgi toplamak değil AG uygulamasının uzamsal yeteneğe etkisini incelemek amacıyla öğrencilere uygulanan yarı yapılandırılmış görüşmeler ile elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir.

Öğrenciler ile yapılan görüşmelerin sonucunda, öğrencilerin AG uygulamaları hakkında çok bilgi sahibi olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuca ulaşılacağı tahmin edildiği için eğitim öncesi bir hafta deneme uygulaması yapılarak öğrencilerin AG hakkında bilgilendirilmesi sağlanmıştır.

Öğrencilerin AG uygulamasını rahatlıkla akıllı telefonlarından kullandıkları ve tüm öğrencilerin akıllı telefon kullanmayı bildiği ve AG uygulamasını kullanmakta bir sorun yaşamadığı sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde benzer şekilde AG teknolojisinin öğrenciler tarafından rahatlıkla kullanılabildiğini belirten çalışmalara rastlanmaktadır (Özarslan, 2013; Taşkiran ve arkadaşları, 2015; Tomi ve Rambli, 2013). Bu sonucun ortaya çıkmasında, öğrencilerin teknoloji yatkınlığı ve pilot uygulama sırasında yaşanan sorunların tespit edilip çözüm bulunması, öğrencilerin AG uygulamasını sorunsuzca kullanmalarında etkili olduğu düşünülmektedir.

Bu sonuç literatürdeki çalışmalar ile paralellik göstermektedir (Abdüsselam, 2014; Akkuş, 2016; Bujak ve arkadaşları, 2013; Gün, 2014; Kaufmann ve Schmalstieg, 2003; Özarslan, 2013; Taşkiran ve arkadaşları, 2015). Özellikle soyut kavramlardan oluşan ve birçok sayıda öğrencinin zor bir ders olarak nitelendirdiği matematik dersinin teknoloji ile uyumunun

önemi (Alakoç, 2003) düşünüldüğünde AG uygulamalarının matematik dersine entegre edilmesi bir çözüm oluşturabilir.

Bu çalışmada AG uygulamalarının öğrencilerin uzamsal yeteneklerini pozitif yönde arttırmasının temel sebeplerinden birisi çalışmada kullanılan AG uygulamalarının 3B cisimleri her yönden inceleme fırsatı sunmasıdır ve cisimlerin farklı yönlerden görünüşleri ünitesinin çok fazla sayıda 3B şekil içermesidir. Dolayısıyla, AG uygulamasının sağladığı 3B görselleştirme ve uygulama sayesinde şekillerin kolay hareket edilebilir olması sayesinde üniteyi daha kolay biçimde anlayabildikleri düşünülmektedir. Bir diğer sebebi ise, AG uygulamalarının soyut kavramları somutlaştırması ve öğrencilerin bu cisimleri zihinlerinde anlamlandırmasını ve görselleştirmesini kolaylaştırmasıdır. Ayrıca, görüşme esnasından öğrencilerin de ifade ettiği gibi, uygulamanın öğrencilerin şekilde görünmeyen kısımları da görmelerini sağlamasıdır.

Bu çalışma iki boyutlu olarak çizilen birim küplerden oluşan şekillerin üç boyutlu olarak gösterilmesine yol açtığı için önemlidir ve öğretmenlerin bu durumu sınıflarında kullanabilmeleri açısından da onların farkındalıklarını artırıcı bir etkiye sahiptir. Dolayısıyla, bu çalışma karma araştırmanın doğası gereği işlevsel olarak ve faydacı bakış açısıyla öğretmenlere geometrik şekillerin öğrenciler tarafından daha iyi anlaşılması için yol gösterici olacaktır.

Benzer şekilde nicel sonuçları destekleyen, nitel bir diğer sonuç olarak, AG uygulaması kullanımının dersi daha ilginç ve eğlenceli hale getirdiğini düşündükleri sonucuna ulaşılmıştır. Bu sonuç AG teknolojisinin öğrenmeyi eğlenceli hale getirdiği sonucuna ulaşan çalışmalarla da (Taşkiran ve arkadaşları, 2015; Tomi ve Rambli, 2013; Zarzuela ve arkadaşları, 2013) paralellik göstermektedir. Teknolojik araçları gündelik yaşamın her alanında kullanan ve “z kuşağı” olarak adlandırılan, öğrenciler için dersin veya uygulamanın ilginç ve eğlenceli olması ve sıkılmamaları önemli bir sorun oluşturmaktadır. Somyürek (2014) yaptığı çalışmasında geleneksel öğretim materyallerinin z kuşağı öğrencileri için sıradan ve sıkıcı olarak görüldüğü ve dikkatlerini çekmekte yetersiz kaldığını ifade etmiştir. AG uygulamasının sahip olduğu teknolojik özellikler sayesinde eğlenceli ders materyalleri hazırlanması kolaylaşmaktadır. Yapılan görüşmelerde öğrenciler, AG uygulamasını kullanırken çok eğlendiklerini, derslerin de klasik dersten öte etkinlik gibi olduğunu ve bu yüzden sıkılmadıklarını belirtmişlerdir. Öğrencilerden birinin verdiği “*Eğlenceli yönü şekilleri hani daha güzel bir nesneye, hayvana, eşyaya benzetmeye çalışıyorduk. Mesela bir*

*küpü döndürdük. Arkadaşlarım ile şuralara da küpler eklense mesela bu şuna benzerdi diye yorumlarda bulunuyorduk”* ifadesi de öğrencilerin eğitimden duydukları memnuniyeti göstermektedir. Benzer şekilde Radu (2014) AG kullanılan öğrenme ortamı ve kullanılmayan öğrenme ortamında yer alan öğrencilerin, öğrenme deneyimleri arasındaki farkları karşılaştırmak için 26 akademik yayını inceleyerek doküman analizi yapmıştır. Yayınların analizinden sonra AG kullanımının öğrenenlere getirdiği olumlu ve olumsuz etkiler belirlenmiştir. İncelenen araştırmalardan elde edilen olumlu etkiler: (a) artırılmış gerçeklik uygulamaları, diğer medyalarla (kitap, video, masaüstü bilgisayar) karşılaştırıldığında öğrencilerin öğrenmesinde çok daha etkilidir; (b) AG kullanarak öğrenenler, kullanmayanlara göre bilgiyi akıllarında çok daha iyi tutabilmektedir; (c) Fiziksel bir görev yapılması gerektiğinde, AG ile öğrenenler çok daha etkilidir; (d) AG deneyimleri, grup işbirliğinde gelişmeler sağlamaktadır; (e) AG ile öğrenenlerin motivasyonu, bu teknolojiyi kullanmayanlara göre oldukça yüksektir, olarak bulunmuştur. Ayrıca, öğrenenlerin bu teknolojiden oldukça memnun olduklarını, eğlenceli bulduklarını ve tekrar kullanmak için oldukça istekli olduklarını belirttikleri görülmüştür.

Bununla birlikte nicel sonuçları destekleyen, nitel bir diğer sonuç olarak, diğer matematik konularının da AG uygulamasına benzer uygulamanın kullanılmasını öğrencilerin çoğunun istediği sonucuna varılmasıdır. Nitel perspektifler, nicel bulgulara daha zengin bir bağlam sunarak çalışmaya katılan katılımcıların deneyimlerinin ve bakış açılarının daha ayrıntılı bir anlayışını sağlamıştır. Bu sonuç diğer konuların da AG teknolojisi ile öğretilmesinin istenmesi sonucuna ulaşan çalışmalar ile (Gün, 2014; Özarslan, 2013; Taşkiran ve arkadaşları, 2015) paralellik göstermektedir. Benzer şekilde Sırakaya (2015), AG uygulaması ile yapılan eğitimin sonunda öğrencilerin dersi ilgi çekici ve eğlenceli bulduklarını, uygulamayı kullanmanın kolay olduğu ve tekrar kullanmak istedikleri sonucuna ulaşmıştır.

Bu sonucu destekler şekilde Küçük, (2015) yaptığı çalışmada, AG teknolojisi sayesinde öğrencilerin öğrendikleri konuların daha somutlaştığı ve öğrenme açısından gerçeklik hissine sahip oldukları sonuçlarına varmıştır. Steen ve arkadaşları (2006), sanal manipülatifleri kullanan çocukların, fiziksel manipülatifleri kullanan çocuklardan daha iyi performans gösterdiğini bulmuşlardır. Benzer şekilde Abdüsselam (2014) tarafından yapılan çalışmada ise AG teknolojisi ile öğrencilerin konuyu daha iyi anladıkları ve uygulamalar ile daha gerçekçi bir ortama sahip oldukları, konuların görselleştirilmesi sayesinde kavramların somutlaştırıldığı sonucuna ulaşılmıştır. AG uygulamasının genellikle küp sayısının fazla

olduğu ve öğrencilere daha karmaşık gelen etkinlik sorularında kullanılmayı tercih edilmesi öğrencilerin ifadelerinden elde edilen bir diğer sonuçtur.

AG uygulaması ile öğretilen konunun kalıcılığına ilişkin öğrenci görüşleri incelendiğinde, öğrencilerin öğrendiklerinin kalıcı olduğunu düşündükleri sonucuna ulaşılmıştır. 8.sınıf öğrencilerinin prizmalar konusunda kullandıkları uygulamaya yönelik öğrenci görüşlerinin alındığı bir çalışmada (Gülburnu, 2013), uygulamanın kalıcılığa etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

AG uygulamasının, hem test sonuçları arasındaki farktan hem de öğrenciler ile yapılan görüşme sonuçlarından yola çıkarak öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin gelişimine olumlu etki yaptığı sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde karşılaşılan çalışmaların (Dünser ve arkadaşları, 2006; Gecü Parmaksız, 2017) sonuçları da bu sonucu destekler niteliktedir. Öğrencilerin uzamsal yeteneklerinde olumlu ve anlamlı bir değişiklik olmasının sebebi öğrencilerin etkinlikleri, AG uygulaması ile 3B şekilleri 2B düzlemde öğrenmek yerine 3B olarak uygulamadan görmeleri, yardım almaları ve öğrenmeleri olabilir. Öğrenciler ile yapılan görüşmeler neticesinde; eğitim öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında öğrencilerin şekilleri zihinde hayal edebilme ve döndürebilme yeteneklerinin olumlu yönde geliştiği sonucuna varılmıştır. Aynı zamanda öğrencilerin 3B şekilleri 2B düzlemde göremedikleri bu yüzden uygulamanın uzamsal yeteneklerini geliştirdiklerini düşündükleri sonucuna varılmıştır.

Özet olarak, eğitim alanında AG teknolojisinin kullanılması; soyut kavramların somutlaştırılmak; öğrencilerde ilgiyi, motivasyonu, ve başarıyı artırmak; zihinde canlandırılmayan nesneleri zihinde canlandırmak; eğlenerek öğrenmeyi sağlamak; öğrencilerin kendi hızında öğrenmelerini desteklemek açısından önemlidir. AG teknolojisinin olumlu birçok özelliği ile yakın gelecekte eğitim içinde yaygın olarak kullanılacağı öngörülebilir.

Araştırmanın, “Kız ve erkek yedinci sınıf öğrencilerinin ön-test, son-test ve kalıcılık testi uzamsal yetenek puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark var mıdır?” alt probleminin incelenmesi için veri toplama aracı olarak kullanılan uzamsal yetenek testi ile elde edilen bulgulara göre, kız ve erkek öğrencilerin ön-test, son-test ve kalıcılık testi uzamsal yetenek puanları arasında cinsiyet değişkenine göre anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Buna göre, AG uygulamalarının öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirmede cinsiyete göre bir etkisi bulunmamaktadır sonucuna ulaşılmıştır.

Çalışmadan elde edilen bu sonuç Turğut (2007) tarafından yapılan çalışma ile paralellik arz etmektedir. Uzamsal yetenek puanlarının cinsiyete göre farklılaşmama nedeni, öğretim sistemimizde yer alan öğretim programının test odaklı olup 3B düşünme becerilerini yeterince geliştirmemesi ve ders ortamlarında bu beceriyi geliştirmeye yönelik etkinliklere yeteri kadar yer verilmemesi olabilir. Benzer şekilde, Šafhalter, Vukman ve Glodež (2016) SketchUp kullanarak ilköğretim öğrencileri ile gerçekleştirdikleri çalışmada da cinsiyet farklılığının uzamsal beceri gelişimi anlamında herhangi bir farklılığa sebep olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Diğer taraftan Battista (1990) uzamsal görselleştirmenin geometri öğrenmeye önemli katkı sağladığını fakat kız ve erkek performanslarına farklı katkılar sağladığını belirtmektedir. Hacıömeroğlu ve Hacıömeroğlu (2017) yaptıkları çalışmada öğretmen adaylarının zihinsel döndürme becerilerinde erkekler lehine anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Yine Sarı (2016) çalışmasında uzamsal beceri açısından erkek öğrencilerin kız öğrencilerden daha yüksek performans gösterdikleri sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Erkek ve arkadaşları, (2017) çalışmalarında, kızların mekânsal görselleştirme yeteneklerinin erkeklerden daha düşük olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Cinsiyete bağlı olarak elde edilen bulguların farklı olmasının nedeni; kullanılan ölçme araçlarının farklılığından kaynaklanmaktadır (Turgut ve Yenilmez, 2012).

Johnson ve Meade (1987) çalışmalarında çocuklara farklı gelişim düzeylerinde uzamsal yetenek testleri uygulamış ve cinsiyet farkının 10 yaşından itibaren ortaya çıktığını belirtmişlerdir (Johnson ve Meade'den aktaran Kimura, 2000). Çalışmada örneklem olarak seçilen öğrenciler 12 yaşında olup cinsiyet farkının ortaya çıkması için yeterli gelişim düzeyindedirler. Benzer şekilde Robichaux (2000) ergenlik öncesi çocukların uzamsal yeteneklerinin aynı olduğunu bildirmekte, beşinci sınıf düzeyinde, ergenlik öncesi dönemde bulunan çocuklarda cinsiyetler arasında bir fark olmadığını vurgulamaktadır (Robichaux'dan aktaran Subrahmanyam ve Greenfield, 1996). Bu bulgulara paralel olarak bu çalışmada da öğrencilerin uzamsal yetenek performanslarında cinsiyet açısından bir fark bulunmamıştır.

Benzer şekilde nicel sonuçları destekleyen, nitel bir diğer sonuç olarak, AG uygulaması kullanımı ile ilgili sorulan sorulara kız ve erkek öğrenciler benzer cevaplar vermişlerdir. Uzamsal yeteneğin gelişen kısımlarına ve AG eğitimi ile ilgili sorulan tüm sorulara da yine kız ve erkek öğrenciler paralel cevaplar vermişlerdir. Verilen cevapların paralellik göstermesi eğitimin kız ve erkek öğrencilerin uzamsal yeteneklerini hemen hemen eşit derecede artırdığını bu yüzden de anlamlı bir fark bulunamadığını kanıtlar niteliktedir.

## 5.2. Öneriler

Yedinci sınıf matematik dersi “Geometri ve Ölçme” öğrenme alanı “Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri” ünitesine yönelik geliştirilen AG uygulaması kullanılarak yapılan eğitimin öğrencilerin uzamsal yeteneklerine olan etkisi incelemeye yönelik olarak araştırmacılara aşağıda bazı önerilerde bulunulmuştur:

- Bu araştırmada yedinci sınıf öğrencileri ile çalışılmıştır. Araştırmada kullanılan ünite aynı zamanda dördüncü sınıf müfredatında da yer almaktadır. Araştırma dördüncü sınıf öğrencilerine uyarlanarak uygulanabilir.
- Bu araştırma Matematik dersi “Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri” ünitesinde gerçekleştirilmiştir. Kâğıt katlama alt boyutu yönüyle uzamsal yetenek incelenememiştir. Kâğıt katlama alt boyutu ile ilgili AG yazılımı tasarlanarak öğrenciler ile araştırma yapılabilir.
- Bu çalışma yaz kursunda sınırlı sayıda öğrenci grubu ile gerçekleştirilmiştir. Gelecek çalışmalarda daha büyük örneklem grubu ile çalışılması önerilmektedir.
- Bu araştırmada AG uygulamasının uzamsal yeteneğe olan etkisine bakılmıştır. Gelecek çalışmalarda AG teknolojisinin kullanıldığı uygulamaların öğrencilerin motivasyonu, başarısı veya tutumuna olan etkileri de araştırma konusu olarak kullanılabilir.
- Araştırmada öğrenciler ile bireysel görüşmeler yapılmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Gelecek araştırmalarda öğrencilerin işbirlikli ve grupla öğrenmeleri üzerine odaklanılan çalışmalara yer verilebilir.
- Araştırmada uzamsal yetenek testi ve yarı yapılandırılmış görüşme formları kullanılarak değerlendirme yapılmıştır. Gelecekteki çalışmalarda, veri çeşitliliği yapıp, farklı veri toplama araçları (açık uçlu sorular, çizim, gözlem vb.) kullanılarak çalışmalar yapılabilir.
- Uzamsal yetenek testinin pilot çalışması aşamasında 139 kişiden fazla kişiye ulaşılarak yapılması testi soruların çalışması açısından önemlidir. Bu çalışmada, 64 sorudan 25 soru pilot çalışmada testte kalmıştır. Oysaki daha fazla kişiye ulaşılarak testte farklı boyutlar ve daha fazla soru kalması sağlanabilir.
- Çalışmadaki öğrencilerin tamamının sağ elini kullanması nedeni ile sağ ve sol el kullanan öğrencilerin uzamsal yetenek gelişimleri arasındaki fark gözlemlenememiştir. Gelecek çalışmalarda örneklem içinde sağ ve sol elini kullanan öğrenci sayılarının çokluğu ile sağ ve sol el kullanımının etkisi de incelenebilir.

- Öğrencilerin AG teknolojisini sadece duydukları ama kullanmadıkları fark edilmiştir. Bu eksikliği gidermek için, AG teknolojinin kullanıldığı ders yazılımlarının sayısı artırılmalıdır ve ders içi kullanımları yönünde teşvik edilebilir.
- Çalışma sonucunda AG uygulamasının öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerinde olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu yeteneğin gelişimi için, müfredatla uyumlu AG teknolojisi kullanılarak yeni öğrenme materyalleri geliştirilerek kullanılabilir.
- Çalışmada tek gruplu deneysel desen kullanılmıştır. Yapılacak çalışmalarda deney ve kontrol grubu kullanılarak örneklem genişletilebilir ve sonuçlar karşılaştırılabilir. Çalışmanın ulaşılabilir evrene genellenebilmesi için daha fazla sayıda kişiye ulaşılması önerilmektedir.
- Araştırmada kullanılan küplerde yeşil ve kırmızı renk tercih edilmiştir. Öğrenciler içinde renk körü olmamasından kaynaklı bu durum sorun oluşturmamıştır. Gelecek çalışmalarda farklı renklerde küplerin kullanılması, renk körü olan öğrenci ile karşılaşılmasının problem olmaması için önerilmektedir.
- Çalışmada yeterli sayıda örnekleme ulaşılamadığı için parametrik testler yerine non-parametrik testler kullanılmıştır. Bu durum nicel verilerin evrene genellemesini zor duruma sokmuştur. Bu sebeple, daha fazla sayıda kişiyle çalışılması önerilmektedir.
- Çalışmada AG uygulaması akıllı telefonlar kullanılarak çalıştırılmıştır. Geliştirilen 3B cisimlerin daha gerçekçi bir etki bırakması için AG gözlükleri kullanılabilir.
- AG ile uzamsal yetenek arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların sayısını artırmak amacı ile farklı yaş gruplarında ve daha geniş örneklemeler ile çalışmalar yapılabilir.
- AG teknolojisi yanında yapay zebanında entegre edildiği yazılımlar geliştirilebilir. Yapay zekâ teknolojisinden de eğitimde yararlanılması önerilmektedir.

## KAYNAKLAR

- Abdüsselam, M. S. (2014). Fizik öğretiminde artırılmış gerçeklik ortamlarının kullanımlarına ilişkin öğretmen ve öğrenci görüşleri: 11. sınıf manyetizma konusu örneği. *Pegem Eğitim ve Öğretim Dergisi*, 4(1), 59–74.
- Abdüsselam, M. S., ve Karal, H. (2012). Fizik öğretiminde artırılmış gerçeklik ortamlarının öğrenci akademik başarısı üzerine etkisi: 11. sınıf manyetizma konusu örneği. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(4), 170–181.
- Akçayır, M. and Akçayır, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11.
- Akkuş, İ. (2016). *Bilgisayar destekli teknik resim dersinde artırılmış gerçeklik uygulamalarının makine mühendisliği öğrencilerinin akademik başarısına ve uzamsal yeteneklerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Akkuş, İ., ve Özhan, U. (2017). Matematik ve geometri eğitiminde artırılmış gerçeklik uygulamaları. *İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(8), 19–33. DOI: 10.29129/inujgse.358421.
- Alakoç, Z. (2003). Matematik öğretiminde teknolojik modern öğretim yaklaşımları. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2(1), 43-49.
- Alcañiz, M., Contero, M., Pérez-López, D. C., & Ortega, M. (2010). *Augmented Reality Technology for Education*. New Achievements in Technology Education and Development, 247-256.
- Aldalalah, O., Ababneh, Z., Bawaneh, A., and Alzubi, W. (2019). Effect of augmented reality and simulation on the achievement of mathematics and visual thinking among students. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 14(18), 164-185.

- Alkhamisi, A. O. and Monowar, M. M. (2013). Rise of augmented reality: current and future application areas. *International Journal of Internet and Distributed Systems*, 1, 25-34.
- Alves, B.C., Dias, D.R., Borges, S.D., Durelli, V.H., Bressan, P.A., Salvador, V.F. and Guimarães, M.D. (2017). On Capitalizing on Augmented Reality to Impart Solid Geometry Concepts: An Experimental Study. *International Conference on Universal Access in Human-Computer Interaction*.
- Arvanitis, T. N., Petrou, A., Knight, J. F., Savas, S., Sotiriou, S., Gargalakos, M., vd. (2007). Human factors and qualitative pedagogical evaluation of a mobile augmented reality system for science education used by learners with physical disabilities. *Personal and Ubiquitous Computing*, 13(3), 243–250.
- Augment (2016). *Infographic: The History of Augmented Reality*. <http://www.augment.com/blog/infographic-lengthy-history-augmented-reality/> adresinden 18/06/2023 tarihinde erişim sağlanmıştır.
- Auliya, R. N., and Munasiah, M. (2019). Mathematics learning instrument using augmented reality for learning 3D geometry. *In Journal of Physics: Conference Series*, 1318(1), IOP Publishing.
- Auliya, R. N., and Munasiah, M. (2020). Augmented reality affects students' attitude and conceptual understanding in learning 3d geometry. *JPI (Jurnal Pendidikan Indonesia)*, 9(2): 203-212.
- Ayvacı, D. H. Ş., & Durmuş, A. (2016). Bir Başarı Testi Geliştirme Çalışması: Isı ve Sıcaklık Başarı Testi Geçerlik ve Güvenirlik Araştırması. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 35(1), 87-103.
- Azuma, R. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355–385.
- Azuma, R. (1999). The challenge of making augmented reality work outdoors. *Mixed Reality: Merging Real and Virtual Worlds*, 379–390.
- Azuma, R., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., and MacIntyre B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21(6), 34-47.

- Bahadır, D. (2019). *Using web 3.0 technologies for teaching english to the primary level students: A study on augmented reality*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Battista, M.T. (1990). Spatial visualization and gender differences in high school geometry. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(1), 47-60. <https://doi.org/10.2307/749456> adresinden 10.04.2020 tarihinde erişilmiştir.
- Battista, M. T., Wheatley, G. H. & Talsma, G. (1982). *The importance of spatial visualization and cognitive development for geometry learning in preservice elementary teachers*. *Journal for Research in Mathematics Education* 13(5), 332-340.
- Bayezit, B. (2019). *Ortaokul 6. sınıf hacim konusunun öğretiminde teknoloji entegrasyonuna yönelik bir öğretim tasarının geliştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Baykul, Y. (2010). Eğitimde ve psikolojide ölçme: Klasik test teorisi ve uygulaması (2. Baskı). Pegem Yayıncılık, Ankara.
- Baysan, E. (2015). *Artırılmış gerçeklik kitap (AG-Kitap) kullanımının öğrencilerin akademik başarısına etkisi ve ortamla ilgili öğrenci görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Ben-Chaim, D., Lappan, G., and T. Houang, R. (1988). The effect of instruction on spatial visualization skills of middle school boys and girls. *American Educational Research Journal*, 25, 51-71.
- Ben-Chaim, D., Lappan, G., and Houang, R. (1989). Adolescents' ability to communicate spatial information: Analysing and effecting students' performance. *Educational Studies in Mathematics*, 20, 121-146.
- Billinghurst, M., Kato, H., and Poupyrev, I. (2001). The MagicBook - moving seamlessly between reality and virtuality. *Computer Graphics and Applications*, 21(3), 6-8.
- Billinghurst, M. and Duenser, A. (2012). Augmented reality in the classroom. *IEEE Computer Society*, 45(7), 56-63.
- Bimber, O. and Raskar, R. (2005). Modern approaches to augmented reality. Paper presented at the International Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques.

- Bower, M., Howe, C., McCredie, N., Robinson, A. and Grover, D. (2014). Augmented reality in education - cases, places, and potentials. *Educational Media International*, 51(1), 1-15.
- Bujak, K. R., Radu, I., Catrambone, R., MacIntyre, B., Zheng, R., and Golubski, G. (2013). A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers ve Education*, 68, 536–544.
- Büyüköztürk, Ş. (2016). Deneysel desenler ön test-son test kontrol grubu desen ve analizi (5. baskı). Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., (2018). Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı istatistik, araştırma deseni SPSS uygulamaları ve yorum. Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2020). Bilimsel araştırma yöntemleri (31. baskı). Pegem Akademi.
- Cai, S., Wang, X., and Chiang, F.-K. (2014). A case study of augmented reality simulation system application in a chemistry course. *Computers in Human Behavior*, 37, 31–40.
- Cai, S., Liu, E., Shen, Y., Liu, C., Li, S., and Shen, Y. (2020). Probability learning in mathematics using augmented reality: impact on student's learning gains and attitudes. *Interactive Learning Environments*, 28(5): 560-573.
- Cai, S., Liu, C., Wang, T., Liu, E., and Liang, J.C. (2021). Effects of learning physics using augmented reality on students' self-efficacy and conceptions of learning. *British Journal of Educational Technolog*, 52(1), 235-251.
- Cao, R., & Liu, Y. (2019). Hand controlar: An augmented reality application for learning 3d geometry. 2019 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality Adjunct (ISMAR-Adjunct).
- Capraro, R. M. (2001). Exploring the Influences of Geometric Spatial Visualization, Gender, and Ethnicity on the Acquisition of Geometry Content Knowledge. Eric Document 451 057.
- Carmigniani, J. and Furht, B. (2011) Augmented Reality: An Overview. In: B. Furht (Eds), *Handbook of augmented reality* (Sayfa 3-46). Springer, New York, NY.

- Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E. and Ivkovic, M. (2011). Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimed Tools Appl*, 51, 341-377.
- Caudell, T. P. ve Mizell, D. W. (1992). *Augmented reality: An application of heads-up display technology to manual manufacturing processes*. Paper presented at the Twenty-Fifth Hawaii International Conference on System Sciences, Kauai, HI.
- Chiang, T.-H.-C., Yang, S.-J.-H., and Hwang, G.-J. (2014). An Augmented Reality-based Mobile Learning System to Improve Students' Learning Achievements and Motivations in Natural Science Inquiry Activities. *Educational Technology ve Society*, 17 (4), 352–365.
- Cheng, K.H and Tsai, C.C. (2013). Affordances of augmented reality in science learning: suggestions for future research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449-462.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2nd ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Corps, A. R. (2017). *A brief history of augmented reality*. <http://adsreality.com/history-of-augmented-reality-infographic/> adresinden 03/04/2022 tarihinde erişim sağlanmıştır.
- Coşkun, H. (2019). *Hücre ve bölünmeler ünitesinin artırılmış gerçeklik teknolojisi ile öğretiminin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve teknolojiye yönelik tutumlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Creswell, J. W. (2019). Eğitim araştırmaları: Nicel ve nitel araştırmanın planlanması, yürütülmesi ve değerlendirilmesi (Çev. Ed. H. Ekşi). (2. Baskı). EDAM
- Creswell, J. W., and Plano Clark, V. L. (2007). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J. W. ve Plano Clark, V. L. (2015). *Karma yöntem araştırmaları: Tasarımı ve yürütülmesi* (Çev. Ed. Y. Dede ve S. B. Demir). (2. Baskı). Anı Yayıncılık, Ankara.
- Çetin, H. (2022). A systematic review of studies on augmented reality based applications in Primary Education. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 10(2): 110-121.

- Çınar, D. (2017). *İngilizce öğretiminde artırılmış gerçeklik destekli ders kitabının öğrencilerin başarı ve tutumlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Çiloğlu, T., Yılmaz, Ö., Yılmaz, A. ve Karaoğlu, F. (2021). Eğitimde artırılmış gerçeklik konulu makalelerin incelenmesi. *Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi*, 3(2), 147-158.
- David, L. T. (2012). Training effects on mental rotation, spatial orientation and spatial visualisation depending on the initial level of spatial abilities. *Procedia- Social and Behavioral Sciences*, 33(1), 328-332.
- De Ravé, E. G., Jiménez-Hornero, F. J., Ariza-Villaverde, A. B., & Taguas-Ruiz, J. (2016). DiedricAR: A mobile augmented reality system designed for the ubiquitous descriptive geometry learning. *Multimedia Tools and Applications*, 75(16).
- Debarnot, U., Piolino, P., Baron, J. and Guillot, A. (2013). Mental Rotation: Effects of Gender, Training and Sleep Consolidation. *Plos ONE*, 8(3), 1-8. doi:10.1371/journal.pone.0060296 adresinden 25/02/2023 tarihinde erişim sağlanmıştır.
- Dede, Y. (2003). *ARCS Motivasyon öodeli ve öge gösterim teorisi'ne (Component display theory) dayalı yaklaşımın öğrencilerin değişken kavramını öğrenme düzeylerine ve motivasyonlarına etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Delello, J. A. (2014). Insights from pre-service teachers using science-based augmented reality. *Journal of Computers in Education*, 1(4), 295–311.
- Demitriadou, E., Stavroulia, K. E., and Lanitis, A. (2020). Comparative evaluation of virtual and augmented reality for teaching mathematics in primary education. *Education and Information Technologies*, 25, 381–401.
- Dünser, A., Steinbügl, K., Kaufmann, H. and Glück, J. (2006). *Virtual and augmented reality as spatial ability training tools*. In Proceedings of the ACM SIGCHI New Zealand Chapter's International Conference on Computer-Human Interaction, 125–132.
- Embretson, S. E. (1987). *Improving the measurement of spatial aptitude by dynamic testing*. *Intelligence* 11(4), 333-358.

- Erbaş, Ç., ve Demirer, V. (2014). Eğitimde artırılmış gerçeklik uygulamaları: Google Glass örneği. *Journal of Instructional Technologies ve Teacher Education*, 3(2).
- Ergün, Z. ve Erşen, B. (2018). Matematik ve fen bilgisi eğitiminde artırılmış gerçeklik: Doküman analizi örneği. Cemil Meriç 10. Uluslararası Sosyal Bilimler ve Spor Kongresi, 57.
- Erkek, Ö., Işıksal, M. and Çakıroğlu, E. (2017). A study on pre-service teachers' spatial visualization ability and spatial anxiety. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(1), 33–50. <https://dergipark.org.tr/tr/download/articlefile/296345> adresinden 18.02.2022 tarihinde erişilmiştir.
- Eursch, A. (Ekim, 2007). *Increased safety for manual tasks in the field of nuclear science using the technology of augmented reality*. Nuclear Science Symposium Conference'da sunulmuş bildiri, Hawaii.
- Feiner, S., Macintyre, B. and Seligmann, D. (1993). Knowledge-Based augmented reality. *Communications of the ACM*, 36(7), 53-62.
- Fjeld, M., and Voegtli, B. M. (2002). Augmented chemistry: An interactive educational workbench. Paper presented at International Symposium on Mixed and Augmented Reality, Darmstadt.
- Fleck, S., and Simon, G. (2013). *An augmented reality environment for astronomy learning in elementary grades: an exploratory study*. 25. Conference Francophone Sur Interaction Homme-Machine' nda sunulmuş bildiri,, Bordeaux, France.
- Fleck, S., Simon, G., and Christian Bastien, J. M. (2014). *Aible: An inquiry-based augmented reality environment for teaching astronomical phenomena*. 2014 IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality - Media, Art, Social Science, Humanities and Design'da sunulmuş bildiri, München, Germany.
- Flores-Bascuñana, M., Diago, P. D., Villena-Taranilla, R., & Yáñez, D. F. (2019). On augmented reality for the learning of 3d-geometric contents: A preliminary exploratory study with 6-grade primary students. *Education Sciences*, 10(1), 1-9.
- Fraenkel, R. J., and Wallen, E. N. (2009). *How to Design and Evaluate Research in Education* (7th ed.). San Francisco: McGraw-Hills.

- Gecü-Parmaksız, Z. (2017). *Augmented reality activities for children: A comparative analysis on understanding geometric shapes and improving spatial skills*. Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, Ankara.
- Gezer, B. ve Oruç, Ş. (2020). Sosyal Bilgiler Öğretmenleri Tarafından 5E Modeline Göre Hazırlanan Ders Planlarının İncelenmesi. *Türkiye Eğitim Dergisi*, Cilt 7, Sayı 2, s. 528-561.
- Gigante, M. A. (1993). Virtual reality: definitions, history and applications. *Virtual Reality Systems*, 3-14.
- Gönen, D. D. S., Kocakaya, Y. S., & Kocakaya, F. (2011). Dinamik Konusunda Geçerliliği Ve Güvenilirliği Sağlanmış Bir Başarı Testi Geliştirme Çalışması. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(1), 40-57.
- Grubert, J., Langlotz, T., and Grasset, R. (2011). Augmented reality browser survey. Institute for computer graphics and vision, University of Technology Graz, technical report (1101).
- Gutierrez, J. M., Contero, M., and Alcaniz, M. (2015). Augmented reality to training spatial skills. *Procedia Computer and Science*, 77, 33-39.
- Gülburnu, M. (2013). 8. *Sınıf geometri öğretiminde kullanılan cabri 3d'nin akademik başarıya etkisi ve öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Adıyaman Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adıyaman.
- Gün, E. (2014). *Arttırılmış Gerçeklik Uygulamalarının Öğrencilerin Uzamsal Yeteneklerine Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Gün, E. T., ve Atasoy, B. (2017). Arttırılmış gerçeklik uygulamalarının ilköğretim öğrencilerinin uzamsal yeteneklerine ve akademik başarılarına etkisi. *Eğitim ve Bilim*, 42(191), 31-51.
- Hacıömeroğlu, G. ve Hacıömeroğlu, E.S. (2017). Cinsiyet, uzamsal beceri, mantıksal düşünme becerisi ve çözüm tercihleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(1), 116- 131. <https://doi.org/10.17984/adyuebd.310833> adresinden 02.02.2022 tarihinde erişim sağlanmıştır.

- Hauptman, H. (2010). Enhancement of spatial thinking with Virtual Spaces 1.0. *Computers & Education*, 54(1), 123-135.
- Heil, M., Jansen, P., Quaiser-Pohl, C., and Neuburger, S. (2012). Gender-Specific Effects of Artificially Induced Gender Beliefs in Mental Rotation. *Learning And Individual Differences*, 22(3), 350-353.
- Huang, Y., Li, H., and Fong, R. (2016). Using augmented reality in early art education: A case study in Hong Kong kindergarten. *Early Child Development and Care*, 186(6), 879- 894. doi: 10.1080/03004430.2015.1067888
- Ivanova, M. and Ivanov, G. (2011). Enhancement of learning and teaching in computer graphics through marker augmented reality technology. *International Journal on New Computer Architectures and Their Applications*, 1(1), 176-184.
- İbili, E. (2013). *Geometri dersi için artırılmış gerçeklik materyallerinin geliştirilmesi, uygulanması ve etkisinin değerlendirilmesi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- İbili, E., Resnyansky, D., & Billinghamurst, M. (2019). Applying the technology acceptance model to understand maths teachers' perceptions towards an augmented reality tutoring system. *Education and Information Technologies*, 24(5).
- İbili, E. ve Şahin, Ş. (2013). Artırılmış gerçeklik ile interaktif 3D geometri kitabı yazılımının tasarımı ve geliştirilmesi: ARGE3D. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13(1), 1-8.
- Jansen, P. P., Schmelter, A. A., Quaiser-Pohl, C. C., Neuburger, S. S., and Heil, M. M. (2013). Mental Rotation Performance in Primary School Age Children: Are There Gender Differences in Chronometric Tests? *Cognitive Development*, 28(1), 51-62.
- Jiang, S., Tatar, C., Huang, X., Sung, S. H. and Xie, C. (2021). Augmented reality in science laboratories: Investigating high school students' navigation patterns and their effects on learning performance. *Journal of Educational Computing Research*, 60(3), 777-803.
- J.-C. Gonzato, T. Arcila, and B. Crespın, "Virtual objects on real oceans," GRAPHICON 2008, vol. Russie, Moscou, December 2008.

- Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A., and Haywood, K. (2011). The 2011 horizon report. The New Media Consortium, Austin.
- Johnson, L., Adams, S., and Cummins, M. (2012a). *NMC horizon report: 2012 k-12 edition*. Ausitn, Texas: The New Media Consortium.
- Kaufmann, H., and Schmalstieg, D. (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Computers and Graphics*, 27(3), 339-345. doi: 10.1016/S0097-8493(03)00028-1
- Kan, A. (2011). Ölçme aracı geliştirme. S. Tekindal (Ed.), *Eğitimde ölçme ve değerlendirme* (Sayfa 249-257). Ankara: Pegem Akademi.
- Karadavut, Z. (2021). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının 11. sınıf lise öğrencilerinin dolaşım sistemi konusundaki akademik başarılarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karakaş, M. (2020). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının lise öğrencilerinin akademik başarı, motivasyon ve öz yeterlik düzeylerine etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karal, H., ve Abdüsselam, M. S. (2015). Artırılmış gerçeklik. B. Akkoyunlu, A. İşman, ve F. Odabaşı (Ed.), *Eğitim Teknolojileri Okumaları 2015 içinde* (Sayfa 149–176). Ankara: Ayrıntı.
- 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. Master thesis, Institute for Graduate Studies in Science and Engineering of Boğaziçi University, İstanbul.
- Kaufmann, H. (2003). *Collaborative augmented reality in education*. Imagina 2003'de sunulmuş bildiri, Monte Carlo, Monaco.
- Kaufmann, H. and Schmalstieg, D. (2003). Mathematics and geometry education with collaborative augmented reality. *Computers and Graphics*, 27(3), 339-345.
- Kaur, N., Pathan, R., Khwaja, U., and Murthy, S. (2018). GeoSolvAR: Augmented reality based solution for visualizing 3d solids. *IEEE 18th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, 372–376.

- Kehoe, J. (1995). Basic Item Analysis for Multiple-Choice Tests. (ERIC Servis No. ED398237).
- Kepceoğlu, İ., & Ercan, N. Ö. (2018). Uzamsal Yetenek Belirlemek İçin Hangi Tür Sorular Kullanılmalıdır? Kastamonu Eğitim Dergisi, 26(6), 2189-2201. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.2990>
- Kerawalla, L., Luckin, R., Seljeflot, S., and Woolard, A. (2006). Making it real: Exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality*, 10(3-4), 163–174.
- Kimura, D. (2000). *Sex and cognition*. Cambridge: MIT Press.
- Kirner, T. G., Reis, F. M. V. and Kirner, C. (2012). "Development of an interactive book with Augmented Reality for teaching and learning geometric shapes," 7th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI 2012), 1-6.
- Koçoğlu, E., Akkuş, İ., ve Özhan, U. (2017). Yeni bir öğrenme ortamı olarak artırılmış gerçeklik uygulamalarıyla sosyal bilgiler öğretimi. In *Alternatif Yaklaşımlarla Sosyal Bilgiler Eğitimi* (Vol. 2, sayfa 313-336): PEGEM.
- Kolsch, M., Bane, R., Hollerer, T., and Turk, M. (2006). Multimodal interaction with a wearable augmented reality system. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 26(3), 62-71.
- Korucu, A. T., Gençtürk, T., ve Sezer, C. (2016). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrenci başarı ve tutumlarına etkisi. XVIII. Akademik Bilişim Conference.
- Koyun, A., Budak, H. ve Çankaya, İ. A. (2018). Artırılmış gerçekliğin sanal sınıf ortamlarında kullanılması noktasında öğrenci görüşleri. *Türkiye Bilişim Vakfı Bilgisayar Bilimleri ve Mühendisliği Dergisi*, 11(2), 20-29.
- Kösa, T., and Kaya, H. (2018). Evaluation of the learning environment designed for developing 7th grade students' spatial orientation skills. *Kastamonu Education Journal*, 26(1), 83-92.
- Krevelen, F.W.D and Poelman, R. (2010). A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *The International Journal of Virtual Reality*, 9(2) ,1-20.

- Küçük, S. (2015). *Mobil artırılmış gerçeklikle anatomi öğreniminin tıp öğrencilerinin akademik başarıları ile bilişsel yüklerine etkisi ve öğrencilerin uygulamaya yönelik görüşleri*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Küçük, S., Yilmaz, R. M., and Göktaş, Y. (2014). Augmented reality for learning english: Achievement, attitude and cognitive load levels of students. *Eğitim ve Bilim*, 39(176), 393–404.
- Layona, R., Yulianto, B. and Tunardi, Y. (2018). Web based augmented reality for human body anatomy learning. *Procedia Computer Science*, 135, 457-464.
- Leighton, L. J., and Crompton, H. (2017). Augmented Reality in K-12 Education. In *Mobile Technologies and Augmented Reality in Open Education* (Sayfa 281-290): IGI Global.
- Lin, H. C. K., Chen, M. C., and Chang, C. K. (2015). Assessing the effectiveness of learning solid geometry by using an augmented reality-assisted learning system. *Interactive Learning Environments*, 23(6): 799-810.
- Lodico, M., Spaulding, D., and Voegtler, K. (2010). *Methods in educational research: from theory to practice*.
- Ma, H. L., Wu, D. B., Chen, J. W., & Hsieh, K. J. (2009). *Mitchelmore's Development stages of the Right Rectangular Prisms of Elementary School Students in Taiwan*. In M. Tzekaki, M. Kaldrimidou, & H. Sakonidis (Eds.), *Proceedings of the 33rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4, pp. 57-64). Thessaloniki: PME.
- Maeda, Y., and Yoon, S. (2013). A Meta-Analysis on Gender Differences in Mental Rotation Ability Measured by the Purdue Spatial Visualization Tests: Visualization of Rotations (PSVT:R). *Educational Psychology Review*, 25(1), 69-94.
- Maier, P. H. (1996). *Spatial geometry and spatial ability—How to make solid geometry solid*. In *Selected papers from the Annual Conference of Didactics of Mathematics*, 63-75.
- Márquez, J. O. Á., and Ziegler, J. (2017). Improving the Shopping Experience with an Augmented Reality-Enhanced Shelf. *Mensch und Computer 2017-Workshopband*.

- Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M., and Peire, J. (2011). New technology trends in education: Seven years of forecasts and convergence. *Computers and Education*, 57(3), 1893-1906, DOI: 10.1016/j.compedu.2011.04.003.
- Martin-Gutierrez, J., Luis Saorin, J., Martin-Dorta, N., and Contero, M. (2009). Do video games improve spatial abilities of engineering students? *International Journal of Engineering Education*, 25(6), 1194-1204.
- Matcha, W., and Rambli, D. R. A. (2013). Exploratory study on collaborative interaction through the use of augmented reality in science learning. *Procedia Computer Science*, 25, 144–153.
- McCall, I. (2010). Online enhanced problem-based learning: assessing a blended learning framework. *The Law Teacher*, 44(1), 42-58.
- MEB (2009). İlköğretim matematik dersi 1-5. Sınıflar öğretim proramı, Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- MEB (2013). Ortaöğretim matematik dersi öğretim programı (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar), Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara.
- MEB (2018). Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve Ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar). Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığı, Ankara
- Medicherla, P. S., Chang, G., and Morreale, P. (2010). *Visualization for increased understanding and learning using augmented reality*. International Conference on Multimedia Information Retrieval'da sunulmuş bildiri, New York, NY, USA.
- Mekni, M. and Lemieux, A. (2014). *Augmented reality: applications, challenges and future trends*. Paper presented at the 13th WSEAS International Conference on Applied Computer and Applied Computational Science, Kuala Lumpur.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded Sourcebook*. (2nd ed). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Milgram, P. and Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information Systems*, 77(12), 1321-1329.

- Nazri, N. I. A. M., and Rambli, D. R. A. (2014, June). Current limitations and opportunities in mobile augmented reality applications. In *2014 International Conference on Computer and Information Sciences (ICCOINS)* (Sayfa 1-4). IEEE.
- Nielsen, B. H., Brandt, H. and Swensen, H. (2016). Augmented reality in science education-affordances for student learning. *Nordic Studies in Science Education*, 12(2), 157-174.
- Núñez, M., Quirós, R., Núñez, I., Carda, J. B., Camahort, E. and Mauri, J. L. (2008). *Collaborative augmented reality for inorganic chemistry education*. 5th WSEAS / IASME International Conference on Engineering Education'da sunulmuş bildiri, Heraklion, Greece.
- Olkun, S. ve Altun, A. (2003). İlköğretim Öğrencilerinin Bilgisayar Deneyimleri ile Uzamsal Düşünme ve Geometri Başarıları Arasındaki İlişki. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 2. Web: <http://www.tojet.net/articles/2413.htm> adresinden 23/03/2023 tarihinde erişim sağlanmıştır.
- Omurtak, E. (2019). *Biyoloji dersinde artırılmış gerçeklik uygulamalarının etkililiğinin incelenmesi ve uygulamalara ilişkin öğrenci görüşleri*. Yüksek Lisans Tezi, Karamanoğlu Mehmet Bey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman.
- Özarslan, Y. (2013). *Genişletilmiş gerçeklik ile zenginleştirilmiş öğrenme materyallerinin öğrenen başarısı ve memnuniyeti üzerindeki etkisi*. Doktora Tezi, Anadolı Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Özçakır, B. (2017). *Fostering spatial abilities of seventh graders through augmented reality environment in mathematics education: a design study*. Doktora Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Özdemir, D., ve Özçakır, B. (2019). Kesirlerin öğretiminde artırılmış gerçeklik etkinliklerinin 5. sınıf öğrencilerinin matematik başarılarına ve tutumlarına etkisinin incelenmesi. *Adıyaman Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 9(1), 21-41.
- Özmen, H. (2016). Deneysel Araştırma Yöntemi. In M. Metin (Ed.), *Kuramdan Uygulamaya Eğitimde Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (Sayfa 47-76). Pegem Akademi.
- Öztemel, E. (2018). Eğitimde yeni yönelimlerin değerlendirilmesi ve eğitim 4.0. *Journal of University Research*, 1(1), 25-30.

- Pence, H. E. (2010). Smartphones, smart objects, and augmented reality. *The Reference Librarian*, 52(1-2), 136-145.
- Pittalis, M., & Christou, C. (2010). Types of reasoning in 3D geometry thinking and their relation with spatial abilities. *Educational Studies in Mathematics*, 75(2), 191-212.
- Polkinghorne, D. E. (1989). Phenomenological research methods. İçinde R. S. Valle and S. Halling (Ed.), *Existential-phenomenological perspectives in psychology: exploring the breadth of human experience* (Sayfa 41-60). Plenum Press.
- Pozharina, G. (2019). *The effects of using mobile augmented reality integrated materials on students' motivation and attitude level in efl academic writing classes*. Yüksek Lisans Tezi, Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: a meta-review and cross-media analysis. *Personel and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1533–1543.
- Rafi, A., Samsudin, K. A. and Said, C. S. (2008). Training in spatial visualization: The effects of training method and gender. *Educational Technology and Society*, 11(3), 127-140.
- Rambli, D. R. A., Matcha, W., and Sulaiman, S. (2013). Fun learning with ar alphabet book for preschool children. *Procedia Computer Science*, 25, 211–219.
- Rosenbaum, E., Klopfer, E., and Perry, J. (2006). On location learning: Authentic applied science with networked augmented realities. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 31–45.
- Safhalter, A., Vukman, K. B., and Glodež, S. (2016). The effect of 3D-modeling training on students' spatial reasoning relative to gender and grade. *Journal of Educational Computing Research*, 54(3), 395-406.
- Saidin, F. N., Halim, A. D. N., and Yahaya, N. (2015). A review of research on augmented reality in education: Advantages and Applications. *Canadian Center of Science and Education*, 8(13), 1-8.
- Santos, M. E., Lübke, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Rodrigo, M., Sandor, C., and Kato, H. (2016). Augmented reality as multimedia: The case for situated vocabulary learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 11(4), 1-23.

- Sarı, M. H. (2016). Uzamsal beceri ve uzamsal kaygı arasındaki ilişki: Sınıf öğretmeni adayları üzerine bir araştırma. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(3), 646-658. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.277877> adresinden 02.02.2023 tarihinde erişilmiştir.
- Saundarajan, K., Osman, S., Kumar, J., Daud, M., Abu, M., and Pairan, M. (2020). Learning algebra using augmented reality: A preliminary investigation on the application of photomath for lower secondary education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 15(16), 123-133.
- Schmalstieg, D and Höllerer, T. (2016). Augmented reality. principles and practice. Boston: Addison-Wesley.
- Seçer, İ. (2013). SPSS ve LISREL ile pratik veri analizi: Analiz ve raporlaştırma. Anı Yayıncılık, Ankara.
- Seferoğlu, S. S. (2006). Öğretim teknolojileri ve materyal tasarımı: Pegem Yayıncılık, Ankara.
- Senemoğlu, N. (2012). Gelişim, öğrenme ve öğretim, kuramdan uygulamaya. Ankara: Pegem Yayıncılık, Ankara.
- Serio, D. A., Ibanez, B. M. and Kloos, D. C. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers and Education*, 68, 586-596.
- Sevimli, E. (2009). *Matematik öğretmen adaylarının belirli integral konusundaki temsil tercihlerinin uzamsal yetenek ve akademik başarı bağlamında incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Shavaliar, M. (2004). The effects of CAD-like software on the spatial ability of middle school students. *Journal of Educational Computing Research*, 31(1), 37-49.
- Shelton, B. E., and Hedley, N. R. (2002). Using augmented reality for teaching earth-sun relationships to undergraduate geography students. Augmented Reality Toolkit, The First IEEE International Workshop'da sunulmuş bildiri, Darmstadt, Germany.
- Shelton, B. E., and Stevens, R. (2004). *Using coordination classes to interpret conceptual change in astronomical thinking*. 6th International Conference For The Learning Sciences'da sunulmuş bildiri, Santa Monica, California.

- Sırakaya, M. (2015). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları, kavram yanlışları ve derse katılımlarına etkisi*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Sırakaya, M. ve Seferoğlu, S. S. (2016). Öğrenme ortamlarında yeni bir araç. Bir eğitilence uygulaması olarak artırılmış gerçeklik. İşman, A., Odabaşı, F. Ve Akkoyunlu, B. (Ed). Eğitim teknolojileri okumaları (Sayfa 417-438). TOJET ve Sakarya Üniversitesi, Adapazarı.
- Sin, A. K., and Badioze-Zaman, H. (2009). Tangible interaction in learning astronomy through augmented reality book-based educational tool. *Lecture Notes in Computer Science*, 5857, 302–313.
- Sin, A. K., and Badioze-Zaman, H. (2010). *Live Solar System (LSS): Evaluation of an Augmented Reality book-based educational tool*. 2010 International Symposium on Information Technology'de sunulmuş bildiri, Kuala Lumpur Convention Center, Malaysia.
- Singhal, S., Bagga, S., Goyal, P. and Saxena, V. (2012). Augmented chemistry: interactive education system. *International Journal of Computer Applications*, 49(15), 1-5.
- Somyürek, S. (2014). Öğrenme sürecinde z kuşağının dikkatini çekme: Artırılmış gerçeklik. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 4(1), 63–80.
- Squire, K. D., and Jan, M. (2007). Mad city mystery: Developing scientific argumentation skills with a place-based augmented reality game on handheld computers. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 5–29.
- Stearns, L., DeSouza, V., Yin, J., Findlater, L. and Froehlich, J. E. (2017). Augmented Reality Magnification for Low Vision Users with the Microsoft Hololens and a Finger-Worn Camera.
- Steen, K., Brooks, D., & Lyon, T. (2006). The Impact of Virtual Manipulatives on First Grade Geometry Instruction and Learning. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 25(4), 373–391.
- Subrahmanyam, K. and Greenfield, P.M. (1996). Effects of video game practice on spatial skills in girls and boys. In P.

- Sumadio, D., Rambli, D., (2010). Preliminary evaluation on user acceptance of the augmented reality use for Education, Second international conference on computer engineering and applications, Bali Island.
- Sundara, O. (2012). *The sword of damocles (virtual reality)*. London: Sevr
- Swaminathan, R., Schleicher, R., Burkard, S., Agurto, R., and Koleczko, S. (2013). Happy measure: augmented reality for mobile virtual furnishing. *International Journal of Mobile Human Computer Interaction (IJMHCI)*, 5(1), 16-44.
- Tan, Ş., Erdoğan, A., ve Kayabaşı, Y. (2003). Öğretimi Planlama ve Değerlendirme (4. Baskı), Anı Yayıncılık, Ankara.
- Taşkıran, A., Koral, E., ve Bozkurt, A. (2015). Artırılmış gerçeklik uygulamasının yabancı dil eğitiminde kullanılması. Akademik Bilişim 15'de sunulmuş bildiri, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Tomi, A. Bin, and Rambli, D. R. A. (2013). An interactive mobile augmented reality magical playbook: Learning number with the thirsty crow. *Procedia Computer Science*, 25, 123–130.
- Topraklıkoğlu, K. (2018). *Üç boyutlu modellemenin kullanıldığı artırılmış gerçeklik etkinlikleri ile geometri öğretimi*. Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Tracy, D. M., (1990). Toy Playing Behaviour, Sex Role Orientation, Spatial Ability and Science Achievement. *Journal for Research in Science Teaching*, 27, 637–649.
- Turğut, M. (2007). *İlköğretim II. kademedeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Turğut, M. F., ve Baykul, Y. (2014). Eğitimde ölçme ve değerlendirme (6.baskı). Ankara: Pegem Akademi.
- Turğut, M. ve Yenilmez, K. (2012). Matematik öğretmen adaylarının uzamsal görselleştirme becerileri. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 243–252.
- Turğut, M. ve Yılmaz, S. (2012). İlköğretim 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (19), 69-79.

- Ürey, M., ve Çepni, S. (2015). Fen Temelli ve Disiplinlerarası Okul Bahçesi Programının Öğrencilerin Fen ve Teknoloji Dersine Yönelik Tutumları Üzerine Etkisinin Farklı Değişkenler Açısından Değerlendirilmesi. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education Faculty*, 33(2), 537-548. <https://doi.org/10.7822/omuefd.33.2.14>
- Van Krevelen, D. W. F., and Poelman, R. (2010). A survey of augmented reality technologies, applications and limitations. *International Journal of Virtual Reality*, 9(2), 1.
- Voyer, D. (1996). The Relations Between Mathematical Achievement and Gender Differences in Spatial Abilities: A Suppression Effect. *Journal of Educational Psychology*, 88(3), 563-571.
- Vyas, D. (2015). Increasing student engagement using augmented reality. *The Journal of Educational Innovation, Partnership and Change*, 1(2).
- Walczak, K., Wojciechowski, R., and Cellary, W. (2006). Dynamic interactive VR network services for education. Proceedings of ACM symposium on virtual reality software and technology (VRST 2006), 277–286.
- Widyasari, N. and Mastura, L. I. (2019). Augmented reality: enchancing Van Hiele's geometry thinking in level 0 and 1. *EduMa: Mathematics Education Learning and Teaching*, 8(2).
- Williams, Z. D. (2016). *Industrial technology trends: Industry 4.0 related patents have grown by 12x in 5 years*. <https://iot-analytics.com/industrial-technology-trends-industry-40-patents-12x/> adresinden 12/02/2023 tarihinde erişim sağlanmıştır.
- Wojciechowski, R. and Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers and Education*, 68, 570–585.
- Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., and Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers and Education*, 62, 41-49. <https://doi.org/10.1016/j.compedu> adresinden 24/10/2022 tarihinde erişim sağlanmıştır.
- Xiaowei Kang and Wen Zhang (2023). An experimental case study on forum-based online teaching to improve student's engagement and motivation in higher education, *Interactive Learning Environments*, 31:2, 1029-1040, DOI: 10.1080/10494820.2020.1817758

- Yanuarto, W. N., and Iqbal, A. M. (2022). The augmented reality learning media to improve mathematical spatial ability in geometry concept. *Edumatica: Jurnal Pendidikan Matematika*, 12(01), 30-40.
- Yazan, B. (2015). Three approaches to case study methods in education: Yin, Merriam, and Stake. *The Qualitative Report*, 20 (2), 134–152. <http://nsuworks.nova.edu/tqr/vol20/iss2/12> adresinden 19/05/2023 tarihinde erişim sağlanmıştır.
- Yen, J.-C., Tsai, C.-H., and Wu, M. (2013). Augmented reality in the higher education: Students' science concept learning and academic achievement in astronomy. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 103, 165-173.
- Yetişir, H. (2019). *Mobil cihazlarla artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarı, tutum ve kalıcılığına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2008). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri*. Seçkin Yayıncılık, Ankara.
- Yıldız, B. (2009). *Üç-boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme becerilerine etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldız, B. ve Tüzün, H. (2011). *Üç boyutlu sanal ortam ve somut materyal kullanımının uzamsal yeteneğe etkileri*. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 41, 498-508.
- Yin, R. K. (2018). *Case study research and applications design and methods* (6. baskı).
- Yolagiden, C. Ve Varinlioğlu, S. (2022). Karma araştırma yönteminde geçerlik ve güvenirlik. O. Bektaş ve M. Karaca (Ed.), *Pragmatizmden uygulamaya karma araştırma yöntemi içinde* (1. Baskı s. 145-182). Nobel Yayıncılık.
- 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.

- Zarzuela, M. M., Pernas, F. J. D., Martínez, L. B., Ortega, D. G., and Rodríguez, M. A. (2013). Mobile serious game using augmented reality for supporting children's learning about animals. *Procedia Computer Science*, 25, 375–381.
- Zhou, F., Duh, H.-L., and Billinghurst, M. (2008, September). Trends in augmented reality traching, interaction and display: A review of ten years of ISMAR. Paper presented at the IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality, Cambridge.
- Zhu, W., Owen, C. B., Li, H., and Lee, J. H. (2004). Personalized in-store e-commerce with the promopad: an augmented reality shopping assistant. *Electronic Journal for E-commerce Tools and Applications*, 1(3), 1-19.



## **EKLER**



## EK 1. Etik Kurul Onayı



T.C.  
NEVŞEHİR HACI BEKTAŞ VELİ ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ  
Bilimsel Araştırmalar ve Yayın Etik Kurulu

TOPLANTI SAYISI  
3

KARAR SAYISI  
2023.03.84.

TOPLANTI TARİHİ  
27.03.2023

**Ankara Gazi Üniversitesi Doktora Programı öğrencisi aynı zamanda üniversitemizde öğretim elemanı olarak görev yapmakta olan Arş. Gör. Hasan ÇOKÇALIŞKAN'ın "Artırılmış Gerçeklik Uygulamalı Ders Tasarımının Öğrencilerin Uzamsal Yetenekleri Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi" isimli doktora tezi hakkında alınan 22.03.2023 tarih ve 2300022357 sayılı başvuru dosyasının görüşülmesi.**

**2023.03.84.** Ankara Gazi Üniversitesi Doktora Programı öğrencisi aynı zamanda üniversitemizde öğretim elemanı olarak görev yapmakta olan Arş. Gör. Hasan ÇOKÇALIŞKAN'ın "Artırılmış Gerçeklik Uygulamalı Ders Tasarımının Öğrencilerin Uzamsal Yetenekleri Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi" isimli doktora tezi hakkında alınan 22.03.2023 tarih ve 2300022357 sayılı başvuru dosyası görüşüldü.

Yapılan görüşmeler sonucunda, aşağıdaki tabloda isimleri belirtilen araştırmacılar tarafından hazırlanan “*Artırılmış Gerçeklik Uygulamalı Ders Tasarımının Öğrencilerin Uzamsal Yetenekleri Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi*” isimli doktora tezi ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, projenin gerçekleştirilmesinde etik sakınca bulunmadığına kurulumuz üyeleri tarafından oy birliği ile karar verilmiştir.

| YÜRÜTÜCÜ              | ARAŞTIRMACI/UZMAN                     |
|-----------------------|---------------------------------------|
| Prof. Dr. Yüksel DEDE | Arş. Gör. Hasan ÇOKÇALIŞKAN (Öğrenci) |

***\*Prof. Dr. Suzan ÇOBAN Toplantıya Katılmadı.***

Prof. Dr. Mutluhan AKIN  
Kurul Başkanı

Prof. Dr. Fatih ÖZDEMİR  
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Merter Rahmi  
TELKENAROĞLU  
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Lütfi BUYRUK  
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Ensar ÇETİN  
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Zübeyde  
KUMBIÇAK  
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Sezer SORGUN  
Kurul Üyesi

Prof. Dr. Muhammet Şevki  
AYDIN  
Kurul Üyesi

Bu belge elektronik imza ile imzalanmıştır

Kep Adresi: [nevsehiruniversitesi@hs01.kep.tr](mailto:nevsehiruniversitesi@hs01.kep.tr)

## EK 2. Milli Eğitim Müdürlüğü Uygulama İzni



T.C.  
NEVŞEHİR VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : E-74212857-605.01-80000101  
Konu : Araştırma İzni (Arş. Gör. Hasan  
ÇOKÇALIŞKAN)

18/07/2023

VALİLİK MAKAMINA

İlgi : Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Rektörlüğü Personel Daire Başkanlığının E-45210761  
-200- 2300045224 sayılı ve 12.07.2023 tarihli yazısı

Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Eğitim Fakültesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü kadrosunda olup, İstatistik Danışmanlık Destek Ofisinde görev yapmakta olan Arş. Gör. Hasan ÇOKÇALIŞKAN'ın, Doktora Tez Uygulaması için yapacağı "Artırılmış Gerçeklik Uygulamalı Ders Tasarımının Öğrencilerin Uzamsal Yetenekleri Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi" başlıklı çalışması kapsamında yer alan ölçeklerin kurumumuza bağlı resmi ve özel ortaokullarda uygulanmasında Müdürlüğümüzce bir sakınca görülmemektedir.

Makamlarınızca da uygun görülmesi halinde olurlarınıza arz ederim.

Memet POLAT  
Millî Eğitim Müdürü

EK :  
- Yazı ve Ekleri (14 Sayfa)  
- Komisyon Tutanağı

OLUR  
Kübra KARAALİOĞLU  
Vali a.  
Vali Yardımcısı

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır

### EK 3. Veli Onam Formu

#### ÖĞRENCİ VELİSİ BİLGİLENDİRME VE İZİN FORMU

Sayın Veli;

Çocuğunuzun katılacağı bu çalışma, “ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMALI DERS TASARIMININ ÖĞRENCİLERİN UZAMSAL YETENEKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ” adıyla, Ağustos-Eylül-Ekim 2023 tarihleri arasında yapılacak bir araştırma uygulamasıdır.

Araştırmanın Hedefi: Artırılmış gerçeklik uygulamaları içeren 4 haftalık, her hafta 1 ders saati yapılacak uygulamanın öğrencilerin uzamsal yeteneklerine olan etkisini incelemektir. Yine literatürde eksikliği gözlemlenen Uzamsal Yetenek Başarı Testlerine güncel bir test kazandırmak ve bu test için gerekli pilot uygulamaları yapmaktır.

Araştırma Uygulaması: Test / Görüşme / Gözlem şeklindedir.

Araştırma T.C. Milli Eğitim Bakanlığı’nın ve okul yönetiminin de izni ile gerçekleşmektedir. Araştırma uygulamasına katılım tamamıyla gönüllülük esasına dayalı olmaktadır. Çocuğunuz çalışmaya katılıp katılmamakta özgürdür. Araştırma çocuğunuz için herhangi bir istenmeyen etki ya da risk taşımamaktadır. Çocuğunuzun katılımı **tamamen sizin isteğinize bağlıdır**, reddedebilir ya da herhangi bir aşamasında ayrılabilirsiniz. Araştırmaya katılmamama veya araştırmadan ayrılma durumunda öğrencilerin akademik başarıları, okul ve öğretmenleriyle olan ilişkileri etkilemeyecektir.

Çalışmada öğrencilerden kimlik belirleyici hiçbir bilgi istenmemektedir. Cevaplar tamamıyla gizli tutulacak ve sadece araştırmacılar tarafından değerlendirilecektir.

Uygulamalar, genel olarak kişisel rahatsızlık verecek sorular ve durumlar içermemektedir. Ancak, katılım sırasında sorulardan ya da herhangi başka bir nedenden çocuğunuz kendisini rahatsız hissederse cevaplama işini yarıda bırakıp çıkmakta özgürdür. Bu durumda rahatsızlığın giderilmesi için gereken yardım sağlanacaktır. Çocuğunuz çalışmaya katıldıktan sonra istediği an vazgeçebilir. Böyle bir durumda veri toplama aracını uygulayan kişiye, çalışmayı tamamlamayacağını söylemesi yeterli olacaktır. Anket çalışmasına katılmamak ya da katıldıktan sonra vazgeçmek çocuğunuza hiçbir sorumluluk getirmeyecektir.

Onay vermeden önce sormak istediğiniz herhangi bir konu varsa sormaktan çekinmeyiniz. Çalışma bittikten sonra bizlere telefon veya e-posta ile ulaşarak soru sorabilir, sonuçlar hakkında bilgi isteyebilirsiniz. Saygılarımızla,

Araştırmacı : Arş. Gör. Hasan ÇOKÇALIŞKAN

İletişim bilgileri :

*Velisi bulunduğum ..... sınıfı ..... numaralı öğrencisi .....*

*.....’in yukarıda açıklanan araştırmaya katılmasına izin veriyorum.* (Lütfen formu imzaladıktan sonra çocuğunuzla okula geri gönderiniz\*).

...../...../2023

İsim-Soyisim İmza:

Veli Adı-Soyadı:

Telefon Numarası:

#### EK 4. Uzamsal Yetenek Testi

### ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK UYGULAMALI DERS TASARIMININ ÖĞRENCİLERİN UZAMSAL YETENEKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ UZAMSAL YETENEK TESTİ

#### AÇIKLAMA

Bu testin amacı; uzamsal yetenek ile ilgili seviyenizi ölçmeye çalışmaktır. Bu doğrultuda oluşturulmuş 25 soruluk başarı testine vereceğiniz cevaplar analiz edilecek ve testten aldığınız puanlar elde edilecektir.

Bu test sizin başarınızı veya zekânınızı ölçmek amacıyla YAPILMAMIŞTIR. Lütfen soruları dikkatli bir şekilde okuyunuz ve doğru olduğunu düşündüğünüz seçeneği işaretleyiniz. Vereceğiniz yanıtlar araştırma amacıyla kullanacak ve verdiğiniz bilgiler gizli tutulacaktır.

Katılımınız İçin Teşekkür Ederim...

Arş. Gör. Hasan ÇOKÇALIŞKAN  
Gazi Üniversitesi Matematik Eğitimi  
Doktora Öğrencisi

## KİŞİSEL BİLGİLER

1. Cinsiyetiniz:                      Erkek ( )                      Kız ( )

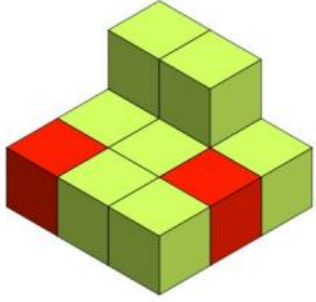
2. Günlük hayatta hangi elinizi daha çok kullanırsınız?                      Sağ ( )                      Sol ( )



SÜRE 40 DAKİKADIR.

BAŞARILAR...

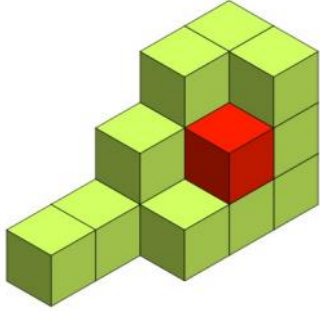
1.



Yandaki verilen şekil kırmızı ve yeşil renkteki birim küplerden oluşturulmuştur. Şekilde en fazla kaç kırmızı birim küp olabileceğini tahmin ediniz?

- A) 2
- B) 3
- C) 4
- D) 5

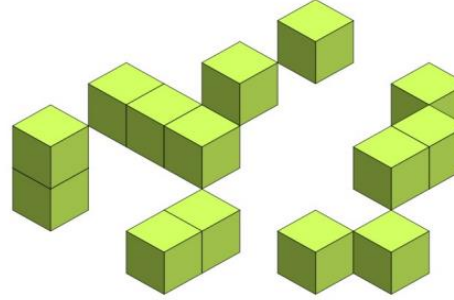
2.



Yandaki verilen şekil yeşil ve kırmızı renkte birim küplerden oluşturulmuştur. Şekilde toplam 1 adet kırmızı birim küp olduğu bilindiğine göre, kırmızı küpün temaslı olduğu yeşil birim küp sayısı kaçtır?

- A) 1
- B) 2
- C) 3
- D) 4

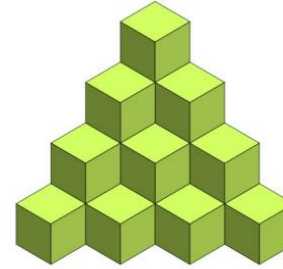
3.



Yalnızca yandaki şekilde verilen birim küpler kullanılarak en büyük hacimli bir küp elde etmek istenirse kaç adet birim küp artar? (Şekilleri birim küplere ayırarak işlem yapmanız istenmektedir.)

- A) 12
- B) 10
- C) 8
- D) 6

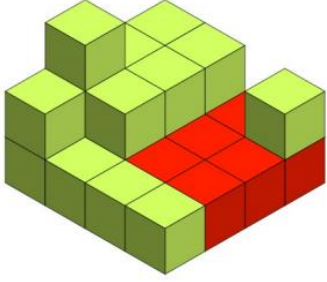
4.



Yandaki verilen şekil birim küplerden oluşturulmuştur. Şekli tam bir küp haline getirebilmek için en az kaç adet daha birim küpe ihtiyaç vardır?

- A) 32
- B) 44
- C) 52
- D) 64

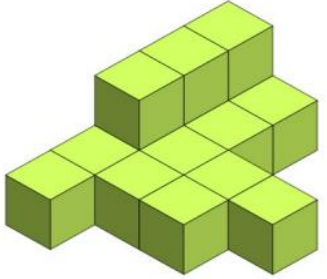
5.



Yandaki verilen şekil kırmızı ve yeşil renkteki birim küplerden oluşturulmuştur. Şekilde en fazla kaç kırmızı birim küp olabileceğini tahmin ediniz?

- A) 6
- B) 9
- C) 12
- D) 13

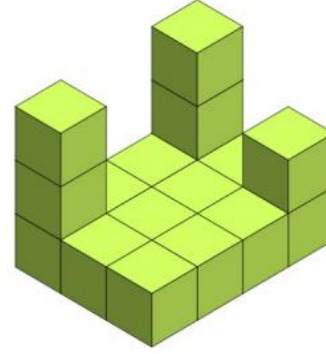
6.



Yandaki verilen şekil birim küplerden oluşturulmuştur ve şekil bir bütün halindedir. Şekle bu haliyle (çevirmeden) bakıldığında yalnızca 2 yüzü görünen birim küp sayısı kaçtır?

- A) 5
- B) 6
- C) 7
- D) 8

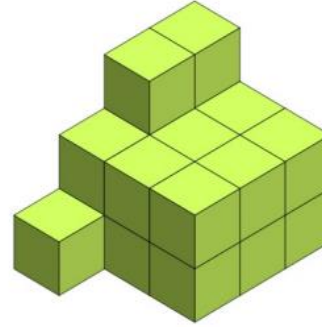
7.



Yandaki verilen şekil birim küplerden oluşturulmuştur ve şekil bir bütün halindedir. Şekle bu haliyle (çevirmeden) bakıldığında yalnızca 2 yüzü görünen birim küp sayısı kaçtır?

- A) 3
- B) 5
- C) 8
- D) 11

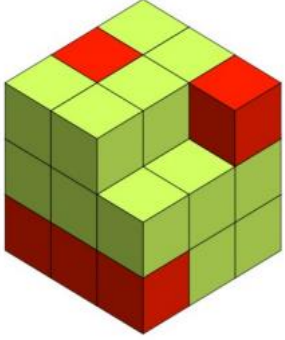
8.



Yandaki verilen şekil birim küplerden oluşturulmuştur ve şekil bir bütün halindedir. Şekle bu haliyle (çevirmeden) bakıldığında hiçbir yüzü görünmeyen birim küp sayısı kaçtır?

- A) 5
- B) 6
- C) 7
- D) 8

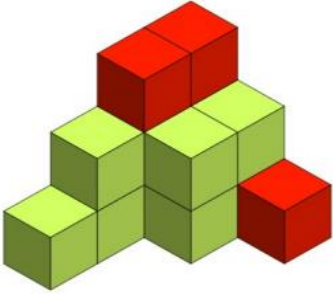
9.



Yandaki verilen şekil yeşil ve kırmızı renkte birim küplerden oluşturulmuştur. Şekilde toplam 5 adet kırmızı birim küp olduğu bilindiğine göre, kırmızı küplerin temaslı olduğu yeşil birim küp sayısı kaçtır?

- A) 8
- B) 10
- C) 12
- D) 14

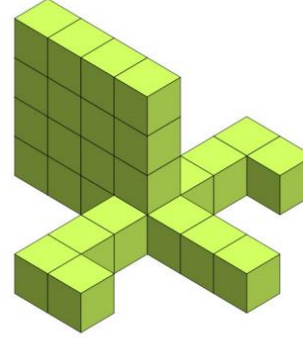
10.



Yandaki verilen şekil birim küplerden oluşturulmuştur. Şekilde kırmızı birim küp sayısı en fazla kaç olabilir?

- A) 5
- B) 6
- C) 7
- D) 8

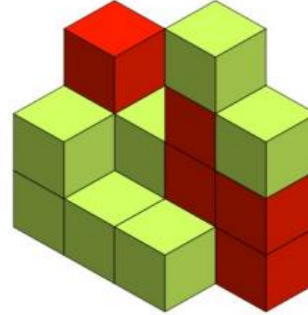
11.



Yandaki verilen şekil birim küplerden oluşturulmuştur. Şekli tam bir küp haline getirebilmek için en az kaç adet daha birim küpe ihtiyaç vardır? (Şekilleri birim küplere ayırarak işlem yapmanız istenmektedir.)

- A) 0
- B) 11
- C) 19
- D) 27

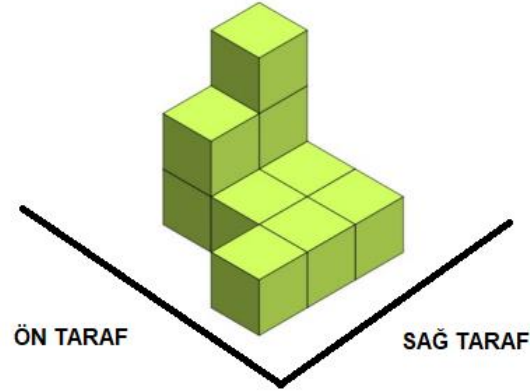
12.



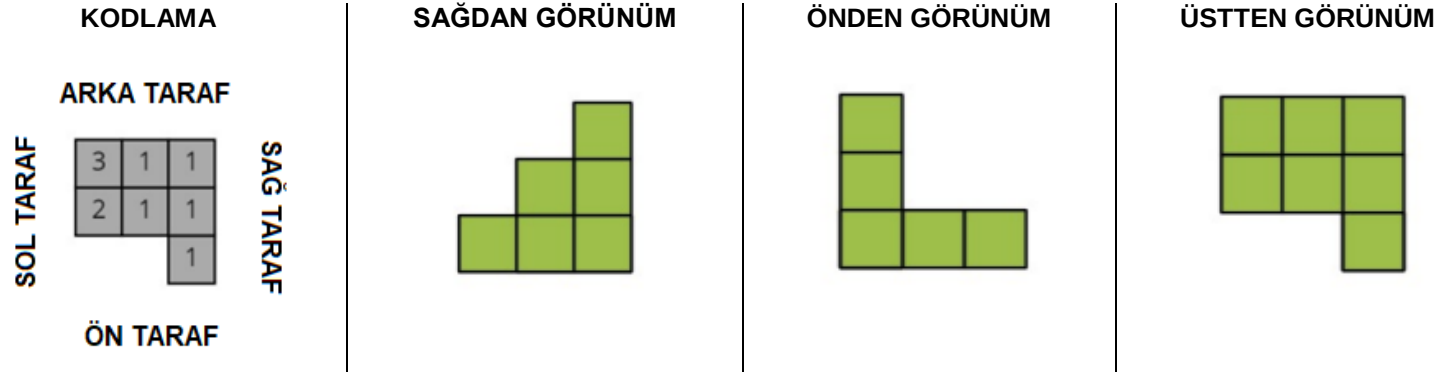
Yandaki verilen şekil birim küplerden oluşturulmuştur. Şekilde kırmızı birim küp sayısı en fazla kaç olabilir?

- A) 8
- B) 9
- C) 10
- D) 11

**ÖRNEK SORU:**

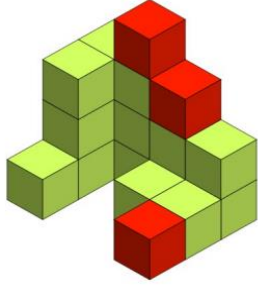


Yukardaki şekil birim küplerden oluşturulmuştur. Şeklin kodlaması: her kutucuğun içindeki sayılar üst üste kaç adet küp olduğunu gösterecek şekildedir. Ayrıca şeklin sağdan, önden ve üstten görünümü de aşağıda verilmiştir.



(13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 ve 20. soruları bu örnek soruyu dikkate alarak cevaplayınız)

13.



Yandaki verilen şekil birim küplerden oluşturulmuştur. Verilen şekilde kırmızı birim küpler çıkartılırsa yeni oluşan şeklin kodlaması aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

A)

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 3 | 4 | 3 | 2 |
| 3 |   | 1 | 1 |
| 1 |   |   | 1 |

B)

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 3 | 4 | 2 | 1 |
| 3 |   | 1 | 1 |
| 1 |   |   | 1 |

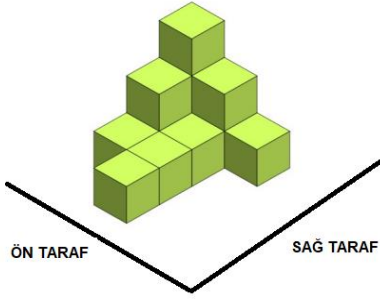
C)

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 3 | 3 | 2 | 2 |
| 3 |   | 1 | 1 |
| 1 |   |   |   |

D)

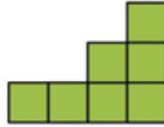
|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 3 | 3 | 2 | 3 |
| 3 |   | 1 | 1 |
| 1 |   |   | 1 |

14.

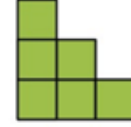


Yandaki verilen şekil birim küplerden oluşturulmuştur. Verilen şeklin ön taraftan görüntüsü aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

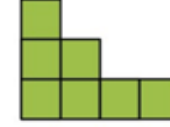
A)



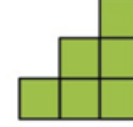
B)



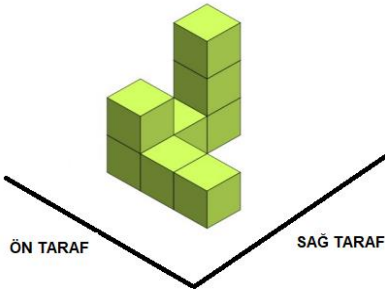
C)



D)

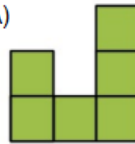


15.

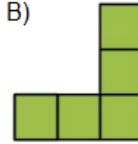


Yandaki verilen şekil birim küplerden oluşturulmuştur. Verilen şeklin sağ taraftan görüntüsü aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

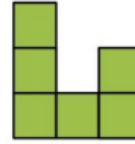
A)



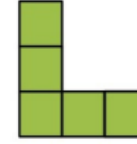
B)



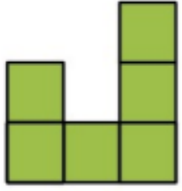
C)



D)

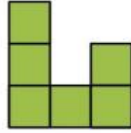


16.

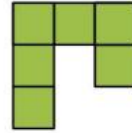


Birim küplerden oluşturulmuş bir şeklin, sağ taraftan görüntüsü yanda verilmiştir. Birim küplerden oluşturulmuş bu şeklin sol taraftan görüntüsü aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

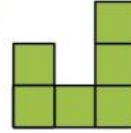
A)



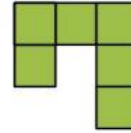
B)



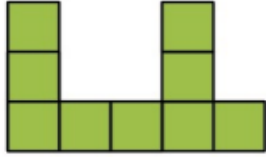
C)



D)

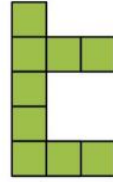


17.



Birim küplerden oluşturulmuş bir şeklin, ön taraftan görüntüsü yanda verilmiştir. Birim küplerden oluşturulmuş bu şeklin arka taraftan görüntüsü aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

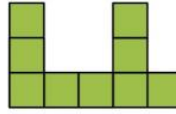
A)



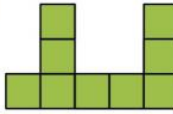
B)



C)



D)



18.

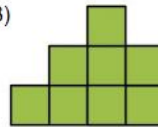
|     |  |      |   |  |     |
|-----|--|------|---|--|-----|
|     |  | ARKA |   |  |     |
| SOL |  | 2    | 2 |  | SAĞ |
|     |  | 3    | 1 |  |     |
|     |  | 2    |   |  |     |
|     |  | 1    |   |  |     |
|     |  | ÖN   |   |  |     |

Birim küplerden oluşturulmuş bir şeklin, kodlanmış hali yanda verilmiştir. Birim küplerden oluşturulmuş bu şeklin sağ taraftan görüntüsü aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

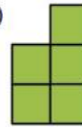
A)



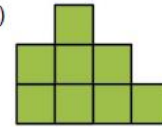
B)



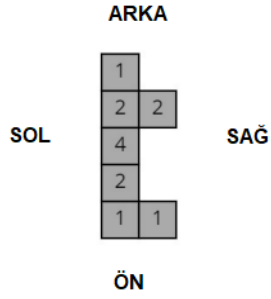
C)



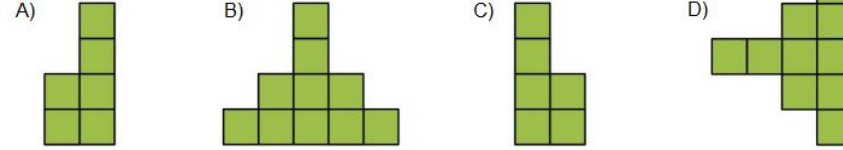
D)



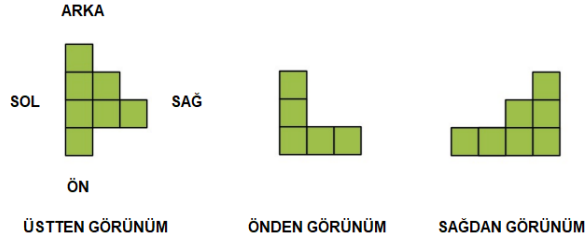
19.



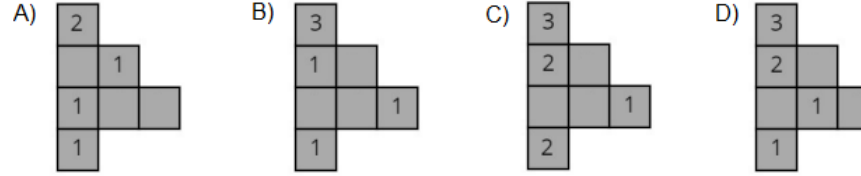
Birim küplerden oluşturulmuş bir şeklin, kodlanmış hali yanda verilmiştir. Birim küplerden oluşturulmuş bu şeklin ön taraftan görüntüsü aşağıdakilerden hangisi gibi olur?



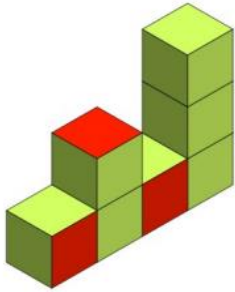
20.



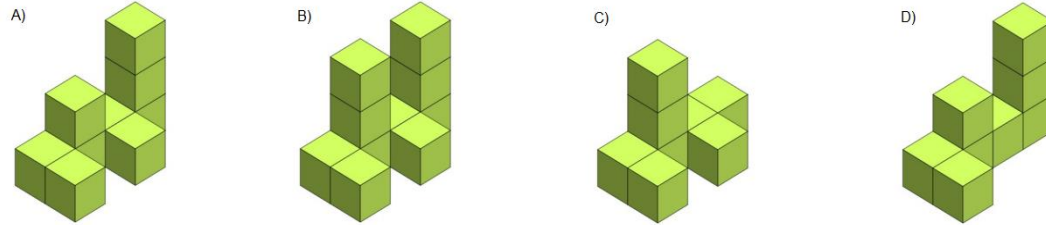
Birim küplerden oluşturulmuş bir şeklin, üstten, önden ve sağdan görünümü yanda verilmiştir. Birim küplerden oluşturulmuş bu şeklin kodlanmış hali aşağıdakilerden hangisi gibi olur?



21.

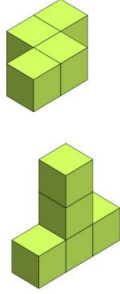


Birim küplerden oluşturulmuş yandaki şeklin kırmızı boyalı yüzeylerine birer adet küp eklenirse oluşan yeni şekil aşağıdakilerden hangisi gibi olur?

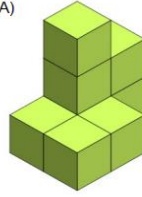


22.

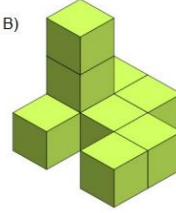
Yanda birim küplerden oluşturulmuş ayrılmaz tek parça şekiller verilmiştir. Bu şekillerin birleştirilmesiyle elde edilecek yeni şekil aşağıdakilerden hangisi gibi olabilir?



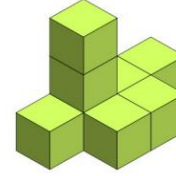
A)



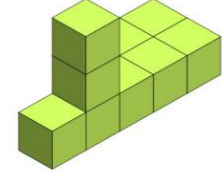
B)



C)

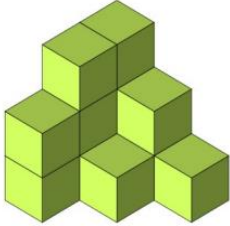


D)

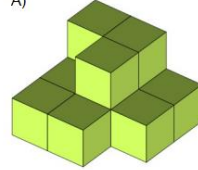


23.

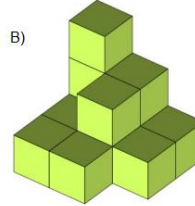
Yanda birim küplerden oluşturulmuş şekil verilmiştir. Bu şeklin başka bir taraftan görüntüsü aşağıdakilerden hangisi gibi olabilir?



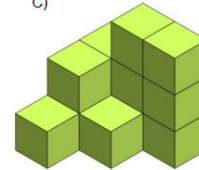
A)



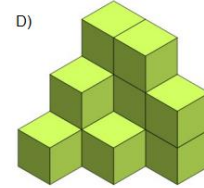
B)



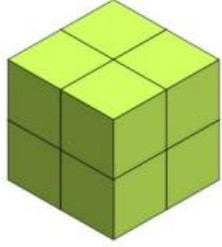
C)



D)



24.



X



Y



Z



T

Yukarıda birim küplerden oluşturulmuş ayrılmaz tek parça şekiller verilmiştir. Birim küpler ile oluşturulmuş yukarıdaki şekillerin hangi üçü kullanılarak yandaki küp oluşturulabilir?

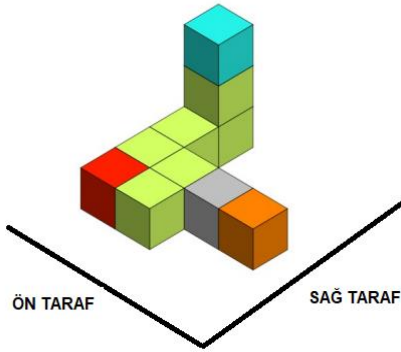
A) X, Y, Z

C) X, Z, T

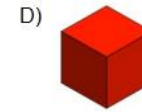
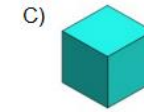
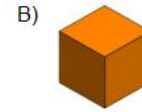
B) Y, Z, T

D) X, Y, T

25.



Yanda birim küplerden oluşturulmuş şekil verilmiştir. Aşağıdaki renkli küplerden hangisi oluşturulan bu şekilden çıkartılırsa şeklin önden görüntüsü değişmez?



**TEST BİTTİ CEVAPLARINIZI KONTROL EDİNİZ.**

## **EK 5. Yarı-yapılandırılmış Görüşme Formu**

### **ARTIRILMIŞ GERÇEKLIK UYGULAMALI DERS TASARIMININ ÖĞRENCİLERİN UZAMSAL YETENEKLERİ ÜZERİNDEKİ ETKİLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Kod Adı:**

**Cinsiyet:**

**Uzamsal Yetenek Düzeyi Grubu:**

#### **GİRİŞ**

Merhaba, benim adım Hasan ÇOKÇALIŞKAN. Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi Matematik Eğitimi Ana Bilim Dalında Araştırma Görevlisi olarak çalışmaktayım. Artırılmış gerçeklik uygulamaları ile işlenen dersin uzamsal yeteneğinize etkisinin olup olmadığını belirlemek amacıyla bu çalışmayı yapmaktayım. Bu araştırma için sizlerle görüşme yapmayı planlamaktayım. Sizlerle görüşme yapmak istememin nedeni Artırılmış Gerçeklik Uygulamaları ile işlenen derslerin Uzamsal Yeteneğinize olan etkisine yönelik görüş ve önerilerinizi benimle paylaşmanızı sağlamaktır. Bu görüşmenin amacı bilginizi ölçmek değil, düşünce ve deneyimlerinizi öğrenmektir. Bu doğrultuda sorulan sorulara samimi, içten ve dürüst cevaplar vermeniz çalışma için büyük önem taşımaktadır. Görüşme sürecinde sizden elde ettiğim veriler ve kişisel bilgiler yalnızca bilimsel amaçlı kullanılacak ve tamamen gizli tutularak, hiç kimse (3. kişiler) ile kesinlikle paylaşılmayacaktır.

Arş. Gör. Hasan ÇOKÇALIŞKAN

## SORULAR

### **TEKNOLOJİK BİLGİ SAHİPLİĞİ**

1. Artırılmış gerçeklik kavramını artırılmış gerçeklik eğitiminden önce duymuş muydunuz? Lütfen açıklayınız.
2. Sanal gerçeklik kavramını artırılmış gerçeklik eğitiminden önce duymuş muydunuz? Lütfen açıklayınız.

### **AG EĞİTİMİ HAKKINDA**

3. Artırılmış gerçeklik eğitimi ile ilgili olumlu görüşleriniz nelerdir?
4. Artırılmış gerçeklik eğitimi ile ilgili olumsuz görüşleriniz nelerdir?
5. Artırılmış gerçeklik eğitimi sırasında zorlandığınız yerler oldu mu? Sizce bu zorluklar neden kaynaklanmış olabilir?
6. Artırılmış gerçeklik eğitiminin “cisimlerin farklı yönlerden görünümüleri” konusunun öğrenimi sırasında size fayda sağladığını düşünüyor musunuz? Neden?
7. Artırılmış gerçeklik eğitimi, öğrenme sürecinizi ve öğrenme hızınızı nasıl etkiledi?
8. Artırılmış gerçeklik eğitimi sırasında QR kodu kullanmanız sizin öğrenme sürecinize katkı sağladı mı? Nasıl?
9. Matematik dersinde öğreneceğiniz diğer konuların da artırılmış gerçeklik eğitime benzer şekilde QR kodlar kullanılarak öğretilmesini ister miydiniz? Neden?
10. Artırılmış gerçeklik eğitimi ile ilgili değiştirilmesi gereken yerlerin olduğunu düşünüyor musunuz? Neden?

### **UZAMSAL YETENEK ETKİSİ HAKKINDA**

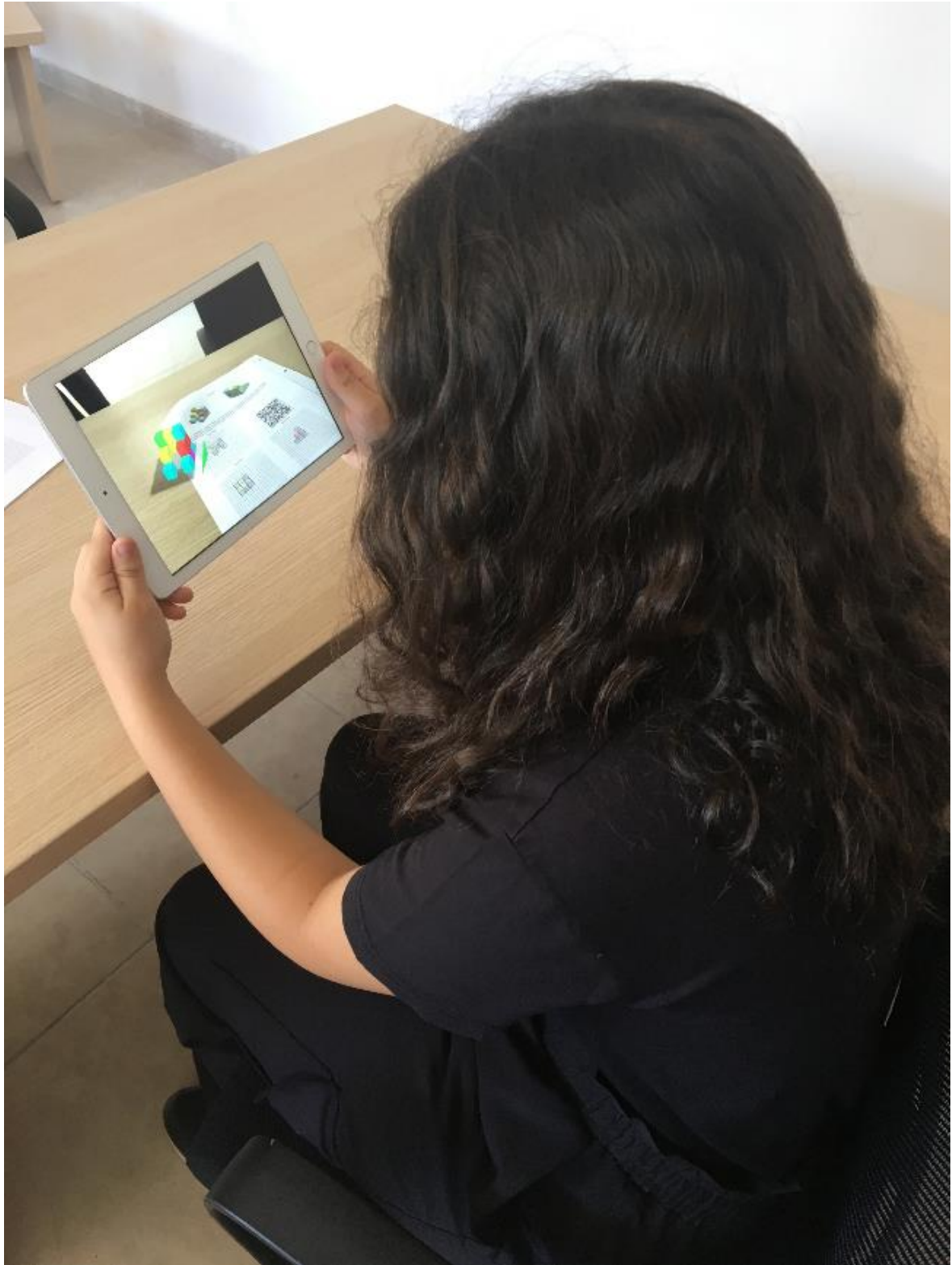
11. Artırılmış gerçeklik eğitiminin uzamsal yeteneğinizi geliştirmeye nasıl bir etkisinin olduğunu düşünüyorsunuz? Neden?
12. Artırılmış gerçeklik eğitimi ile cisimlerin farklı yönlerden görünümüleri ünitesini öğrendiğinizi düşünüyor musunuz? Neden?
13. Artırılmış gerçeklik eğitimi sayesinde öğrendiklerinizin sizde kalıcı olduğunu düşünüyor musunuz? Neden?

## EK 6. Eğitim Ortamına Ait Resimler



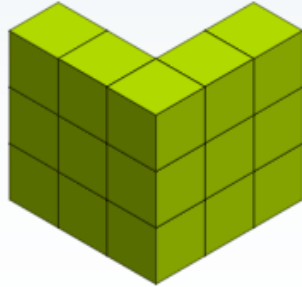






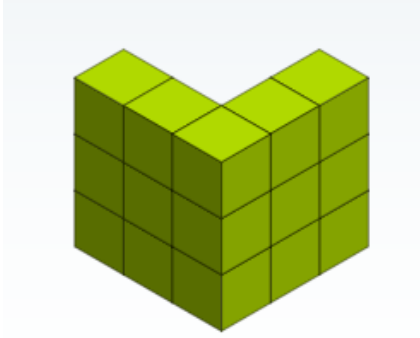


## EK 7. Ders Planları

| 7. SINIF MATEMATİK DERS PLANI (1. HAFTA)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>ÖĞRENME ALANI:</b> GEOMETRİ VE ÖLÇME                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |
| <b>ÜNİTE ADI:</b> CİSİMLERİN FARKLI YÖNLERDEN GÖRÜNÜMLERİ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 |
| <b>SÜRE:</b> 80 DK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                 |
| <b>KAZANIM:</b><br>M.7.3.4. Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri<br>M.7.3.4.1. Üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görünümünü çizer.<br>a) Eş küplerden oluşturulmuş yapılar ve bilinen geometrik cisimler kullanılır. Çizim için uygun kareli kâğıtlar kullanılır. Yapıların farklı yönlerden görünümünün ilişkilendirilmesi istenir (ön-arka ve sağ-sol görüntülerinin simetrik olması gibi).<br>b) Uygun bilgi ve iletişim teknolojileriyle etkileşimli çalışmalara yer verilebilir. |                                 |
| <b>ARAÇ- GEREÇ:</b> Akıllı tahta, ders kitabı, tablet veya telefon, AG uygulama aracı                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                 |
| <b>KULLANILAN YÖNTEM VE TEKNİKLER:</b> İletişim, Tartışma, İlişkilendirme, Anlatım, İnceleme, Akıl Yürütme, Beyin Fırtınası                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                 |
| <b>DEĞERLER VE BECERİLER:</b> Yapıların farklı yönlerden görünümünün ilişkilendirilmesi, uzamsal yeteneğin geliştirilmesi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 |
| ÖĞRENME SÜRECİ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                 |
| <b>SÜRE:15 DK</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | <b>1. DİKKAT ÇEKME (ENGAGE)</b> |
| Dikkat çekme: Öğretmen sınıfa girip öğrencileri selamladıktan sonra tahtaya şekli açar.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                 |
| Öğrencilere sırası ile şu sorular sorulur:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                 |
| Şekilde sizce kaç birim küp bulunmaktadır? Diyerek öğrencilerin ilgisini çekmeye çalışır.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 |
| Şeklin görünmeyen tarafında sizce kaç küp daha olabilir?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                 |
| Bu şekilde en çok ve en az kaç küp olabileceğini kim söylemek ister?                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                 |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                 |

**SÜRE:15 DK**

**2. KEŞFETME (EXPLORE)**



AG uygulaması ile öğrencilerden şekli açıp incelemesi istenir. Şekil incelendikten sonra öğretmen öğrencilere tekrar şu soruları yöneltir:

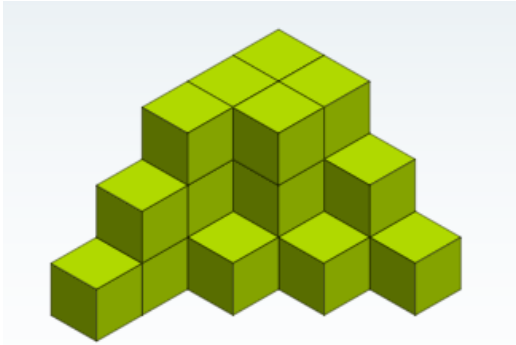
Şimdi şekilde kaç küp olduğunu söyler misiniz?

İlk şekilde var olan ama görünmeyen kaç küp vardır?

**SÜRE:20 DK**

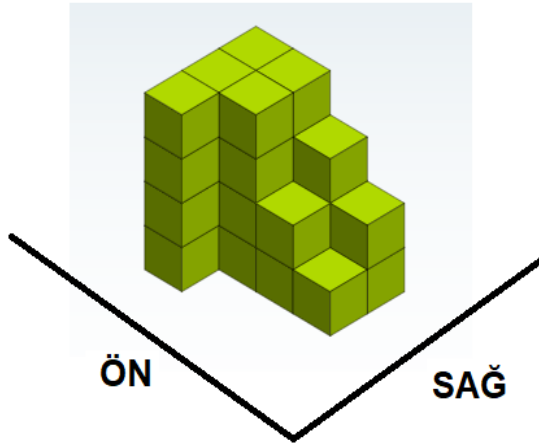
**3. AÇIKLAMA (EXPLAIN)**

Öğretmen, küp olma şartını yani tüm ayrıtların eşit olması gerektiğini öğrencilere açıklar. Ayrıca ünite boyunca kullanılacak olan birim küpten bahseder. Birim küpün tüm ayrıtlarının 1 birim olduğu anlatılır. Bir ayrıt uzunluğu 2 birim olan küpün 2x2x2 yani 8 birim küpten oluştuğu; bir ayrıt uzunluğu 3 birim olan küpün 3x3x3 yani 27 birim küpten oluştuğu anlatılır.

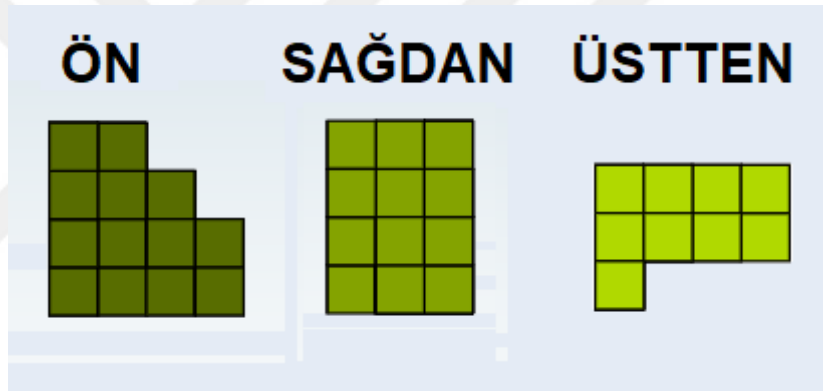


Parça halindeki şeklin tam bir küpe tamamlanması için gerekli küp miktarını buldurmak için; parça verilen şekildeki en uzun ayrıta göre işlem yapılacağı açıklanır. Örneğin şekilde cisim üzerinden; ayrıt uzunlukları 3, 4 ve 5 birim olan bir şeklin tam küp olması için ayrıtının en az 5 birim küp olması gerektiği açıklanır. Öğrencilere şekilde kaç küp olduğu sorulur (Cevap 22).

Bu şekli tam bir küp haline getirmek için ihtiyacımız olan en az birim küp miktarı öğrenciye sorulur (Cevap  $125-22=103$ ).



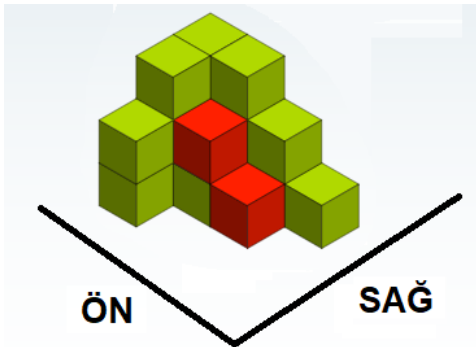
Şekil gösterilir ve şeklin önden-sağdan ve üstten görünümü hakkında bilgiler verilir. 3 boyutlu şekilden önden-sağdan ve üstten görünümünün çizimlerinin nasıl yapılacağı konusunda açıklama yapılır.

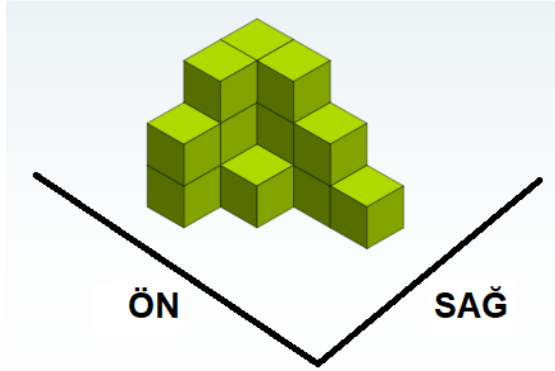


**SÜRE:15 DK**

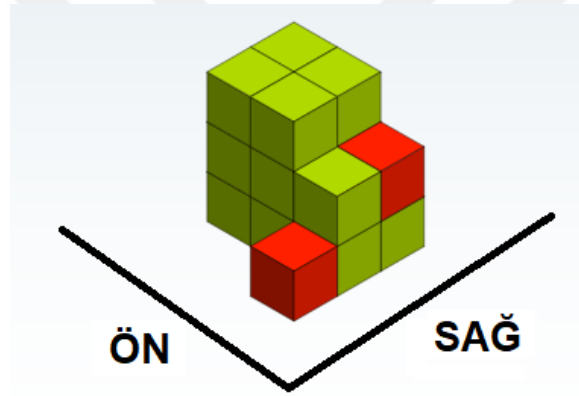
#### **4. DERİNLEŞTİRME (ELABORATION)**

Birim küplerden oluşan şekil öğrencilere gösterilir ve bu şekilden kırmızı renkli birim küpler çıkartıldığında oluşan yeni şekil ile ilgili öğrencilerin yorum yapmaları istenir. Önden-sağdan ve üstten görünümünün nasıl etkilendiği öğrencilere sorulur.

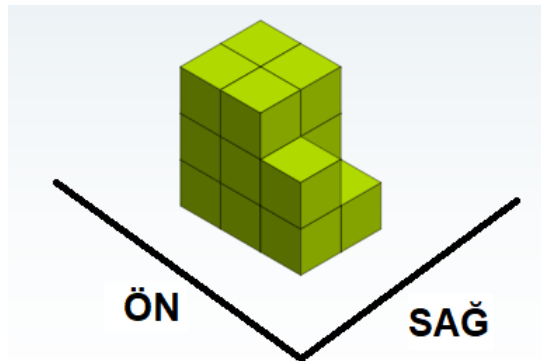




Şekilde kırmızı birim küpler çıkartıldığında şekil öğrencilere gösterilir.



Yukardaki şekil öğrencilere gösterilir ve kırmızı renkli birim küpler çıkartıldığında oluşan yeni şeklin görüntüsünün hangilerinde (ön-sağ-üstten) değişiklik meydana gelebileceği sorulur. Oluşan yeni şekilde, hangi küpler çıkartıldığında cismin görüntüsünde bir değişiklik meydana gelmeyeceği veya geleceği öğrenciler ile tartışılır.

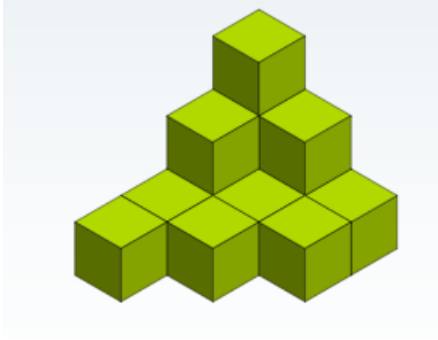


|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>SÜRE:15 DK</b>                                                           | <b>5. DEĞERLENDİRME (EVALUATION)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Etkinlik kâğıdı öğrencilere yaptırılarak öğrenci değerlendirilmesi yapılır. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>ETKİNLİĞİN ADI</b>                                                       | <b>NASIL GÖRÜNÜYORUM?</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>ETKİNLİĞİN AMACI</b>                                                     | 3 Boyutlu cisimlerin farklı yönlerden görüntüsünü keşfetmek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>ÖNERİLEN SÜRE</b>                                                        | 15 DK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <b>KULLANILAN MATERYALLER</b>                                               | Çalışma kâğıdı (3 soruluk), AG uygulaması                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <b>ETKİNLİK YÖNERGESİ</b>                                                   | <p><b>1. Adım:</b> Öğrencilerin ilk önce 1 numaralı QR kodu okutarak şekli AG ile açmaları istenir. Açılan şekil ile ilgili şu sorulara cevap vermesi ve cevaplarını etkinlik kâğıdında bulunan ilgili yerlere yazması istenir.</p> <p>Soru 1: Şekilde kaç adet birim küp bulunmaktadır?<br/> Soru 2: Şekli tam bir küp yapmak için gerekli olan en az birim küp sayısı kaçtır? Açıklayınız.</p> <p><b>2. Adım:</b> Öğrencilerden 2 numaralı QR kodu okutarak şekli AG ile açmaları istenir. Açılan şekil ile ilgili şu sorulara cevap vermesi istenir.</p> <p>Soru 1: Şeklin üstten görüntüsünü çiziniz.<br/> Soru 2: Şeklin önden ve sağdan görüntüsünü çiziniz.</p> <p><b>3. Adım:</b> Öğrencilerden 3 numaralı QR kodu okutarak şekli AG ile açmaları istenir. Açılan şekil ile ilgili şu sorulara cevap vermesi istenir.</p> <p>Soru 1: Şekilde bulunan birim küplerden hangi renkteki birim küp çıkarılırsa şeklin önden görüntüsü değişmez.<br/> Soru 2: Soru 1 deki küp çıkarılınca oluşan yeni şeklin sağdan görüntüsü nasıl olur?</p> <p>Daha sonra cisimler sırası ile tahtada açılır ve öğrencilerin cevaplarını kontrol etmeleri ve hata yaptıkları kısımları sınıf ile paylaşmaları istenir.</p> |
| <b>QR KOD</b>                                                               | <div> <div>Numara 1</div>  </div> <div> <div>Numara 2</div>  </div> <div> <div>Numara 3</div>  </div> <div> <div>Numara 4</div>  </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

ADINIZ SOYADINIZ:

## ETKİNLİK 1

Numara 1

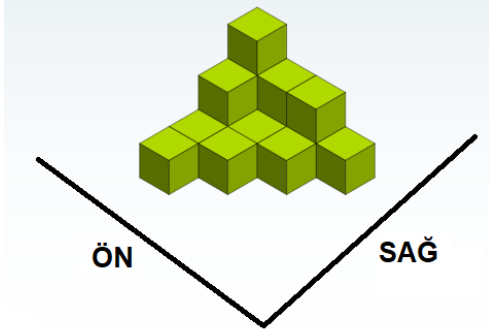


**Soru 1:** Şekilde kaç adet birim küp bulunmaktadır?

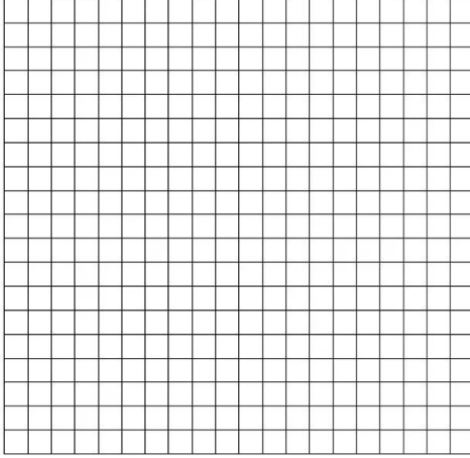
**Soru 2:** Şekli tam bir küp yapmak için gerekli olan en az birim küp sayısı kaçtır? Açıklayınız.

## ETKİNLİK 2

Numara 2



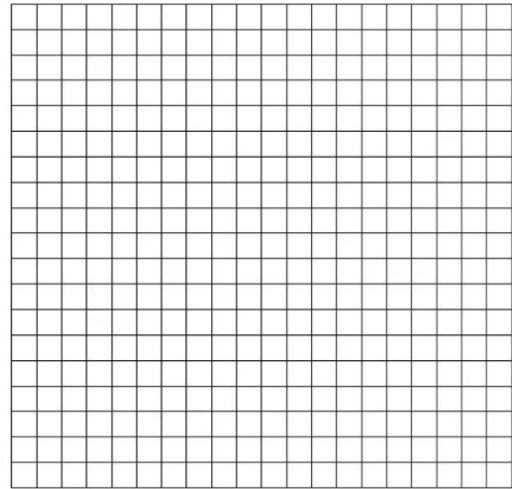
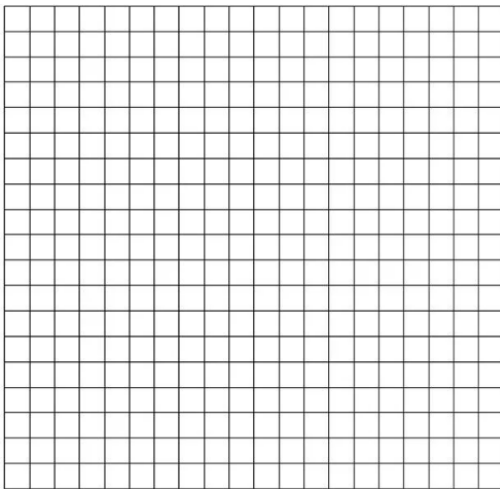
**Soru 1:** Şeklin üstten görüntüsünü çiziniz.



**Soru 2:** Şeklin önden ve sağdan görüntüsünü çiziniz.

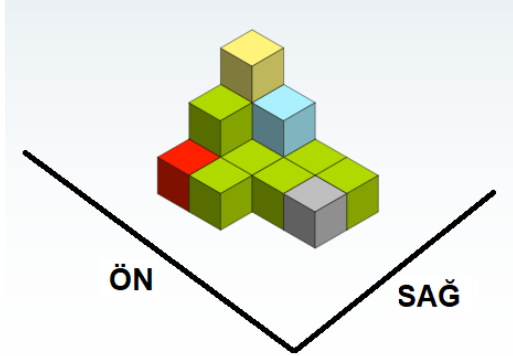
ÖNDEN

SAĞDAN



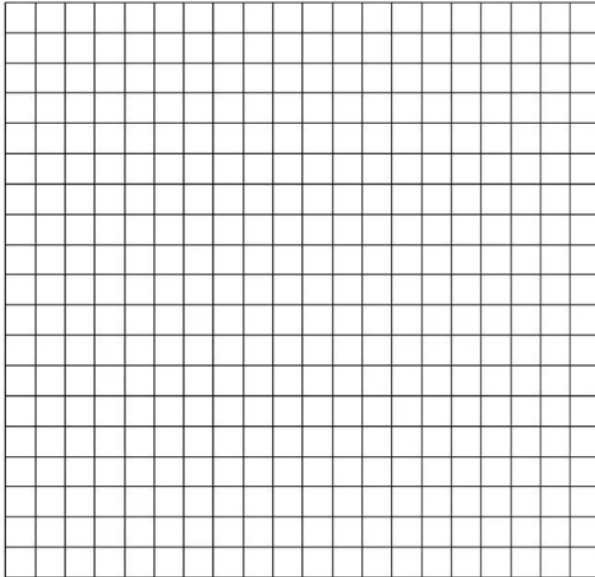
### ETKİNLİK 3

Numara 3



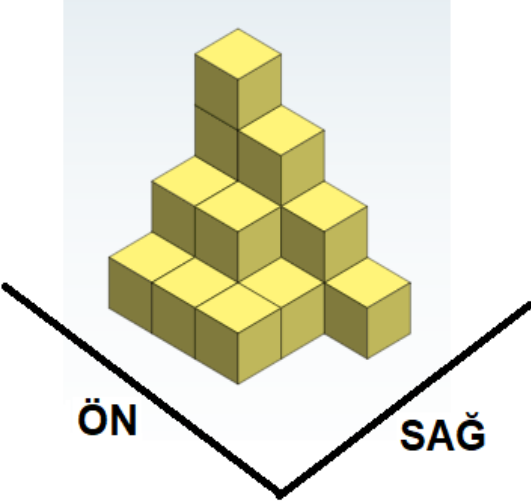
**Soru 1:** Şekilde bulunan birim küplerden mavi, sarı, kırmızı ve gri renkteki birim küp veya küplerden hangisi veya hangileri çıkarılırsa şeklin önden görüntüsü değişmez.

**Soru 2:** Soru 1 deki mavi, sarı, kırmızı ve gri renkteki tüm birim küpler şekilden çıkarılınca oluşan yeni şeklin sağdan görüntüsü nasıl olur?



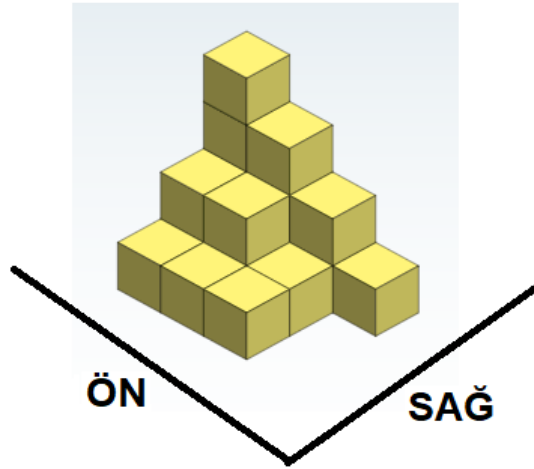
Numara 4



| 7. SINIF MATEMATİK DERS PLANI (2. HAFTA)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| <b>ÖĞRENME ALANI:</b> GEOMETRİ VE ÖLÇME                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                 |
| <b>ÜNİTE ADI:</b> CİSİMLERİN FARKLI YÖNLERDEN GÖRÜNÜMLERİ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |
| <b>SÜRE:</b> 80 DK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |
| <b>KAZANIM:</b><br>M.7.3.4. Cisimlerin Farklı Yönlerden Görünümleri<br>M.7.3.4.1. Üç boyutlu cisimlerin farklı yönlerden iki boyutlu görünümünü çizer.<br>a) Eş küplerden oluşturulmuş yapılar ve bilinen geometrik cisimler kullanılır. Çizim için uygun kareli kâğıtlar kullanılır. Yapıların farklı yönlerden görünümünün ilişkilendirilmesi istenir (ön-arka ve sağ-sol görüntülerinin simetrik olması gibi).<br>b) Uygun bilgi ve iletişim teknolojileriyle etkileşimli çalışmalara yer verilebilir.                                                                                                                                                                                                                   |                                 |
| <b>ARAÇ- GEREÇ:</b> Akıllı tahta, ders kitabı, tablet veya telefon, AG uygulama aracı                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                 |
| <b>KULLANILAN YÖNTEM VE TEKNİKLER:</b> İletişim, Tartışma, İlişkilendirme, Anlatım, İnceleme, Akıl Yürütme, Beyin Fırtınası                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 |
| <b>DEĞERLER VE BECERİLER:</b> Yapıların farklı yönlerden görünümünün ilişkilendirilmesi, uzamsal yeteneğin geliştirilmesi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |
| ÖĞRENME SÜRECİ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                 |
| <b>SÜRE:</b> 15 DK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>1. DİKKAT ÇEKME (ENGAGE)</b> |
| <p>Dikkat çekme: Öğretmen sınıfa girip öğrencileri selamladıktan sonra tahtaya şekli açar.</p> <div style="text-align: center;">  <p>ÖN SAĞ</p> </div> <p>Öğrencilere sırası ile şu sorular sorulur;</p> <p>Sizce bu küpün önden görüntüsü nasıldır kim tahtaya çizmek ister?</p> <p>Peki, küpün sağdan görüntüsünü tahtaya kim çizmek ister?</p> <p>Üstten görüntüsü nasıldır kim çizmek ister? Diyerek öğrencilerin hem dağıtılan kareli kâğıtlara görüntüleri çizmeleri istenir hem de tahtada çizim yaptırılarak öğrencilerin kendi çizimleri ile tahtaya çizilen doğru çizim sonucunda kendilerini değerlendirmeleri sağlanır.</p> |                                 |

**SÜRE:10 DK**

## **2. KEŞFETME (EXPLORE)**



Öğrencilere önden, sağdan ve üstten görünümü çizdirilen şeklin karşılıklı görünüşleri arasındaki ilişkiyi öğrencilere keşfettirmek için, öğrencilerden AG uygulaması ile şekli açmasını ve uygulama üzerinden ön-arka, sağ-sol ve üst-alt görünüşlerin birbiri ile olan ilişkilerini iyice incelemeleri istenir. Burada amaç karşılıklı görünüşlerin birbiri ile nasıl bir ilişki içinde olduğunun öğrenciye keşfettirilmesidir. Simetrik görünüşler olduğu (önden ve arkadan, sağdan ve soldan, üstten ve alttan görünüşlerin simetrik olduğu ve çizimlerde neye dikkat edileceği) öğrenciye keşfettirilmeye çalışılır. Bunun için öğrencilere şu sorular sorulur;

Sizce bu küpün önden görüntüsü ile arkadan görüntüsü arasındaki ilişki nedir?

Bu ilişkiye benzer bir ilişki başka hangi yönlerden görüntüler arasında mevcuttur?

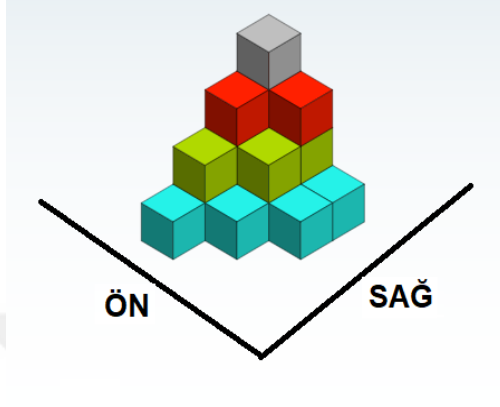
**SÜRE:10 DK**

## **3. AÇIKLAMA (EXPLAIN)**

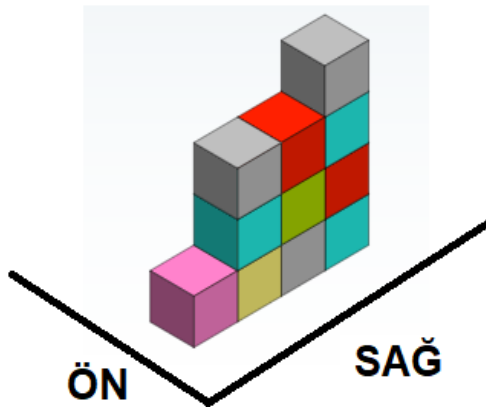
Öğrencilere birim küplerden oluşturulmuş şekillerin görüntülerinin hangilerinin simetrik olduğu anlatılır. Önden görünüm ile arkadan görünümün, sağdan görünüm ile soldan görünümün ve üstten görünüm ile alttan görünümün simetrik olduğu anlatılır.

Burada amaç görüntülerin simetrik olduğudur ama renkli küpler ile oluşturulan ve görüntülerin de renkli kalemler ile çizimini isteyerek öğrencinin görünüşlerin simetrik oluşunu ezberlememesini sağlamaktır.

Farklı renkli birim küpler kullanılarak oluşturulan şekil öğrencilere gösterilir ve bu şekil için önden, arkadan, sağdan, soldan, üstten ve alttan görünümünün kareli kâğıda çizilmesi istenir.



Şeklin görünümü kareli kâğıda öğrenciler tarafından renkli kalemler ile çizildikten sonra QR kod okutulup öğrencilere AG uygulamasında şekil açtırılır ve yaptıkları çizimler ile karşılaştırmaları istenir. Şeklin simetriğini elde etmiş olsalar bile renklerinde doğru boyanmış olması önemlidir.



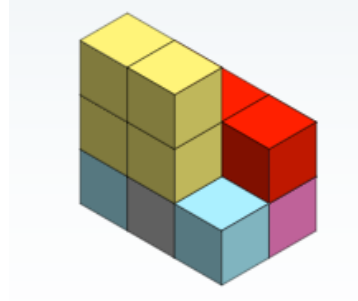
Bu kez üstteki şekil üzerinden şeklin önden, arkadan, sağdan, soldan, üstten ve alttan görünümünü renkli kalem kullanarak kareli kâğıda çizmeleri öğrencilerden istenir. Çizimden sonra QR kod okutulup öğrencilere AG uygulamasında şekil açtırılır ve yaptıkları çizimler ile karşılaştırmaları ve sonuçları sınıfta tartışmaları istenir.

|                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                         |                                                                                                          |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>SÜRE:25 DK</b>                                                           | <b>5. DEĞERLENDİRME (EVALUATION)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                         |                                                                                                          |
| Etkinlik kâğıdı öğrencilere yaptırılarak öğrenci değerlendirilmesi yapılır. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                         |                                                                                                          |
| <b>ETKİNLİĞİN ADI</b>                                                       | <b>HANGİMİZ FAZLAYIZ?</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                         |                                                                                                          |
| <b>ETKİNLİĞİN AMACI</b>                                                     | 3 Boyutlu cisimlerin farklı yönlerden görüntüsünü keşfetmek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                         |                                                                                                          |
| <b>ÖNERİLEN SÜRE</b>                                                        | 25 DK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                         |                                                                                                          |
| <b>KULLANILAN MATERYALLER</b>                                               | Çalışma kâğıdı (3 soruluk), AG uygulaması                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                         |                                                                                                          |
| <b>ETKİNLİK YÖNERGESİ</b>                                                   | <p><b>1. Adım:</b> Öğrencilerin ilk önce 1 numaralı QR kodu okutarak şekli AG ile açmaları istenir. Açılan şekil ile ilgili aşağıdaki soruya cevap vermesi ve cevaplarını etkinlik kâğıdında bulunan ilgili yerlere yazması istenir.</p> <p>Soru: Şekildeki bulunan farklı renkli küplerden hangi renkteki küp veya küpler şekilden çıkarılırsa şeklin sağdan ve soldan görüntüsünde bir değişiklik olmaz? (Hem renklerin hem de şeklin simetriğinin bozulmamasına dikkat ediniz.)</p> <p><b>2. Adım:</b> Öğrencilerin 2 numaralı QR kodu okutarak şekli AG ile açmaları istenir. Açılan şekil ile ilgili aşağıdaki soruya cevap vermesi ve cevaplarını etkinlik kâğıdında bulunan ilgili yerlere yazması istenir.</p> <p>Soru: Şekildeki bulunan farklı renkli küplerden hangi renkteki küp veya küpler şekilden çıkarılırsa şeklin önden ve arkadan görüntüsünde bir değişiklik olmaz? (Hem renklerin hem de şeklin simetriğinin bozulmamasına dikkat ediniz.)</p> <p><b>3. Adım:</b> Öğrencilerin son olarak 3 numaralı QR kodu okutarak şekli AG ile açmaları istenir. Açılan şekil ile ilgili aşağıdaki soruya cevap vermesi ve cevaplarını etkinlik kâğıdında bulunan ilgili yerlere yazması istenir.</p> <p>Soru: Şekildeki bulunan farklı renkli küplerden hangi renkteki küp veya küpler şekilden çıkarılırsa şeklin üstten ve alttan görüntüsünde bir değişiklik olmaz? (Hem renklerin hem de şeklin simetriğinin bozulmamasına dikkat ediniz.)</p> <p>Daha sonra cisimler sırası ile tahtada açılır ve öğrencilerin cevaplarını kontrol etmeleri ve buldukları cevapları sınıf ile paylaşmaları ve tartışmaları istenir.</p> |                                                                                                         |                                                                                                          |
| <b>QR KOD</b>                                                               | <b>Numara 1</b><br>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | <b>Numara 2</b><br> | <b>Numara 3</b><br> |

ADINIZ SOYADINIZ:

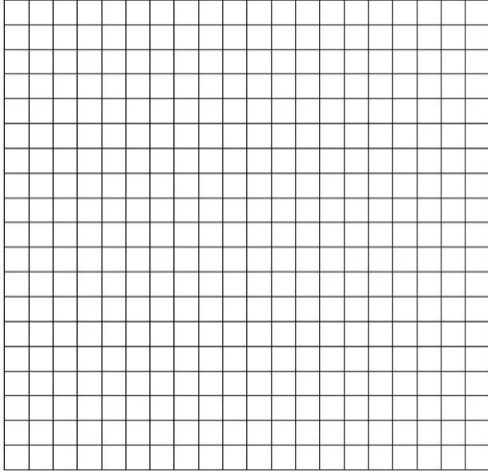
## ETKİNLİK 1

### Numara 1

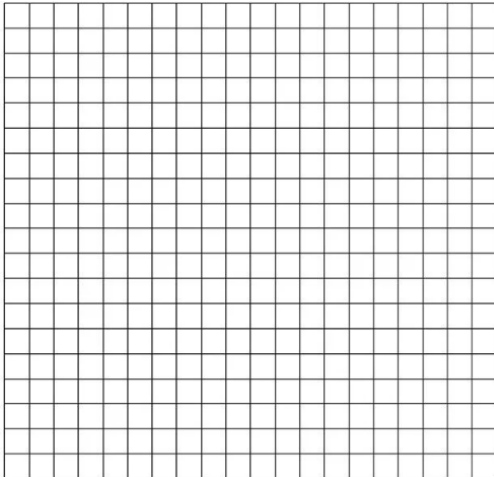


Soru: Şekildeki bulunan farklı renkli küplerden hangi renkteki küp veya küpler şekilden çıkarılırsa şeklin sağdan ve soldan görüntüsünde bir değişiklik olmaz? Şeklin üzerine işaret koyunuz. (Hem renklerin hem de şeklin simetriğinin bozulmamasına dikkat ediniz.)

ÜSTTEN



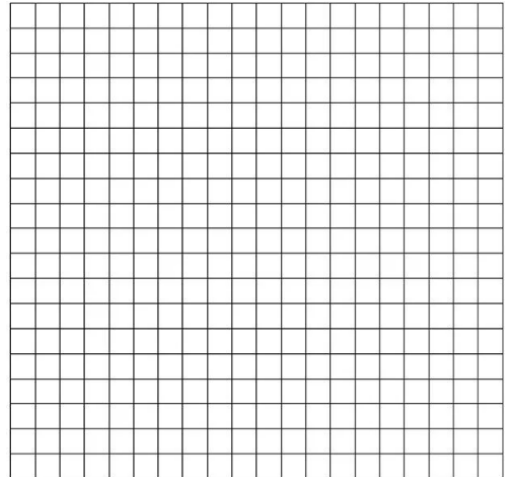
ÖNDEN



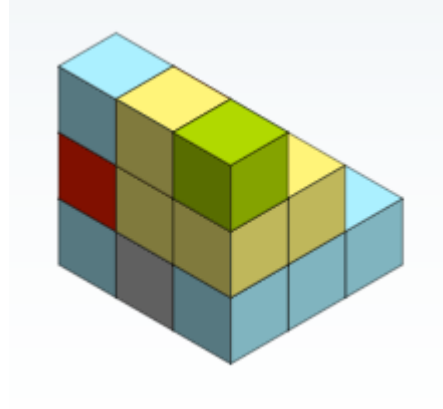
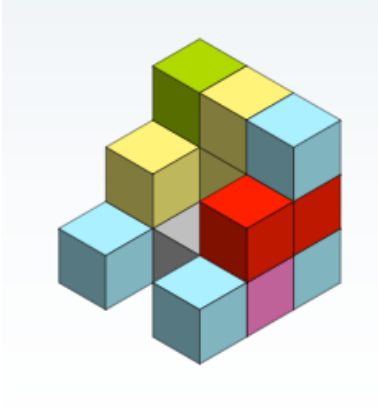
Numara 1



SAĞDAN

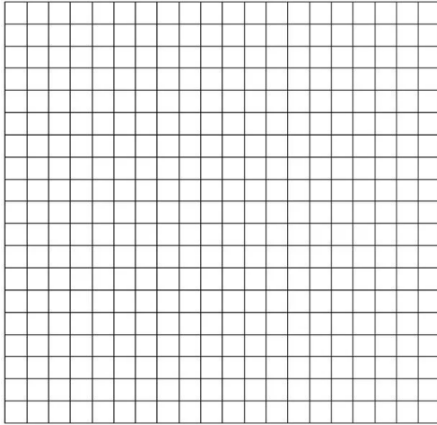


## ETKİNLİK 2



Soru: Şekildeki bulunan farklı renkli küplerden hangi renkteki küp veya küpler şekilden çıkarılırsa şeklin önden ve arkadan görüntüsünde bir değişiklik olmaz? Şeklin üzerine işaret koyunuz. (Hem renklerin hem de şeklin simetriğinin bozulmamasına dikkat ediniz.)

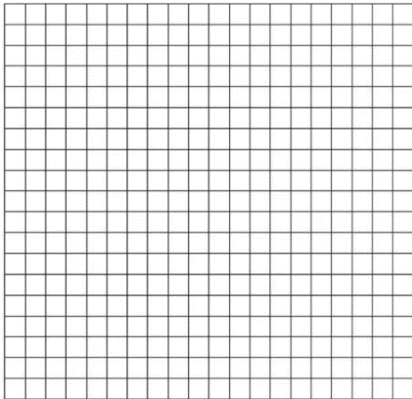
ÜSTTEN



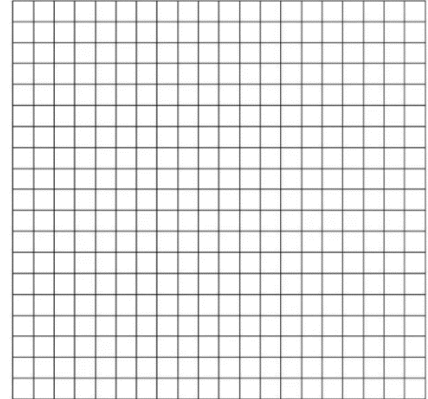
Numara 2



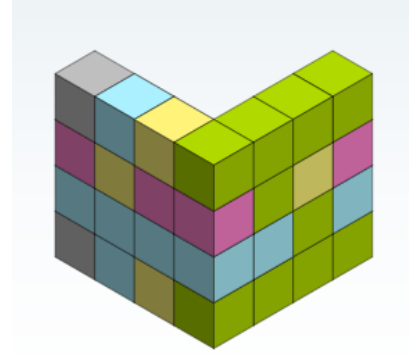
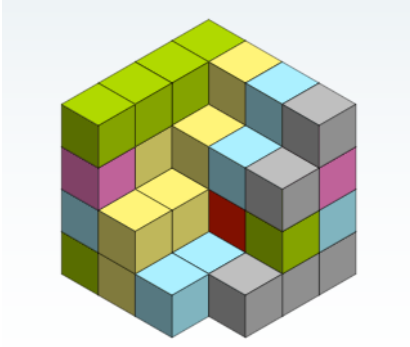
ÖNDEN



SAĞDAN

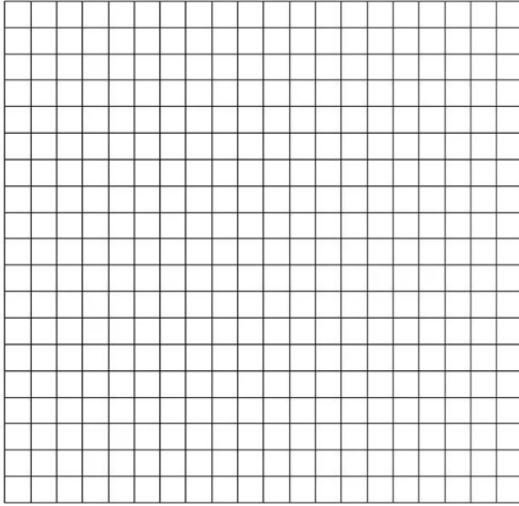


### ETKİNLİK 3



Soru: Şekildeki bulunan farklı renkli küplerden hangi renkteki küp veya küpler şekilden çıkarılırsa şeklin üstten ve alttan görüntüsünde bir değişiklik olmaz? Şeklin üzerine işaret koyunuz. (Hem renklerin hem de şeklin simetriğinin bozulmamasına dikkat ediniz.)

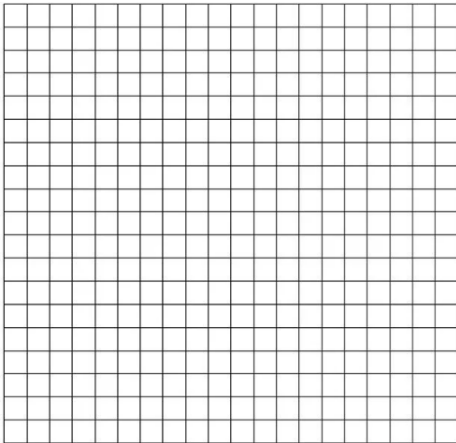
ÜSTTEN



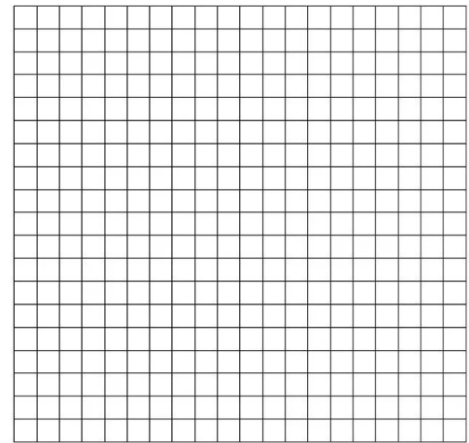
Numara 3

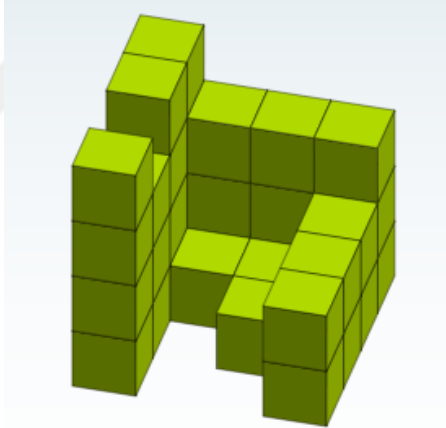


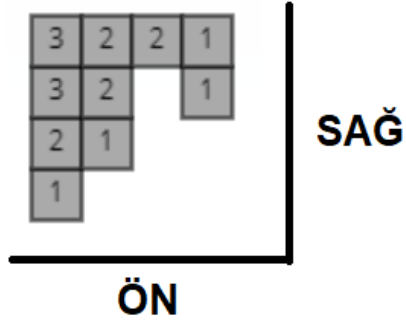
ÖNDEN



SAĞDAN

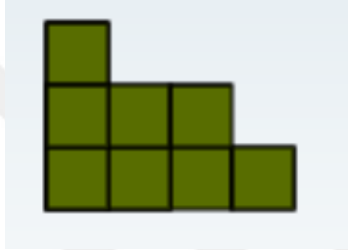


| 7. SINIF MATEMATİK DERS PLANI (3. HAFTA)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|---|---|---|--|--|---|
| <b>ÖĞRENME ALANI:</b> GEOMETRİ VE ÖLÇME                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |
| <b>ÜNİTE ADI:</b> CİSİMLERİN FARKLI YÖNLERDEN GÖRÜNÜMLERİ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |
| <b>SÜRE:</b> 80 DK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |
| <b>KAZANIM:</b><br>M.7.3.4.2. Farklı yönlerden görünümüne ilişkin çizimleri verilen yapıları oluşturur.<br>a) Eş küplerden oluşturulmuş yapılar ve bilinen geometrik cisimler kullanılır. Eş küplerle oluşan yapıları çizmek için izometrik kâğıt kullanılabilir.<br>b) Uygun bilgi ve iletişim teknolojileriyle etkileşimli çalışmalara yer verilebilir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |
| <b>ARAÇ- GEREÇ:</b> Akıllı tahta, ders kitabı, tablet veya telefon, AG uygulama aracı                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |
| <b>KULLANILAN YÖNTEM VE TEKNİKLER:</b> İletişim, Tartışma, İlişkilendirme, Anlatım, İnceleme, Akıl Yürütme, Beyin Fırtınası                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |
| <b>DEĞERLER VE BECERİLER:</b> Yapıların farklı yönlerden görünümünün ilişkilendirilmesi, uzamsal yeteneğin geliştirilmesi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |
| ÖĞRENME SÜRECİ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |
| <b>SÜRE:</b> 15 DK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>1. DİKKAT ÇEKME (ENGAGE)</b> |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |
| <p>Dikkat çekme: Öğretmen sınıfa girip öğrencileri selamladıktan sonra tahtaya şekli açar.</p> <div style="text-align: center;"></div> <p>Öğrencilere “Haydi bugün küpleri kodlayalım” diyerek öğrencilerin farklı bir konu öğrenecekleri algısını oluşturarak dikkatlerini derse çeker. Öğrencilerden şekildeki küpün üstten görünümü dağıttığı kareli kâğıda çizmelerini ister. Ardından üstten görüntüsü çizilen şekilde, her küpün altında kaç küp olduğunu o küpe karşılık gelen kareye yazmalarını ister. Şekilde toplam kaç küp olduğu öğrencilere sorulur ve kodladıkları sayıları toplayarak yaptıkları işlemin sağlamasını yapmaları istenir.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"><table border="1" style="border-collapse: collapse; text-align: center;"><tr><td>4</td><td>3</td><td>3</td><td>3</td></tr><tr><td>4</td><td>1</td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>3</td><td></td><td>1</td><td>2</td></tr><tr><td>4</td><td></td><td></td><td>2</td></tr></table></div> |                                 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 1 | 1 | 2 | 3 |  | 1 | 2 | 4 |  |  | 2 |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 3                               | 3 | 3 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1                               | 1 | 2 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |
| 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                 | 1 | 2 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |
| 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                 |   | 2 |   |   |   |   |   |   |   |  |   |   |   |  |  |   |

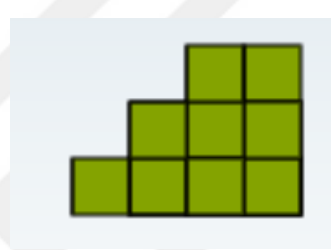


Öğrencilerden bu kez kodlanmış hali verilen şeklin önden ve sağdan görüntüsünün nasıl olduğunu dağıtılan kareli kâğıda çizmeleri istenir.

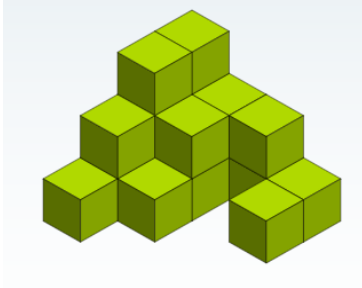
ÖNDEN GÖRÜNÜM



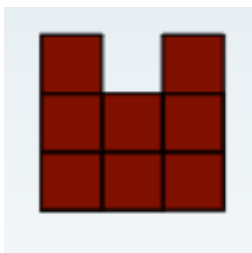
SAĞDAN GÖRÜNÜM



Görünümler çizildikten sonra QR kod okutulup öğrencilere AG uygulamasında şekil açtırılır ve çizdikleri şekillerin doğru olup olmadığı, var ise hata yaptıkları kısımları sınıf ile paylaşmaları istenir.



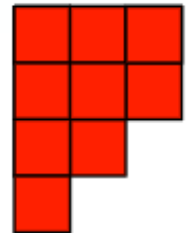
Ardından, öğrencilerden bu kez önden, sağdan ve üstten görünümü verilen aşağıdaki şeklin kodlanmış halini bulmaları istenir.

ÖNDEN GÖRÜNÜM  
GÖRÜNÜM

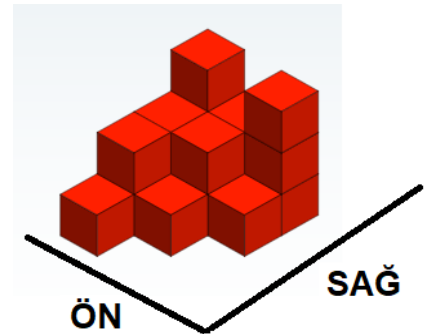
SAĞDAN GÖRÜNÜM



ÜSTTEN

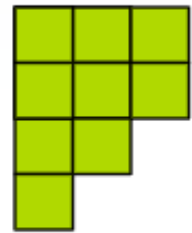


Öğrenciler şeklin kodlanmış halini dağıtılan kareli kâğıda çizdikten sonra QR kod okutulup öğrencilere AG uygulamasında şekil açtırılır ve çizdikleri şekillerin doğru olup olmadığı, var ise hata yaptıkları kısımları sınıf ile paylaşımları istenir.



### 3. AÇIKLAMA (EXPLAIN)

ÜSTTEN

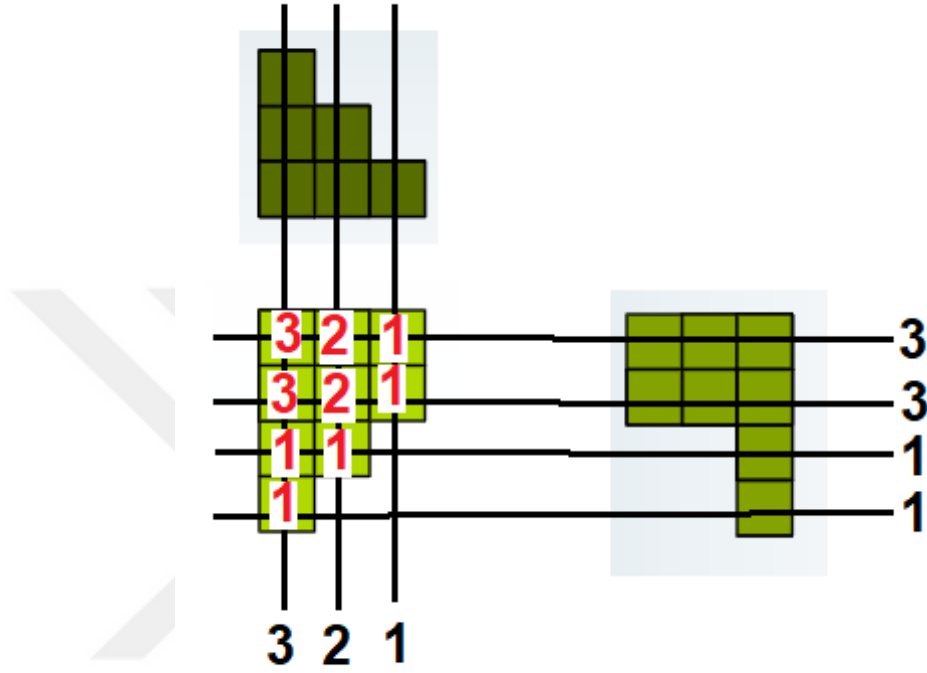


Öğrencilere önden, sağdan ve üstten görünümü verilen şeklin kodlamasının nasıl yapılması gerektiği açıklanır.



Sağdan görünüm 90 derece döndürülür ve şeklin sağ tarafının iz düşümü haline getirilir. Ardından önden ve sağdan görünümün kesişimleri şekildeki gibi üstten görünüme eklenir. Burada kesişimdeki en küçük değer o küpün kodudur yöntemi öğrenciye açıklanır.

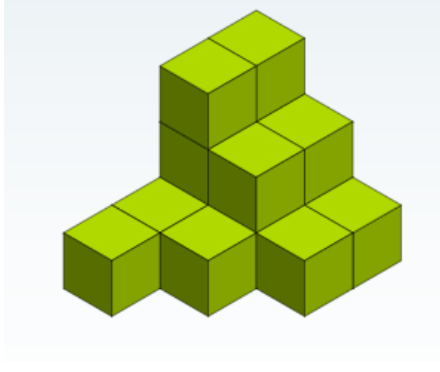
Şeklin kodlanmış hali şu şekilde olur;



Denilerek şeklin kodlanmış halinin nasıl bulunacağı öğrenciye anlatılır. Yani şeklin kodlanmış hali aşağıdaki gibidir.

|   |   |   |
|---|---|---|
| 3 | 2 | 1 |
| 3 | 2 | 1 |
| 1 | 1 |   |
| 1 |   |   |

Kontrol etmesi ve konuyu zihinde canlandırmasına yardımcı olmak amaçlı, şeklin 3 boyutlu hali QR kod okutularak öğrenciye artırılmış gerçeklik uygulamasında açtırılır ve şeklin görünümelerini öğrencilerin incelemesi istenir.

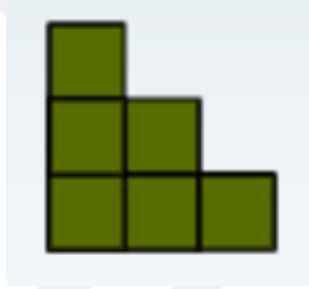


**SÜRE:20 DK**

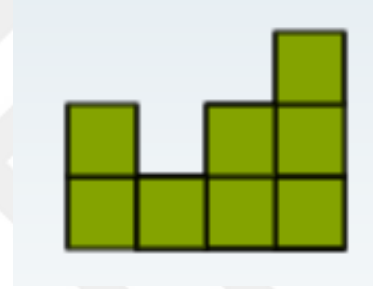
#### **4. DERİNLEŞTİRME (ELABORATION)**

Öğrencilere keşfettikleri küp şeklinin nasıl bulunması gerektiği detaylı bir şekilde açıklanır. Örnek olarak önden ve sağdan aşağıdaki şekil tahtada verilir.

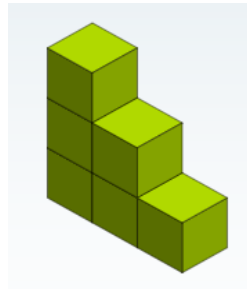
**ÖNDEN GÖRÜNÜM**



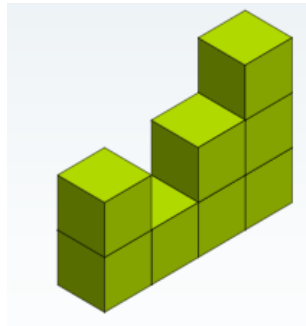
**SAĞDAN GÖRÜNÜM**



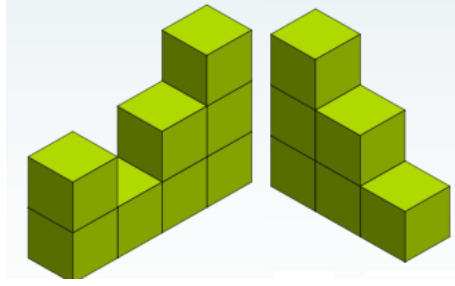
Bu şekil için yapılması gerekenin önce önden görünümde şeklin nasıl olacağı hayal ettirilmeye çalışılır.



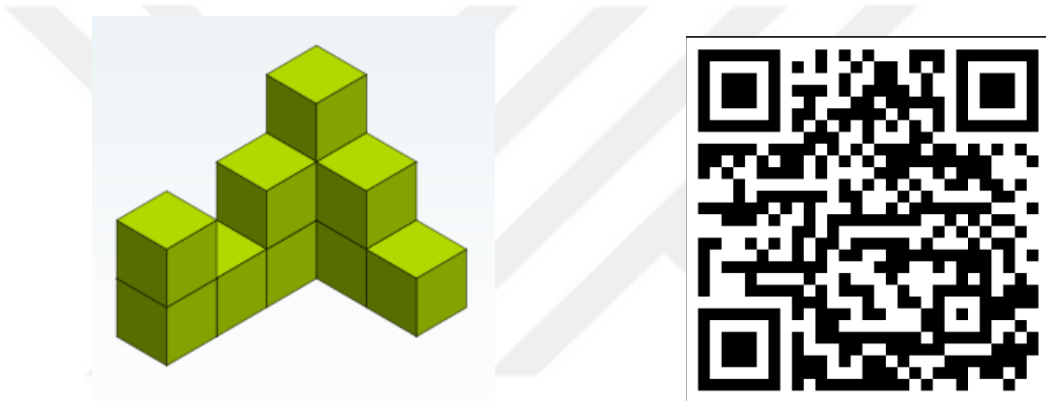
Sonra sağdan görünümün nasıl olduğu öğrenciye hayal ettirilmeye çalışılır.



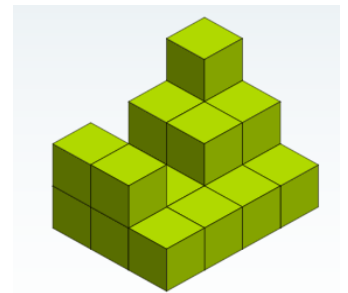
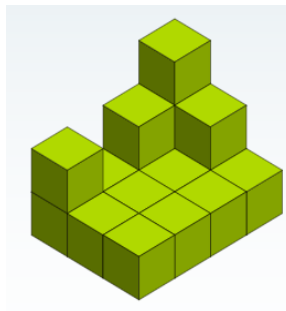
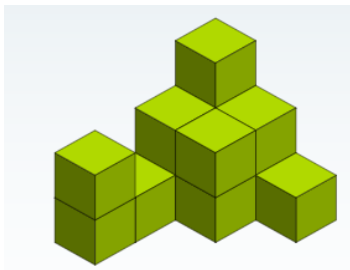
Sonra öğrenciden uç uca şeklin bu iki görüntüsünün zihinde birleştirilmesi istenir.



Şeklin birleşmiş hali aşağıdaki gibidir.



Şeklin önden ve sağdan görünümünde en az küp kullanılarak çıkacak şeklin bu olduğu önden ve sağdan görünümlere dikkat edilerek araya yerleştirilecek küplerin de şekle eklenebileceği anlatılır. Üstten görünüme göre eklenecek küplerin yerinin belirleneceği öğrenciye anlatılır. Aşağıda verilen değişik şekillerin de önden ve sağdan görüntülerinin bu şekil ile aynı olduğu anlatılır.

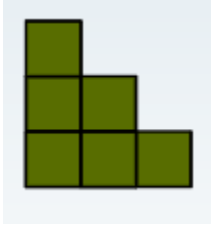


|                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                          |
| Üstten kodlanmış haline göre iç tarafa yerleştirilecek küplerin sayısı belirleneceği öğrenciye açıklanır.                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                          |
| <b>SÜRE:25 DK</b>                                                                                                                                                                                                                                        | <b>5. DEĞERLENDİRME (EVALUATION)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                          |
| Etkinlik kâğıdı öğrencilere yaptırılarak öğrenci değerlendirilmesi yapılır.                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                          |
| <b>ETKİNLİĞİN ADI</b>                                                                                                                                                                                                                                    | <b>BUL BENİ</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                          |
| <b>ETKİNLİĞİN AMACI</b>                                                                                                                                                                                                                                  | 3 Boyutlu cisimlerin farklı yönlerden görüntüsünü keşfetmek                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                          |
| <b>ÖNERİLEN SÜRE</b>                                                                                                                                                                                                                                     | 25 DK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                          |
| <b>KULLANILAN MATERYALLER</b>                                                                                                                                                                                                                            | Çalışma kâğıdı (3 soruluk), AG uygulaması                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                          |
| <b>ETKİNLİK YÖNERGESİ</b>                                                                                                                                                                                                                                | <p><b>1. Adım:</b> Önden, sağdan ve önden görüntüsü verilen şeklin kodlanmış halinin bulunması istenir.</p> <p><b>2. Adım:</b> Kodlanmış hali verilen yapının önden ve sağdan görüntüsünü bulması istenir.</p> <p><b>3. Adım:</b> Önden ve sağdan görüntüsü verilen cismin kodlanmış halinin bulunması istenir.</p> <p>Daha sonra cisimler sırası ile tahtada açılır ve öğrencilerin cevaplarını kontrol etmeleri ve buldukları cevapları sınıf ile paylaşmaları ve tartışmaları istenir.</p> |                                                                                                          |
| <b>QR KOD</b>                                                                                                                                                                                                                                            | <b>Numara 1</b><br>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Numara 2</b><br> |
|                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Numara 3</b><br>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                          |

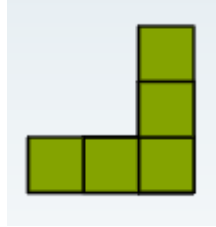
ADINIZ SOYADINIZ:

### ETKİNLİK 1

ÖNDEN GÖRÜNÜM



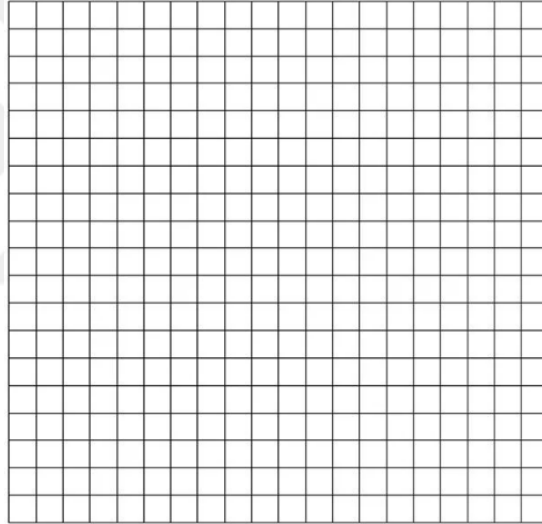
SAĞDAN GÖRÜNÜM  
GÖRÜNÜM



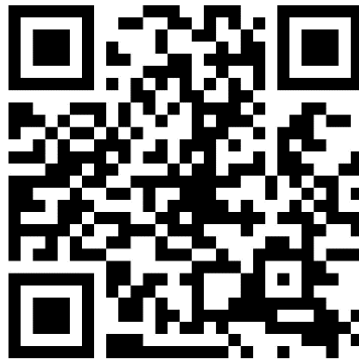
ÜSTTEN



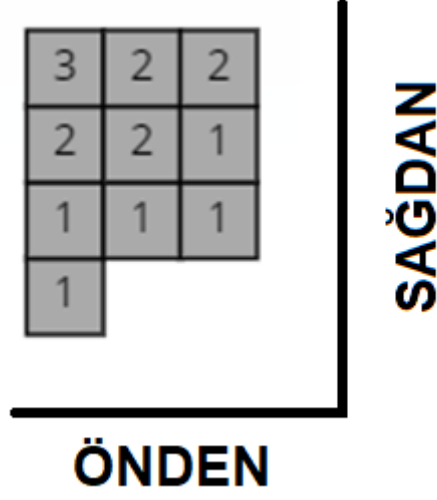
Soru: Yukarıda farklı yönlerden görünümü verilen yapının kodlanmış halini çiziniz.



Numara 1

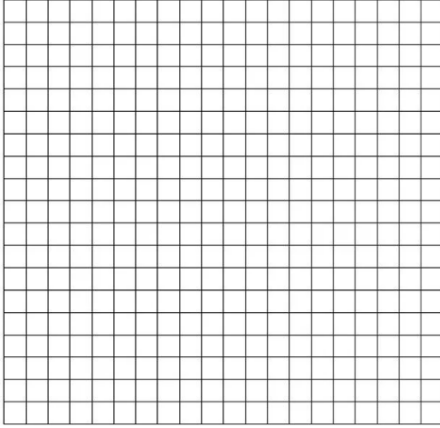


## ETKİNLİK 2

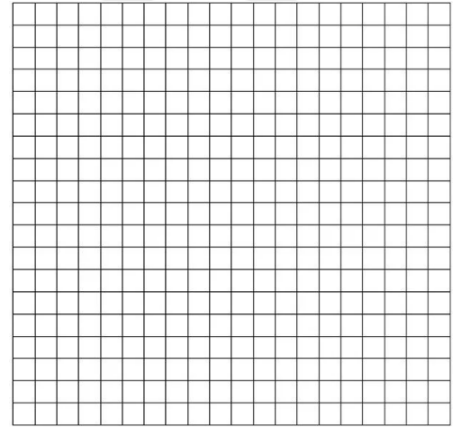


Soru: Yukarıda kodlanmış hali verilen yapının önden ve sağdan görüntüsünü çiziniz.

ÖNDEN GÖRÜNÜM



SAĞDAN GÖRÜNÜM



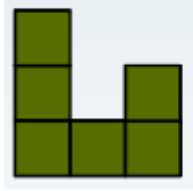
Numara 2



### ETKİNLİK 3

Soru: Aşağıda birim küplerle oluşturulmuş bir yapının 3 farklı yönden görünümü verilmiştir.

**ÖNDEN**



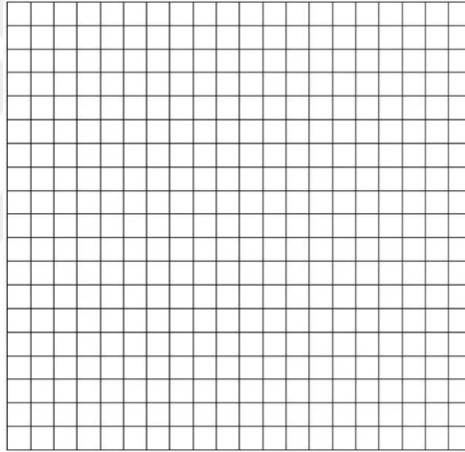
**SAĞDAN**



**ÜSTTEN**

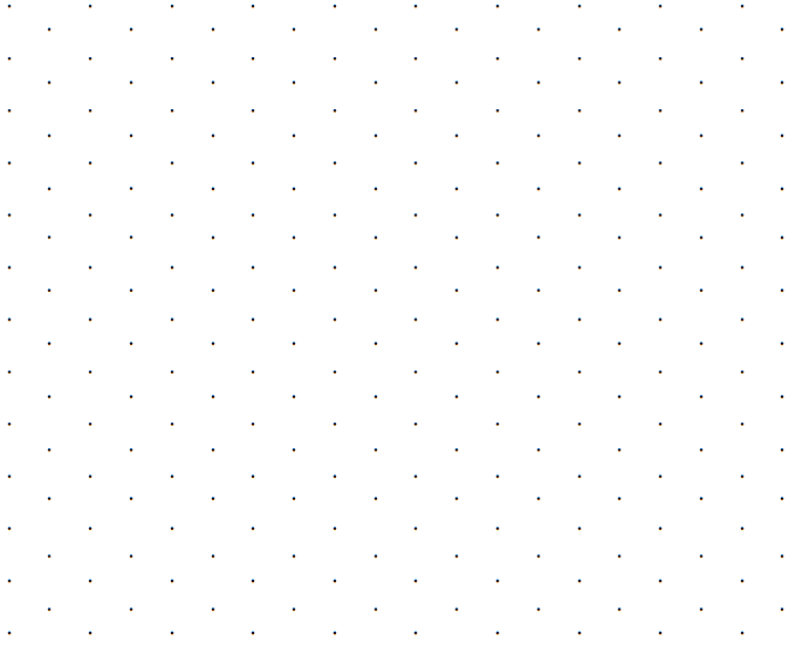


Buna göre bu yapı en az kaç küpten oluşmuştur?



Numara 3



| 7. SINIF MATEMATİK DERS PLANI (4. HAFTA)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>ÖĞRENME ALANI:</b> GEOMETRİ VE ÖLÇME                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                          |
| <b>ÜNİTE ADI:</b> CİSİMLERİN FARKLI YÖNLERDEN GÖRÜNÜMLERİ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                          |
| <b>SÜRE:</b> 80 DK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                          |
| <b>KAZANIM:</b><br>M.7.3.4.2. Farklı yönlerden görünümlerine ilişkin çizimleri verilen yapıları oluşturur.<br>a) Eş küplerden oluşturulmuş yapılar ve bilinen geometrik cisimler kullanılır. Eş küplerle oluşan yapıları çizmek için izometrik kâğıt kullanılabilir.<br>b) Uygun bilgi ve iletişim teknolojileriyle etkileşimli çalışmalara yer verilebilir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                          |
| <b>ARAÇ- GEREÇ:</b> Akıllı tahta, ders kitabı, tablet veya telefon, AG uygulama aracı                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                          |
| <b>KULLANILAN YÖNTEM VE TEKNİKLER:</b> İletişim, Tartışma, İlişkilendirme, Anlatım, İnceleme, Akıl Yürütme, Beyin Fırtınası                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                          |
| <b>DEĞERLER VE BECERİLER:</b> Yapıların farklı yönlerden görünümünün ilişkilendirilmesi, uzamsal yeteneğin geliştirilmesi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                          |
| ÖĞRENME SÜRECİ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                          |
| SÜRE:15 DK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 1. DİKKAT ÇEKME (ENGAGE) |
| <p>Dikkat çekme: Öğretmen sınıfa girip öğrencileri selamladıktan sonra tahtaya şekli açar.</p>  <p>Öğrencilere “Bu kâğıdın adını bilen var mı?” diye sorar. Öğrencilerin farklı bir konu öğrenecekleri algısını oluşturarak dikkatlerini derse çeker. İZOMETRİK KÂĞIT cevabını alır ve bu kâğıdın kareli kâğıttan farkını ve ne için kullanıldığını anlatır. Üç boyutlu çizimler için kullanılacağını anlatarak öğrencilerden bu kâğıttaki noktaları kullanarak bir adet birim küp çizmelerini ister. Ardından öğretmen kendi tahtaya bir adet birim küp çizerek nasıl çizmeleri gerektiğini öğrencilere gösterir.</p> |                          |



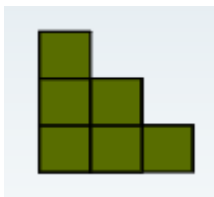
Öğrencilerden bu kez verilen şeklin izometrik kâğıda çiziminin yapılmasını ister. Bu işlemi yaparken öğrencilere QR kodu okutup şekli açmalarını ve şekilden yardım alabilecekleri söylenir.



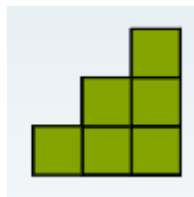
Çizimlerin tamamlanmasının ardından seçilen bir kaç öğrencinin izometrik kâğıda tahtada çizim yapması istenir. Diğer öğrencilerin çizimi yaparken nasıl teknikler kullandığı öğrencilere keşfettirilmeye çalışılır.

Ardından geçen haftaki dersi de hatırlamaları sağlanarak önden, sağdan ve üstten görünüşleri verilen şekli izometrik kâğıda çizmeleri istenir.

ÖNDEN GÖRÜNÜM  
GÖRÜNÜM



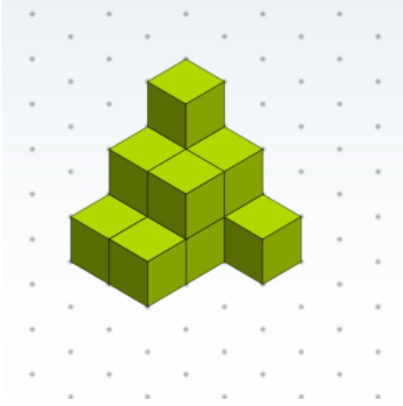
SAĞDAN GÖRÜNÜM



ÜSTTEN

|   |   |   |
|---|---|---|
| 3 | 2 | 1 |
| 2 | 2 |   |
| 1 | 1 |   |

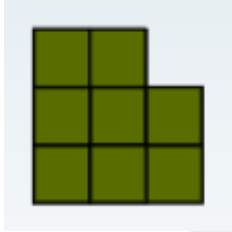
Öğrenciler şekli dağıtılan izometrik kâğıda çizdikten sonra QR kod okutulup öğrencilere AG uygulamasında şekil açtırılır ve çizdikleri şekillerin doğru olup olmadığı, var ise hata yaptıkları kısımları sınıf ile paylaşmaları istenir.



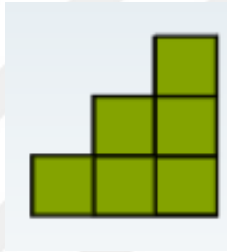
SÜRE:10 DK

### 3. AÇIKLAMA (EXPLAIN)

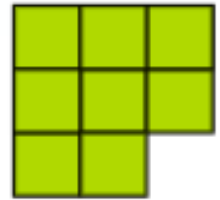
ÖNDEN GÖRÜNÜM  
GÖRÜNÜM



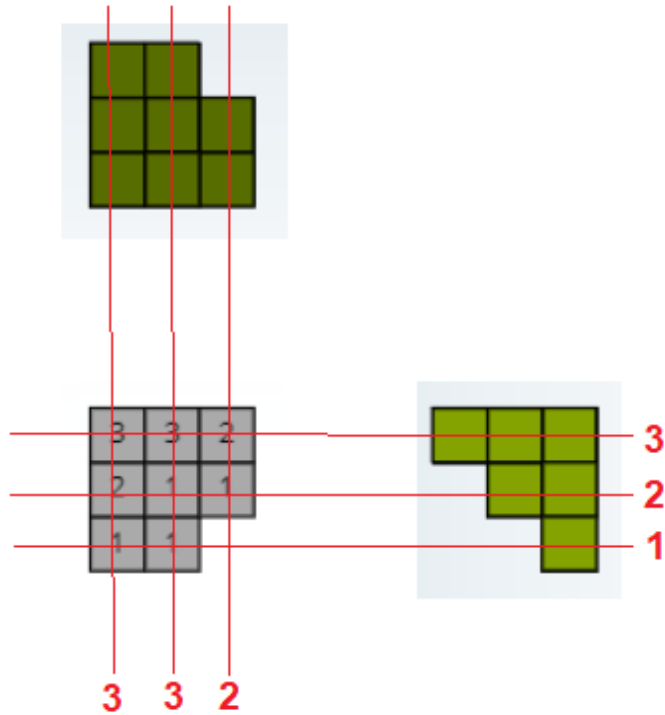
SAĞDAN GÖRÜNÜM



ÜSTTEN



Öğrencilere önden, sağdan ve üstten görünümü verilen şeklin kodlamasının nasıl yapılması gerektiği açıklanarak hem geçen haftaki ders hatırlatılır hem de şeklin izometrik kâğıda nasıl çizilmesi gerektiği öğrencilere uygulamalı şekilde anlatılır.



Sağdan görünüm 90 derece döndürülür ve şeklin sağ tarafının iz düşümü haline getirilir. Ardından önden ve sağdan görünümün kesişimleri şekildeki gibi üstten görünüme eklenir. Burada kesişimdeki en küçük değer o küpün kodudur yöntemi öğrenciye açıklanır. Şeklin kodlanmış hali şu şekilde olur;

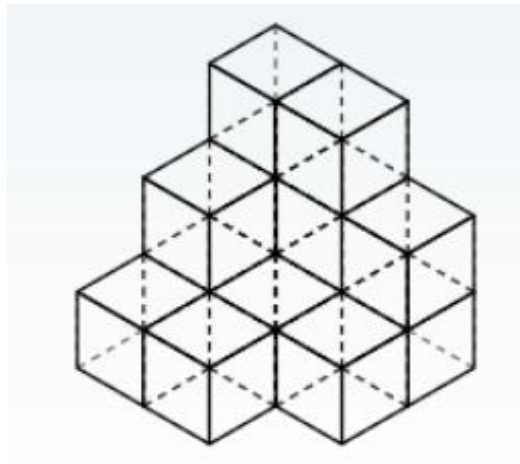
|   |   |   |
|---|---|---|
| 3 | 3 | 2 |
| 2 | 1 | 1 |
| 1 | 1 |   |

Denilerek şeklin kodlanmış halinin nasıl bulunacağı öğrenciye anlatılır.

Kontrol etmesi ve konuyu zihinde canlandırmasına yardımcı olmak amaçlı, şeklin 3 boyutlu hali QR kod okutularak öğrenciye artırılmış gerçeklik uygulamasında açtırılır ve şeklin görünümlerini öğrencilerin incelemesi istenir.



Ardından şekil izometrik kâğıda öğretmen tarafından çizilerek, öğrencilerin çizimi nasıl yapacakları detaylı bir şekilde anlatılır.

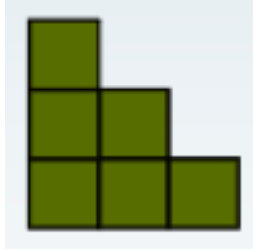


**SÜRE:20 DK**

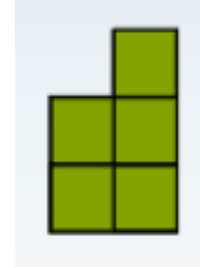
**4. DERİNLEŞTİRME (ELABORATION)**

Öğrencilere önden ve sağdan görünümü verilen şeklin izometrik kâğıda çizimi istenir. Bunun için öğrencilerin önce üstten görünümü çizmeleri ve ardından şeklin 3 boyutlu halini izometrik kâğıda çizmeleri istenir.

ÖNDEN GÖRÜNÜM



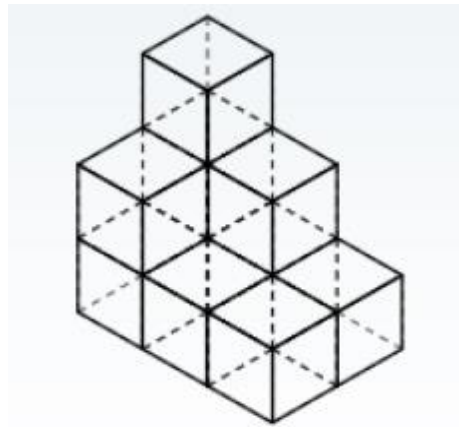
SAĞDAN GÖRÜNÜM



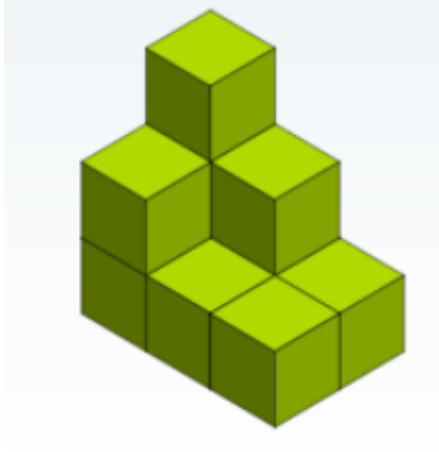
Bu şekil için yapılması gerekenin önce şeklin öğrenci tarafından kodlanmış halinin belirlenmesi ve ardından izometrik kâğıda 3boyutlu görüntüsünün çizimidir. Öğrenciye önce şeklin kodlanmış hali buldurulur.

|   |   |   |
|---|---|---|
| 3 | 2 | 1 |
| 2 | 1 | 1 |

Ardından şeklin 3 boyutlu görünümünün izometrik kâğıda çizilmesi istenir.



Ardından QR kod okutulup öğrencilere AG uygulamasında şekil açtırılır ve çizdikleri şekillerin doğru olup olmadığı, var ise hata yaptıkları kısımları sınıf ile paylaşımları istenir.

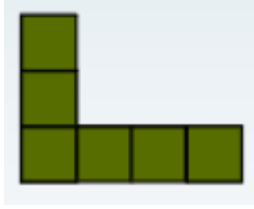


|                                                                             |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
|-----------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| SÜRE:25 DK                                                                  |  | 5. DEĞERLENDİRME (EVALUATION)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |  |
| Etkinlik kâğıdı öğrencilere yaptırılarak öğrenci değerlendirilmesi yapılır. |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |
| ETKİNLİĞİN ADI                                                              |  | HADİ RESMİMİ ÇİZ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |  |
| ETKİNLİĞİN AMACI                                                            |  | 3 Boyutlu cisimlerin çizimi                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |
| ÖNERİLEN SÜRE                                                               |  | 25 DK                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  |
| KULLANILAN MATERYALLER                                                      |  | Çalışma kâğıdı (2 soruluk), AG uygulaması                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |  |
| ETKİNLİK YÖNERGESİ                                                          |  | <p><b>1. Adım:</b> Önden, sağdan ve önden görüntüsü verilen şeklin izometrik kâğıda çiziminin yapılması istenir.</p> <p><b>2. Adım:</b> Verilen şekil ile ilgili soruları cevaplaması ve istenilen şekli çizmesi istenir</p> <p>Daha sonra cisimler sırası ile tahtada açılır ve öğrencilerin cevaplarını kontrol etmeleri ve buldukları cevapları sınıf ile paylaşmaları ve tartışmaları istenir.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |
| QR KOD                                                                      |  | <div><div>Numara 1</div></div> <div><div>Numara 2</div></div> <div><div>Numara 3</div></div> <div><div>Numara 4</div></div> <div><div>Numara 5</div></div> <div><div>Numara 6</div></div> |  |

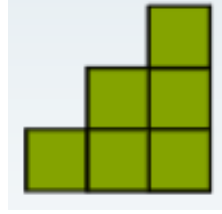
ADINIZ SOYADINIZ:

### ETKİNLİK 1

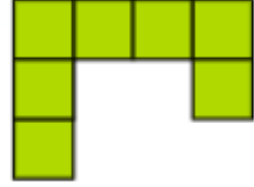
ÖNDEN GÖRÜNÜM



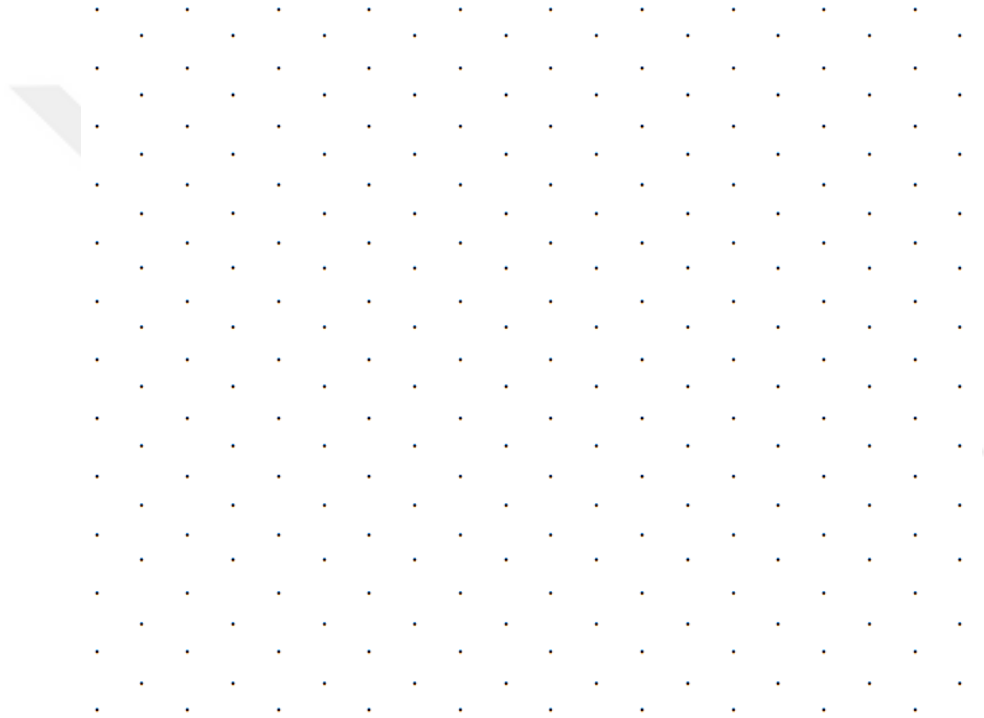
SAĞDAN GÖRÜNÜM



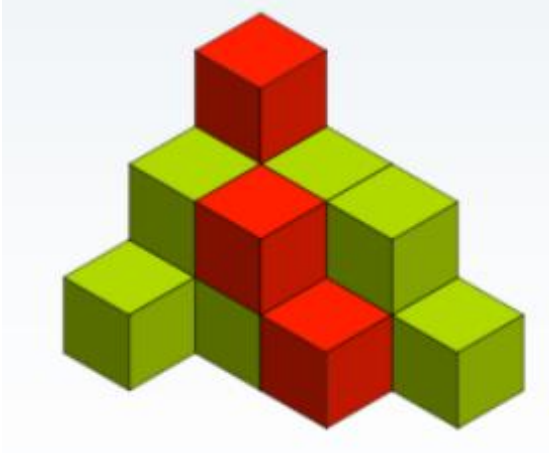
ÜSTTEN GÖRÜNÜM



Soru: Yukarıda farklı yönlerden görünümü verilen yapının şeklini çizin.



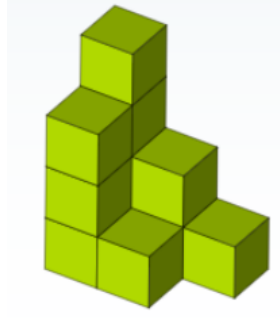
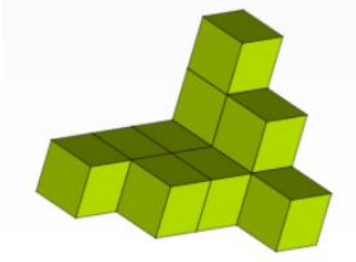
## ETKİNLİK 2



Şekilden kırmızı renkli birim küpler çıkarıldığında oluşan yeni şeklin kodlanmış hali nasıl olur?



Oluşan yeni şeklin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisi gibi olur?





*“GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR.”*

