

**T.C.**  
**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEKNOLOJİ DESTEKLİ LABORATUVAR**  
**UYGULAMALARININ FARKLI DEĞİŞKENLER**  
**AÇISINDAN İNCELENMESİ**

**Sena YILMAZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı**

**Fen Bilgisi Eğitimi Programı**

**Danışman**

**Prof. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI**

**Haziran, 2023**

**T.C.**  
**YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEKNOLOJİ DESTEKLİ LABORATUVAR**  
**UYGULAMALARININ FARKLI DEĞİŞKENLER AÇISINDAN**  
**İNCELENMESİ**

Sena YILMAZ tarafından hazırlanan tez çalışması 16.06.2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı, Fen Bilgisi Eğitimi Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI  
Yıldız Teknik Üniversitesi  
Danışman

**Jüri Üyeleri**

Prof. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI, Danışman  
Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Bayram COŞTU, Üye  
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Hasan Özgür KAPICI, Üye  
Boğaziçi Üniversitesi

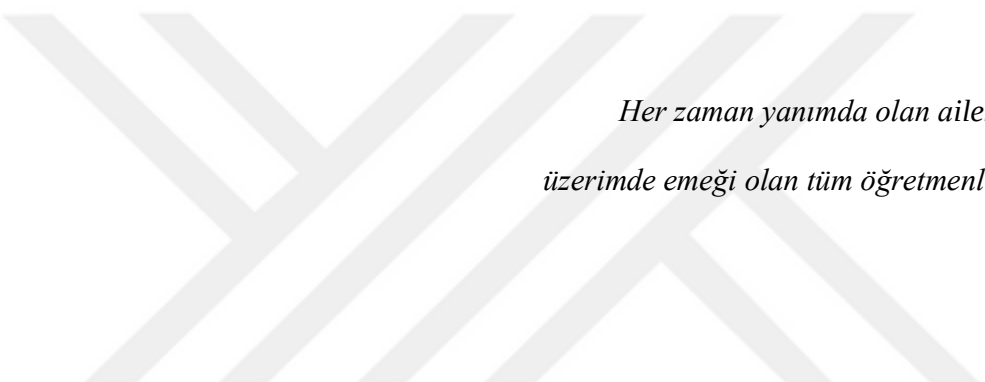
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Danışmanım Prof. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI sorumluluğunda tarafımca hazırlanan “Teknoloji Destekli Laboratuvar Uygulamalarının Farklı Değişkenler Açısından İncelenmesi” başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Sena YILMAZ



*Her zaman yanımda olan aileme ve  
üzerimde emeği olan tüm öğretmenlerime*

## TEŞEKKÜR

---

Öncelikle lisans ardından yüksek lisans sürecimde bilgi ve tecrübeleri ile yoluma ışık tutan, başarısı ve duruşuyla kendime örnek aldığım, cesaretlendirici tutumuyla karşılaştığım her güçlükte yol gösteren, her zaman desteğini hissettiğim değerli danışmanım Prof. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI'ya her koşulda yanımda olup verdiği tüm emekler için teşekkür ve saygılarımı sunarım.

Tez jürime katılan değerli hocalarım Bayram COŞTU ve Hasan Özgür KAPICI'ya teşekkür ederim. Üzerimde emeği bulunan tüm değerleri hocalarıma teşekkür ederim.

Uygulama sürecimde desteklerinden dolayı Rumeysa Bediroğlu ve Aslı Koçulu hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmayı gerçekleştirdiğimiz Yıldız Teknik Üniversitesi fen bilimleri öğretmen adaylarına teşekkür ederim.

Süreç boyunca destekleriyle yanımda olan tüm arkadaşlarıma teşekkür ederim.

Son olarak maddi ve manevi her konuda en büyük destekçim olan, her zaman arkamda duran, sevgileri ile beni güçlendiren, yapabileceğime inandıran, hayatımdaki en büyük şansım olan annem Sevim YILMAZ'a, babam Murat YILMAZ'a ve kardeşim Zeynep YILMAZ'a çok teşekkür ederim. İyi ki varsınız.

Sena YILMAZ

# İÇİNDEKİLER

|                                                                                                       |             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>TEŞEKKÜR</b>                                                                                       | <b>iv</b>   |
| <b>SİMGE LİSTESİ</b>                                                                                  | <b>vii</b>  |
| <b>KISALTMA LİSTESİ</b>                                                                               | <b>viii</b> |
| <b>ŞEKİL LİSTESİ</b>                                                                                  | <b>ix</b>   |
| <b>TABLO LİSTESİ</b>                                                                                  | <b>xi</b>   |
| <b>ÖZET</b>                                                                                           | <b>xiii</b> |
| <b>ABSTRACT</b>                                                                                       | <b>xv</b>   |
| <b>1 GİRİŞ</b>                                                                                        | <b>17</b>   |
| 1.1 Literatür Özeti .....                                                                             | 17          |
| 1.2 Tezin Amacı .....                                                                                 | 19          |
| 1.3 Orijinal Katkı .....                                                                              | 19          |
| 1.4 Problem Cümlesi .....                                                                             | 22          |
| 1.5 Alt Problemler .....                                                                              | 22          |
| 1.6 Araştırmanın Sayıtları .....                                                                      | 23          |
| 1.7 Araştırmanın Sınırlılıkları .....                                                                 | 23          |
| 1.8 Tanımlar .....                                                                                    | 23          |
| <b>2 KURAMSAL ÇERÇEVE</b>                                                                             | <b>25</b>   |
| 2.1 Fen Eğitiminde Teknoloji Kullanımı .....                                                          | 25          |
| 2.2 Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Eğitimde Kullanılması ve Literatürde Yapılan Çalışmalar ..... | 26          |
| 2.3 Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Eğitimde Kullanılması ve Literatürde Yapılan Çalışmalar .....      | 31          |
| 2.4 3D Modellerin Eğitimde Kullanılması ve Literatürde Yapılan Çalışmalar .....                       | 33          |
| 2.5 Web 2.0 Araçlarının Eğitimde Kullanılması ve Literatürde Yapılan Çalışmalar .....                 | 35          |
| 2.6 Laboratuvar Eğitimi ve Literatürde Yapılan Çalışmalar .....                                       | 38          |
| 2.7 Uzamsal Yetenek ve Literatürde Yapılan Çalışmalar .....                                           | 41          |
| <b>3 YÖNTEM</b>                                                                                       | <b>50</b>   |
| 3.1 Araştırma Modeli .....                                                                            | 50          |
| 3.2 Çalışma Grubu .....                                                                               | 63          |
| 3.3 Veri Toplama Araçları .....                                                                       | 64          |
| <b>4 BULGULAR</b>                                                                                     | <b>69</b>   |
| 4.1 Birinci Araştırma Sorusu ile İlgili Bulgular .....                                                | 69          |

|                                                                                     |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 4.2 İkinci Araştırma Sorusu ile İlgili Bulgular .....                               | 72         |
| 4.3 Üçüncü Araştırma Sorusu ile İlgili Bulgular .....                               | 83         |
| <b>5 SONUÇ</b>                                                                      | <b>86</b>  |
| 5.1 Araştırma Bulgularına İlişkin Sonuç ve Tartışma.....                            | 86         |
| 5.2 Öneriler .....                                                                  | 92         |
| <b>KAYNAKÇA</b>                                                                     | <b>93</b>  |
| <b>A DENEY FÖYLERİ</b>                                                              | <b>105</b> |
| <b>B TEKNOLOJİ DESTEKLİ BİYOLOJİ LABORATUVAR DERSLERİNİN<br/>ÖRNEK FOTOĞRAFLARI</b> | <b>113</b> |
| <b>C KULLANILAN TEST VE ÖLÇEKLERİN İZİNLER</b>                                      | <b>115</b> |
| <b>D PURDUE UZAMSAL GÖRSELLEME TEST</b>                                             | <b>116</b> |
| <b>E HÜCRE BAŞARI TESTİ</b>                                                         | <b>136</b> |
| <b>F BİYOLOJİ LABORATUVARI TUTUM ÖLÇEĞİ</b>                                         | <b>144</b> |
| <b>TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR</b>                                                    | <b>146</b> |

## SİMGELİSTESİ

---

|           |                                         |
|-----------|-----------------------------------------|
| p         | Anlamlılık Değeri                       |
| $\bar{X}$ | Aritmetik Ortalama                      |
| N         | Kişi Sayısı                             |
| Mdn       | Medyan                                  |
| df        | Serbestlik Derecesi (Degree of freedom) |
| Sd        | Standart Sapma (Standart Deviation)     |



## KISALTMA LİSTESİ

---

|      |                                    |
|------|------------------------------------|
| AG   | Artırılmış Gerçeklik               |
| BLTÖ | Biyoloji Laboratuvarı Tutum Ölçeği |
| DNA  | Deoksiribo Nükleik Asit            |
| HBT  | Hücre Başarı Testi                 |
| MRI  | Manyetik Rezonans Görüntüleme      |
| MEB  | Milli Eğitim Bakanlığı             |
| PUGT | Purdue Uzamsal Görselleme Testi    |
| SG   | Sanal Gerçeklik                    |
| 3D   | Three Dimensions (Üç boyutlu)      |
| yy   | Yüzyıl                             |

## ŞEKİL LİSTESİ

|                                                                                                                                            |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 2.1 Sihirli kitap (Magic Book) (Billingham, 2002).....                                                                               | 28 |
| Şekil 2.2 AG teknolojisinin kimya eğitiminde kullanılması (Abdinejad ve arkadaşları, 2021).....                                            | 30 |
| Şekil 2.3 Watson, Crick ve telden oluşturdıkları model.....                                                                                | 46 |
| Şekil 3.1 Bacteria 3D uygulamasında sanal gerçeklik ile izlenen bakteriler animasyonundan bir kesitin fotoğrafı .....                      | 52 |
| Şekil 3.2 Mozaik3D uygulamasında sanal gerçeklik ile incelenen yeşil öglenanın fotoğrafı.....                                              | 53 |
| Şekil 3.3 Mozaik3D uygulamasında sanal gerçeklik ile incelenen terliksi hayvanın fotoğrafı.....                                            | 53 |
| Şekil 3.4 Mozaik3D uygulamasında sanal gerçeklik ile incelenen tatlı su amibinin fotoğrafı.....                                            | 53 |
| Şekil 3.5 Mozaik3D uygulamasında sanal gerçeklik ile incelenen şapkalı mantarların fotoğrafı .....                                         | 54 |
| Şekil 3.6 Mozaik3D uygulamasında sanal gerçeklik ile incelenen şapkalı mantarların yapısının fotoğrafı.....                                | 54 |
| Şekil 3.7 Hologo uygulaması ile artırılmış gerçeklik halinde incelenen bitki hücresi fotoğrafı.....                                        | 55 |
| Şekil 3.8 Hologo uygulaması ile artırılmış gerçeklik halinde incelenen hayvan hücresi fotoğrafı .....                                      | 56 |
| Şekil 3.9 Hologo uygulaması ile artırılmış gerçeklik halinde incelenen saç kök hücresi fotoğrafı.....                                      | 56 |
| Şekil 3.10 Hologo uygulaması ile artırılmış gerçeklik halinde karşılaştırmalı bir şekilde incelenen hayvan ve bitki hücresi fotoğrafı..... | 57 |
| Şekil 3.11 Mozaik3D uygulamasında 3D model olarak incelenen hayvan hücresi organellerinin fotoğrafı .....                                  | 58 |
| Şekil 3.12 Mozaik3D uygulamasında 3D model olarak incelenen bitki hücresi organellerinin fotoğrafı .....                                   | 58 |
| Şekil 3.13 Mozaik3D uygulamasında 3D model olarak incelenen çekirdek zarı fotoğrafı.....                                                   | 59 |
| Şekil 3.14 Mozaik3D uygulamasında 3D model olarak incelenen çekirdek fotoğrafı .....                                                       | 59 |
| Şekil 3.15 Mozaik3D uygulamasında 3D model olarak incelenen bitki- hayvan hücresi organellerinin karşılaştırma fotoğrafı .....             | 59 |
| Şekil 3.16 Mozaik3D uygulamasında 3D model olarak incelenen golgi fotoğrafı.....                                                           | 60 |
| Şekil 3.17 Mozaik3D uygulamasında 3D model olarak incelenen endoplazmik retikulum fotoğrafı .....                                          | 60 |

|                                                                                              |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Şekil 3.18</b> Mozaik3D uygulamasında 3D model olarak incelenen hücre zarı fotoğrafı..... | <b>60</b> |
| <b>Şekil 3.19</b> Mozaik3D uygulamasında 3D model olarak incelenen plastit fotoğrafı .....   | <b>61</b> |
| <b>Şekil 3.20</b> Mozaik3D uygulamasında 3D model olarak incelenen mitokondri fotoğrafı..... | <b>61</b> |
| <b>Şekil 3.21</b> “In The Cell VR” uygulamasının içerik görüntüleri .....                    | <b>62</b> |
| <b>Şekil 3.22</b> “Inside Cell VR” uygulamasının içerik görüntüleri .....                    | <b>63</b> |
| <b>Şekil 3.23</b> PUGT birinci alt boyutuna ait örnek bir soru.....                          | <b>66</b> |
| <b>Şekil 3.24</b> PUGT ikinci alt boyutuna ait örnek bir soru .....                          | <b>67</b> |
| <b>Şekil 3.25</b> PUGT üçünü alt boyutuna ait örnek bir soru .....                           | <b>67</b> |



## TABLO LİSTESİ

|                                                                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 2.1</b> Derslere entegre edilebilecek web 2.0 araçları .....                                                               | 35 |
| <b>Tablo 3.1</b> Çalışmaya Ait Katılımcıların Demografik Özellikleri.....                                                           | 64 |
| <b>Tablo 3.2</b> Alt problemlere göre veri toplama araçları, veri toplama zamanı ve veri analizi .....                              | 64 |
| <b>Tablo 4.1</b> Hücre başarı testi normallik analizi .....                                                                         | 69 |
| <b>Tablo 4.2</b> Hücre başarı testi ön testine ait bağımsız örneklem t-testi bulguları ....                                         | 70 |
| <b>Tablo 4.3</b> Hücre başarı testi son testine ait bağımsız örneklem t-testi bulguları ..                                          | 70 |
| <b>Tablo 4.4</b> Kontrol grubu hücre başarı testi ön test ve son test bağımlı örneklem t-testi bulguları .....                      | 71 |
| <b>Tablo 4.5</b> Deney grubu hücre başarı testi ön test ve son test bağımlı örneklem t-testi bulguları .....                        | 71 |
| <b>Tablo 4.6</b> Purdue uzamsal görselleme testi normallik analizi.....                                                             | 72 |
| <b>Tablo 4.7</b> PUGT ön testine ait bağımsız örneklem t-testi bulguları .....                                                      | 73 |
| <b>Tablo 4.8</b> PUGT son testine ait Mann-Whitney U testi bulguları.....                                                           | 73 |
| <b>Tablo 4.9</b> Kontrol grubu PUGT ön test ve son testine ait Wilcoxon işaretli sıralar testi bulguları .....                      | 74 |
| <b>Tablo 4.10</b> Deney grubu PUGT ön test ve son test bağımlı örneklem t-testi .....                                               | 74 |
| <b>Tablo 4.11</b> PUGT oluşturma alt boyutu normallik analizi.....                                                                  | 75 |
| <b>Tablo 4.12</b> PUGT oluşturma alt boyutu ön testine ait bağımsız örneklem t-testi bulguları .....                                | 75 |
| <b>Tablo 4.13</b> PUGT oluşturma alt boyutu son testine ait Mann-Whitney U testi bulguları .....                                    | 76 |
| <b>Tablo 4.14</b> Kontrol grubu PUGT oluşturma alt boyutu ön test ve son testine ait Wilcoxon işaretli sıralar testi bulguları..... | 76 |
| <b>Tablo 4.15</b> Deney grubu PUGT oluşturma alt boyutu ön test ve son test bağımlı örneklem t-testi bulguları.....                 | 77 |
| <b>Tablo 4.16</b> PUGT döndürme alt boyutu normallik analizi .....                                                                  | 77 |
| <b>Tablo 4.17</b> PUGT döndürme alt boyutu ön testine ait bağımsız örneklem t-testi bulguları .....                                 | 78 |
| <b>Tablo 4.18</b> PUGT döndürme alt boyutu son testine ait bağımsız örneklem t-testi bulguları .....                                | 78 |
| <b>Tablo 4.19</b> Kontrol grubu PUGT döndürme alt boyutu ön test ve son test bağımlı örneklem t-testi .....                         | 79 |
| <b>Tablo 4.20</b> Deney grubu PUGT döndürme alt boyutu ön test ve son test bağımlı örneklem t-testi bulguları.....                  | 79 |
| <b>Tablo 4.21</b> PUGT görünüm alt boyutu normallik analizi .....                                                                   | 80 |

|                                                                                                                                            |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tablo 4.22</b> PUGT görünümler alt boyutu ön testine ait bağımsız örneklem t-testi bulguları .....                                      | <b>80</b> |
| <b>Tablo 4.23</b> PUGT görünümler alt boyutu son testine ait Mann-Whitney U testi bulguları .....                                          | <b>81</b> |
| <b>Tablo 4.24</b> Kontrol grubu PUGT görünümler alt boyutu ön test ve son testine ait Wilcoxon işaretli sıralar testi bulguları.....       | <b>81</b> |
| <b>Tablo 4.25</b> Deney grubu PUGT görünümler alt boyutu ön test ve son test bağımlı örneklem t-testi bulguları.....                       | <b>82</b> |
| <b>Tablo 4.26</b> Biyoloji laboratuvarı tutum ölçeği normallik analizi.....                                                                | <b>83</b> |
| <b>Tablo 4.27</b> Biyoloji laboratuvarı tutum ölçeği ön testine ait Mann-Whitney U testi bulguları .....                                   | <b>84</b> |
| <b>Tablo 4.28</b> Biyoloji laboratuvarı tutum ölçeği son testine ait bağımsız örneklem t-testi bulguları .....                             | <b>84</b> |
| <b>Tablo 4.29</b> Kontrol grubu biyoloji laboratuvarı tutum ölçeği ön test ve son test bağımlı örneklem t-testi bulguları.....             | <b>85</b> |
| <b>Tablo 4.30</b> Deney grubu biyoloji laboratuvarı tutum ölçeği ön test ve son testine ait Wilcoxon işaretli sıralar testi bulguları..... | <b>85</b> |

## **Teknoloji Destekli Laboratuvar Uygulamalarının Farklı Değişkenler Açısından İncelenmesi**

Sena YILMAZ

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Fen Bilgisi Eğitimi Programı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI

Bu araştırmada, biyoloji laboratuvar dersinde; “Prokaryot ve Ökaryot Hücre, Bitki ve Hayvan Hücresi, Hücre Organelleri” konuları kapsamında uygulanan teknoloji destekli öğrenme ortamlarının fen bilimleri öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin; biyoloji laboratuvar dersi başarılarına, uzamsal yeteneklerine ve biyoloji laboratuvarına yönelik tutumlarına etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. Belirlenen amaç doğrultusunda, çalışma grubunu İstanbul’daki bir devlet üniversitesinde Fen Bilgisi Öğretmenliği Lisans Programı 1. sınıf düzeyinde eğitim görmekte olan 40 öğrenci oluşturmaktadır. Çalışma grubunun belirlenmesinde, amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan kolay ulaşılabilir örneklemeden yararlanılmıştır. Çalışmada ön test- son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Bu araştırma bir deney bir kontrol olmak üzere iki grup ile yürütülmüştür. Biyoloji laboratuvar dersi kapsamında “Prokaryot ve Ökaryot Hücre, Bitki ve Hayvan Hücresi, Hücre Organelleri” konuları deney grubunda bulunan öğretmen adaylarıyla teknoloji destekli öğrenme ortamları dahilinde ele alınırken, kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarıyla geleneksel öğretim yöntemi ile öğretim süreci yürütülmüştür. Konulara ait akademik başarı testi, “Purdue Uzamsal

Görselleme Testi”, “Biyoloji Laboratuvarı Tutum Ölçeği” veri toplama araçları olarak kullanılmış ve ön test-son test olarak uygulanmıştır. Araştırmanın verileri SPSS istatistik programı ile çözümlenmiştir. Çalışmanın sonucunda akademik başarı ve uzamsal yetenek olarak gruplar arasında deney grubu lehine bir fark oluşmuştur. Bunun yanında, deney grubunda biyoloji laboratuvarına yönelik tutumlarda anlamlı bir artış meydana gelmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Biyoloji laboratuvarı, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik, 3D modeller, uzamsal yetenek.



### **Examination of Technology-Supported Laboratory Applications in Terms of Different Variables**

Sena YILMAZ

Department of Mathematics and Science Education

Master of Science Thesis

Supervisor: Prof. Dr. Aslı GÖRGÜLÜ ARI

In this research, in the biology laboratory course; Science teaching 1st grade students of technology-supported learning environments applied within the scope of "Prokaryotic and Eukaryotic Cell, Plant and Animal Cell, Cell Organelles"; The aim of this study was to investigate the effects of biology laboratory course achievement, spatial abilities and attitudes towards biology laboratory. In line with the determined purpose, the study group consists of 40 students studying at the 1st year level of Science Education Undergraduate Program at a state university in Istanbul. In the determination of the study group, easily accessible sampling, which is one of the purposive sampling methods, was used. In the study, a quasi-experimental design with pretest-posttest control group was used. This research was conducted with two groups, one experimental and one control. Within the scope of the biology laboratory course, the subjects of "Prokaryotic and Eukaryotic Cell, Plant and Animal Cell, Cell Organelles" were discussed within the technology-supported learning environments with the teacher candidates in the experimental group, while the teaching process was carried out with the traditional teaching method with the teacher candidates in the control group. The academic achievement test of the subjects, the "Purdue Spatial Visualization Test", the "Biology Laboratory Attitude Scale" were used as data collection tools and were applied as

pretest-posttest. The data of the research were analyzed with the SPSS statistical program. One of the prominent results of the study is a significant difference between the groups in terms of academic achievement and spatial ability in favor of the experimental group. In addition, the attitudes of the participants towards the biology laboratory increased in the experimental group.

**Keywords:** Biology laboratory, augmented reality, virtual reality, 3D models, spatial ability.



### 1.1 Literatür Özeti

Yaşadığımız çağ, sürekli gelişen bilgi ve teknolojiden dolayı dijital çağ olarak adlandırılmaktadır. Endüstri 4.0 ile teknolojinin insan yaşamı üzerindeki etkisi gün geçtikçe artmakta ve hızlı bir şekilde gerçekleşecek dijital dönüşümü tetiklemektedir. Büyük bir ivme ile değişen ve dönüşen günümüz dünyasında, toplumsal yaşamda dijitalleşme adı altında birçok köklü değişiklikler yaşandığı görülmektedir. Bu değişmelerin yaşandığı alanlardan biri olarak eğitimde de teknolojinin entegrasyonu kaçınılmaz hale gelmiştir. Özellikle Türkiye’de ilk vakanın 11 Mart 2020 tarihinde görülmesiyle birlikte sonraki süreçte COVID-19 ile ilgili birçok önlem alınmıştır. Eğitim-öğretim süreçleri de alınan bu önlemlerin uygulandığı alanların başında gelmiştir. COVID-19 ile mücadele kapsamında eğitim-öğretim faaliyetlerinin uzaktan eğitim sürecine geçilmesi, beraberinde birtakım problemleri getirse de eğitimde dijitalleşme sürecine ivme kazandırmıştır (Ağaoğlu ve Bavlı, 2023). Kullanılan teknolojilerin çeşitlenmesi ve kullanıcılarına aktardığı imkanların çoğalmasıyla birlikte eğitim-öğretim sürecinde teknolojinin kullanımının arttığı görülmüştür (Ramazanoğlu ve Aker, 2019).

Dijital çağda ülkeler arasında çok yönlü rekabet ortamı oluşmaktadır. Ülkeler, vatandaşlarının refah içinde yaşamlarını sürdürebilmeleri ve diğer ülkelerle rekabet içinde olabilmeleri için, eğitimin önemli olduğunu kavramışlardır. Bu yarışta ülkemizin ön sıralarda yer alması; teknolojideki gelişmelere ve yeniliklere ayak uydurabilen, yaratıcı, üretken bireylerin yetiştirilmesiyle sağlanabileceği düşünülmektedir (Akpınar, Aktamış ve Ergin, 2002). Bu nedenle öğrencilerin günlük hayatlarında kullanabilecekleri bilgileri öğrenmelerinin yanı sıra bu bilgileri teknolojiyle uyarlamaları ve teknolojiyle desteklemeleri gerekmektedir. Bu hedeflerin gerçekleşmesi amacıyla eğitim sistemlerinde dijital dönüşüm gerçekleşmektedir. Günümüzde eğitimdeki bu dijital dönüşüm “Eğitim 4.0” olarak adlandırılmaktadır. Eğitimde dönüşüm, yaşanan sanayi devrimleriyle bağlantılı olarak eğitim 1.0, eğitim 2.0, eğitim 3.0, eğitim 4.0 olmak üzere dört süreçten geçtiği söylenebilmektedir. Tarım toplumlarının ihtiyaçlarına yönelik hazırlanan,

öğretmenin bilgiyi aktardığı öğrencinin ise dinleyip ezber yaptığı anlayışı (Eğitim 1.0); eğitim verilen kurumların bir fabrika, öğrencilerin ise bu fabrikalarda işlenen ürün olarak bakıldığı, eğitimin temel amacının sanayide kullanılabilecek teknolojik araçların geliştirilmesi olan anlayış (Eğitim 2.0) izlemiştir. Kullanımı yaygınlaşan internet ve sosyal medyayla birlikte kendi kendine öğrenme olgusunu benimseyen öğrenci kitlesi ile bilgiyi üretme odaklı eğitim anlayışı (Eğitim 3.0) yerini “yaşam boyu öğrenme” misyonu ile endüstri 4.0 kapsamında ortaya çıkan her alanda üretecek, geliştirecek, üretilenleri kullanabilecek öğrenciler yetiştiren anlayışa (Eğitim 4.0) bırakmıştır. Eğitim 4.0 sadece bir eğitim anlayışı olarak görülmemektedir. Eğitimin yanında inovatif düşünerek yenilikleri meydana çıkartmak, sorumluluk duygusu, analitik düşünme, çok kültürlü bir şekilde bilgi paylaşımı, kariyer düzenleyebilme gibi birçok üretim odaklı unsurların üstünde durmaktadır (Öztemel, 2018).

Günümüz öğrencileri; teknolojinin içine doğmuş, teknoloji ile büyüyen, onunla iletişim kuran, teknolojiyi hayatının bir parçası görüp vazgeçilmez kılan ve Prensky’e göre “Dijital Yerli” olarak adlandırılan nesildir (Tulum ve Kaya, 2022). Dijital yerli bireylerin öğretiminde, geleneksel yöntemler ve geleneksel öğrenme ortamları yetersiz kalmaktadır (Somyürek, 2014). Bu nedenle dijital teknolojiler ile donatılmış bir çevrede büyüyen bu neslin eğitiminde de dijital teknolojileri kullanmak elzem duruma gelmektedir. Dijital teknolojiler; öğretmen, öğrenci, öğretim sürecinde kullanılan yöntem-teknikler ve araç-gereçler, öğretimin sonunda yapılan ölçme değerlendirme süreci gibi birçok öğretim unsurunda aktif olarak kullanılmaya başlanmıştır (Ağaoğlu ve Bavlı, 2023). Eğitimde teknolojinin entegre edildiği birçok alan bulunmaktadır. Bunlardan biri fen bilimleri alanıdır.

Eğitimde dijital entegrasyon ile birlikte fen bilimleri öğretiminde de güncel yaklaşımlar literatüre kazandırılmıştır. Bu yaklaşımların asıl amacı; fen bilimleri dersinde bulunan kazanımların nasıl daha kalıcı hale getirilebileceği, kavramların soyutluktan somutluğa nasıl aktarılabilceği, dersleri sıkıcılıktan ve monotonluktan kurtarmak amacıyla hangi yöntem-teknik ve araçların kullanılabileceği ile ilgili şemalar oluşturmaktadır. Fen bilimleri günlük yaşamın vazgeçilmez bir parçasını oluşturmaktadır. Soyut hadiselerin fazla olduğu fen derslerinde somut, yaparak yaşayarak öğrenilen, eğlenceli öğrenme ortamları oluşturarak öğrencilerin günlük yaşamı anlamlandırma sürecinde dijital teknolojilerin sunmuş olduğu fırsatlardan

sıklıkla yararlanılmaktadır. Öte yandan fen bilimleri öğrencilere; bilimsel düşünme becerileri (yaratıcı, yansıtıcı, eleştirel, analitik, metabilşsel, lateral), fen bilimleri öğretim programında yer alan bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri, mühendislik ve tasarım becerileri, laboratuvar ve deney yapma sayesinde psikomotor becerilerini kazandırmaktadır. Fen bilimlerinin bel kemiği kabul edilen laboratuvar uygulamaları ile öğrencilerin laboratuvar becerileri gelişmektedir. Laboratuvar becerisi, öğrencilerin bilim laboratuvarlarında bilimsel deney ve uygulamaları gerçekleştirme becerisidir. Öğrenciler temel laboratuvar becerilerine hakim olurken bilimsel olayları başarılı bir şekilde analiz ederek gözlemleyebilir. Laboratuvar becerilerinin geliştirilmesi öğrencilerin ileri düzeyde bilim eğitimi alması ve gelecekte bilim, teknoloji, matematik, mühendislik disiplinlerini içeren kariyerlerinde başarılı olmaları için çok önemlidir (Jiang ve diğerleri, 2023). Fen bilimleri derslerine teknolojinin entegrasyonu ile birlikte bu becerilere ek olarak teknolojiyi üretme, ürettiklerini verimli ve etkili bir şekilde kullanma, genel olarak çağımızın bizden istediği 21. yüzyıl becerilerinin kazandırılmasına fırsat sağlayacaktır (Talan, 2022). Özellikle gelişen teknoloji alanlarından artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik teknolojisinin, eğitimde dijital dönüşüme yeni bir kapı aralayacağı düşünülmektedir. Bu nedenle öğrenme ortamlarında güncel eğitim teknolojilerinin kullanımına ilişkin çalışmaların yapılması önemlidir.

## **1.2 Tezin Amacı**

Bu araştırmanın temel amacı; biyoloji laboratuvar dersinde; “Prokaryot ve Ökaryot Hücre, Bitki ve Hayvan Hücresi, Hücre Organelleri” konuları kapsamında uygulanan teknoloji destekli öğrenme ortamlarının fen bilgisi öğretmenliği 1. sınıf öğrencilerinin; biyoloji laboratuvar dersi başarılarına, uzamsal yeteneklerine ve biyoloji laboratuvarına yönelik tutumlarına etkisinin araştırılmasıdır.

## **1.3 Orijinal Katkı**

Milli Eğitim Bakanlığı öncülüğünde hazırlanan günümüzde kullanılan fen bilimleri dersi öğretim programında “bilimin uygulama ve ekonomiye girdi üretme niteliği önemsenmiş, bu bağlamda her bir ünite, konu ve kazanım günlük hayat ihtiyaçlarını gidermeye yönelik teknolojiler üretilmesi” benimsenen stratejiler arasındadır (MEB, 2018). Benimsenen strateji, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının dijital

okuryazar olma vb. dijital yetkinliklerini geliştirmeleri gerektiğini gözler önüne sermiştir. Öğretmen ve gelecekte mesleğine atılacak öğretmen adaylarının dijital yetkinliklere sahip olmaları, eğitim-öğretim ortamlarında gerekli olan dijital becerileri kullanmakta daha iyi olacaklarını göstermektedir. Böylece eğitimde teknoloji entegrasyonu daha hızlı bir şekilde gerçekleşmekte ve yaşadığımız çağa uygun bir eğitim sunulabilmektedir. Bu şekilde günümüzün “dijital yerli” olarak adlandırılan öğrencilerinin ilgi ve ihtiyaçlarına cevap verebilecek bir eğitim-öğretim ortamı sağlanmış olacaktır. Günümüz çağına uygun eğitim-öğretim ortamlarında öğretmenin rolü; kendi alanında ve teknolojide gerçekleşen değişim-gelişimleri takip etmek, bu değişimlerle birlikte kendisini yenilemek ve eğitmek, takip edilen gelişmeler neticesinde derslerinde teknoloji entegrasyonu ile derslerini güncellemek, öğrencilerine bu süreçlerde rehber olmaktır (Gündüzalp, 2022). Ülkemizde kullanılan öğretim programlarında yer alan yetkinlikler kısmında adı geçen dijital yetkinlik, günümüz koşullarında önemli bir yetkinliktir. Geleceğin öğretmenlerine dijital yetkinlik kazandırmak için teknolojinin eğitim sürecine nasıl entegre edileceğini araştırmak, teknolojiyi mevcut kullanılan pedagojik yaklaşımlara dahil etmek ve anlamlı öğrenmenin sağlanması için teknolojiyi derslerde kullanmak olmak üzere üç temel başlık üzerinde durulmaktadır (Starkey, 2020). Öğretmen adaylarının yetiştirilmesi sürecinde göz önüne alınan temel ilkeler; teknolojinin eğitim programındaki tüm alanlara dahil edilmesi, teknolojinin bağımsız bir şekilde değil de belirlenen bağlamla, verilen içeriğe yönelik kullanılması ve gelişen teknolojilerle desteklenen eğitim-öğretim ortamlarının sunulması şeklinde sıralanmaktadır. Burada özellikle üçüncü ilke olan eğitim-öğretim ortamlarının gelişen teknolojilerle desteklenmesi konusuna Bilgi Teknolojileri ve Öğretmen Eğitimi Derneği (Society for Information Technology and Teacher Education) de dikkat çekmektedir. Dernek derslerde Powerpoint gibi bilgisayar teknolojilerinin kullanılmasının öğrenmeyi pratik yaparak deneyime çevirmede yetersiz olduğunu, bunun yerine yenilikçi, yaratıcı ve gelişen teknolojilerle öğrenme deneyimi sunulması gerektiğini ifade etmektedir (Laxmi ve Gure, 2016). Artırılmış ve sanal gerçeklik, bahsedilen özellikleri barındıran, öğretmen adaylarına eğitim verilirken eğitim-öğretim ortamına entegre edilebilecek gelişen teknolojilerin başında gelmektedir. Milli Eğitim Bakanlığı tarafından 2015 yılında yayınlanan Fen ve Teknoloji Öğretmeni Özel Alan Yeterliliklerine göre öğrenme ortamlarını bilimin günlük yaşamımızda kullanımını ve karar almaları

konusunda nasıl yardım edebileceğini öğrenecekleri şekilde oluşturmak öğretmenin görevidir (MEB, 2015). Bu nedenle, öğretmenlerin teknolojiden yararlanmaları ve öğrencilerinin de teknolojiden verimli yararlanma seviyelerinin artırılmasını sağlamaları kaçınılmazdır (Ormancı, Çepni ve Ülger, 2018). Öğretmenler, bu görevi yerine getirmeleri için gereken bilgi ve becerileri öğrenmekle yükümlüdür. Bu kapsamda çalışmamızın önemi ortaya çıkmaktadır. Başta artırılmış ve sanal gerçeklik uygulaması gibi teknolojik materyaller ile eğitim alan öğretmen adayları ilerde bu deneyimlerini ele alarak derslerinde teknolojiyi kullanabileceklerdir. Çalışmaya katılan öğretmen adaylarının teknoloji ve bilim alanlarında sahip olmaları gereken temel yetkinliklerinin artırılmasına olanak sağlaması hedeflenmiştir.

Böyle bir çalışma ile eğitim-öğretim ortamında teknolojik imkanların kullanılması ve etkileri ortaya konulmuştur. Özellikle öğretmen adaylarının araştırmanın örneklemini olmasından dolayı, eğitim teknolojilerinin eğitim-öğretim ortamlarında kullanılmasının sürdürülebilir bir şekilde sağlanmasında önemli bir çalışmadır. Çünkü proje kapsamında sanal ve artırılmış gerçeklik başta olmak üzere çeşitli eğitim teknolojileri ile eğitim alan öğretmen adayları, içinde bulundukları öğrenme ortamlarını gelecekte öğretim ortamları şekline dönüştürebileceklerdir. Çalışma, derslerinde gelişen teknolojileri kullanmak isteyen öğretim elemanları, öğretmen ve öğretmen adayları için bir kılavuzluk görevi yapacaktır. Çalışma kapsamında biyoloji laboratuvarında hücre konusunda kullanılacak deney föyleri oluşturulmuştur. Bu kapsamda öğretim üyelerinin, öğretmenlerin laboratuvar derslerine katkı sağlayacak bir ürün ortaya çıkması amaçlanmıştır. Deney föylerinde konu ile ilgili teorik bilgiye ek olarak web 2.0 araçları, 3D modeller, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik uygulamalarını içeren qr kodlar yer almaktadır. Bu materyaller öğretmen ve öğretim üyeleri ile paylaşılmaktadır.

Literatürde örneklemini fen bilimleri öğretmen adayları olan, artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojisi kullanımının fen bilimleri öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri üzerine etkisini araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışma ile literatürdeki bu boşluğun doldurması beklenmektedir.

Yapılan çalışmalara laboratuvar uygulamaları ve laboratuvar derslerine teknoloji entegrasyonu kapsamında bakıldığında çalışmalar daha çok sanal laboratuvarlar üzerine yapılmaktadır. Sanal laboratuvarlarla yapılan çalışmalarda ise kullanıcının

yaşantı ortamının bizzat içinde olmadığı dezavantajı karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışmada öğretmen adayları yaşantı ortamının bizzat içerisinde deneyim kazanırken gelişen teknolojileri de kullanma fırsatı yakalamışlardır. Geleneksel laboratuvar uygulamalarına ek olarak teknolojiyi entegre eden sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Literatürdeki bu boşluğu doldurmaya yönelik çalışmamızda, geleneksel laboratuvar derslerinde yapılacak deneylere ek olarak web 2.0 araçları, 3D modeller, artırılmış ve sanal gerçeklik uygulamaları ile deney yapılacak konu hakkında daha detaylı incelemelere olanak sağlanmıştır. Böylece öğretmen adayların zaten aktif oldukları laboratuvar ortamlarında çeşitli eğitim teknolojileri ile üç boyutlu görme, inceleme ve hareket ettirme deneyimleriyle, öğrenme çıktılarını teknoloji tabanlı öğrenme ortamı sayesinde zenginleştirilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca teknoloji ile zenginleştirilen laboratuvar ortamının, öğrenmeyi etkili, eğlenceli ve ilgi çekici hale getirmesi beklenmektedir.

#### **1.4 Problem Cümlesi**

Bu çalışmanın problem cümlesi: Biyoloji laboratuvar dersinde “Prokaryot ve Ökaryot Hücre, Bitki ve Hayvan Hücresi, Hücre Organelleri” konuları kapsamında uygulanacak teknoloji destekli öğrenme ortamlarının fen bilimleri öğretmen adaylarının akademik başarıları, uzamsal yetenekleri ve tutumları üzerindeki etkileri nelerdir? şeklindedir.

#### **1.5 Alt Problemler**

1. Biyoloji laboratuvar dersini alan, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının biyoloji laboratuvar dersi başarıları arasında uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?
  - 1.1. Kontrol ve deney grubundaki öğretmen adaylarının Hücre Akademik Başarı Testi ön test-son test puanları arasında anlamlı bir fark var mıdır?
2. Biyoloji laboratuvar dersini alan, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri uygulama öncesi ne düzeydedir? Uygulama sonrasında, deney ile kontrol grubu arasında, uzamsal yetenek bakımından anlamlı bir fark var mıdır?
3. Biyoloji laboratuvar dersini alan, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının biyoloji laboratuvar dersine yönelik tutumları uygulama öncesi ne

düzyededir? Uygulama sonrasında, iki grup arasında, biyoloji laboratuvar dersine yönelik tutumlar bakımından anlamlı bir fark var mıdır?

## 1.6 Araştırmanın Sayıtları

Mevcut çalışmanın sayıtlarını şu şekilde ifade etmek mümkündür.

- Çalışma sırasında öğretmen adaylarına uygulanan veri toplama araçlarında bulunan soruların samimiyetle, güvenilir ve doğru şekilde cevaplandığı varsayılmıştır.
- Deney ve kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının uygulama sürecinde birbirinden etkilenmedikleri varsayılmıştır.
- Araştırmacı uygulama sürecinde aktif rol almıştır. Araştırmacının uygulama sürecine uygun bir şekilde bilgi birikimini aktardığı, yansız davrandığı ve çalışmaya olumsuz etki etmediği varsayılmıştır.

## 1.7 Araştırmanın Sınırlılıkları

Mevcut araştırmanın sınırlılıklarını şu şekilde ifade etmek mümkündür.

- Bu araştırma İstanbul'da bir devlet üniversitesinde 2022-2023 bahar yarıyılında öğrenim görmekte olan birinci sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarıyla sınırlıdır.
- Araştırmada kullanılan artırılmış ve sanal gerçeklik uygulamalarının bazıları Android bazıları iOS işletim sistemi desteklidir
- Çalışma Biyoloji dersinin “Prokaryot ve Ökaryot Hücre, Bitki ve Hayvan Hücresi, Hücre Organelleri” konuları ile sınırlıdır.
- Çalışma beş uygulama haftası, 20 ders saati ile sınırlıdır.

## 1.8 Tanımlar

**Artırılmış Gerçeklik (AG):** Bilgisayar programları tarafından üretilen grafik, video, ses, konum bilgisi vb. verilerin gerçek dünyaya aktarılmasıdır (Zachary, Ryder, Hicinbotham ve Bracken, 1997).

**Sanal Gerçeklik (SG):** İlgili grafik ve ara yüzler ile birçok duyuyu entegre edip farklı ortamlarda varlık, hareket ayrıca gerçeklik deneyimi sunan simülasyon formudur (Kuna ve diğerleri, 2023).

**3D Modelleme:** Bir cismin bütün yüzeylerinin bilgisayar ortamında üç boyutlu bir şekilde kullanıcıya sunulmasıdır (Slater, Steed ve Chrysantho, 2002).

**Web 2.0:** “İşbirliğine Dayalı Web” olarak adlandırılan, kullanıcı merkezli, etkileşime dayalı araç ve teknolojilerin tamamıdır (Isaias vd., 2022).

**Uzamsal Yetenek:** Bireyin durum veya nesneleri zihninde canlandırarak bu nesne ve durumların üzerlerinde oynamalar yaparak yeni görüntüler elde etme yeteneğidir (Lohman, 1993).



## 2.1 Fen Eğitiminde Teknoloji Kullanımı

Fen Bilimleri dersi, öğrencilerin tam olarak anlamlandıramadıkları soyut kavram ve konuların yer aldığı bir ders olarak nitelendirilebilmektedir. Dersin; biyoloji, fizik ve kimya başta olmak üzere birçok farklı disiplinlerden oluşması da öğrenciler gözünde zor gözükmesine neden olmaktadır. Fakat içerdiği konuların çoğu günlük yaşamla ilişkilidir. Bu nedenle fen bilimleri dersinin öğrencilere nasıl aktarılacağı çok önemlidir. Konun öğrenciler tarafından anlamlandırılması ve kalıcı bir şekilde öğrenilmesi esas alınmalıdır. Anlamlandırma sürecinin oluşması için öğrencilerin duyma duyusunun yanında dokunma ve görme duyularını da işin içine katması önemlidir. Fen Bilimleri dersi alan yaş grubuna, onlar için soyut olan bir ifade somutlaştırılmadan aktarıldığında ifadeyi tahmin edebilirler fakat zihinlerinde bir görselleştirme yapamadıkları için anlamlandırma sürecinin yarıda kalmasına sebep olmaktadır. Öğrencilerin anlamlandırma, anlamlandırılan bilgilerin günlük yaşama entegre edilme sürecinde öğrenme ortamlarının ve bu ortamda kullanılan materyal çeşitliliği önem arz etmektedir. Öğrenciler, bireysel farklılıklarına göre seçebilecekleri materyaller ile verimli ve etkili bir öğrenme gerçekleştirmiş olacaklardır (Avcı, 2013).

Günümüzde teknoloji ile eğitim ayrılmaz parçalar gibi düşünülmekte, teknolojinin entegre edilebileceği derslerin başında Fen Bilimleri dersi olduğu söylenmektedir. Teknolojinin entegre edildiği ve bu entegrasyonun aktif olarak kullanıldığı öğrenme ortamları, farklı materyallerin kullanılmasına neden olmaktadır. Teknolojiyi kullanarak daha çok duyu organına hitap edip ilgi çekici materyaller oluşturulabilmektedir (Özmen, 2004). Fen eğitiminde fotoğraf, zihin haritaları, kavram haritaları, grafik, slayt gibi birçok görsel materyal kullanılmaktadır (Yeşilyurt, 2004). Gelişen teknoloji ile birlikte bu materyaller yerini bilgisayarlara, tabletlere, animasyonlara, simülasyonlara, projeksiyonlara, etkileşimli tahtalara, sanal laboratuvarlara, online hizmetlere bırakmıştır. Duraksamayan bilim ve teknoloji ile öğretim materyalleri çeşitlenmiş, böylece sınıflarda web 2.0 araçları, 3D modeller, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik gibi teknolojiler kullanılmaktadır.

Akçay, Aydoğdu ve diğerleri (2005) sınıflarda eğitim ve öğretim amacıyla kullanılan teknolojilerin, öğrencilerin analitik düşünme, yaratıcılık, problem çözme ve kritik düşünme becerilerine olumlu yönde katkı sağlayacağını belirtmektedirler. Teknoloji destekli gerçekleştirilen bir öğrenme ile öğrenciler, öğrenilen konularla ilgili zihinlerinde bir şema oluşturabilecek veya var olan bir şema ile bağlantı kurabileceklerdir. Böylece öğrenci konuları bir bütün olarak görme fırsatı sağlayacaktır. Örneğin çeşitli web 2.0 araçları kullanarak bir zihin haritası oluşturulabilir. Öğrenci teknolojik araçlarla oluşturulmuş bu zihin haritasında öğrendiklerini ilişkilendirmektedir. Öğrencilere önceden oluşturulmuş uygulamalar veya kendileri oluşturabilecekleri ortamlar sunmak, hem öğrenci hem de öğretmen için anında dönüt fırsatı sağladığından oldukça önemlidir (Tsai ve diğerleri, 2001).

Özetle eğitim teknolojilerinin fen bilimleri eğitiminde kullanılması;

- Öğrencilerin derslere aktif bir şekilde katılmasını sağlar.
- Eğitim-öğretimi daha ilgi çekici ve eğlenceli hale getirir.
- Yer ve zamandan bağımsız olarak öğrenciye istediği yerde, istediği zaman, istediği kadar tekrar etme imkanı sağlar.
- Derslerde sadece yazı tahtası ve ders kitabının kullanıldığı geleneksel sınıflardan uzaklaştırır.
- Bireysel farklılıklara hitap ederek herkesin kendi hızında öğrenmesine imkan sağlar.
- Birden fazla etkili ve dikkat çekici materyal kullanma fırsatı sağlar (Akçay, Aydoğdu ve diğerleri, 2005).
- Animasyon, video, resim gibi görselliğin yanında duyma ve dokunma duyu organlarını da entegre ederek öğrenme ürününü anlamlı ve güçlü kılar (Gündüz ve Daş, 2017).

## **2.2 Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Eğitimde Kullanılması ve Literatürde Yapılan Çalışmalar**

21. yüzyıl itibari ile hızlı bir gelişim ivmesi yakalayan teknolojik ürünlerden birisi de artırılmış gerçekliktir. Literatürde artırılmış gerçeklik, bilgisayarda oluşturulan grafiklerin gerçek dünyaya aktarılması (Silva, Oliveira ve Giraldi, 2003); gerçek ve sanal ortamda bulunan nesnelerin eş zamanlı bir şekilde sunulması (Azuma, 1997);

bilgisayar ortamında oluşturulan ses, görüntü, video, 3D nesne ve animasyon vb. bileşenlerin gerçek dünyaya aktarılması ile gerçek ortamı zenginleştirmek (Gonzato, Arcila ve Crespın, 2008); sanal nesnelerle, gerçek nesnelere ve ortama benzer biçimde dijital olarak oluşturulmuş ortamlar (Milgram ve diğerleri, 1995) olarak farklı şekillerde tanımlanmaktadır. Artırılmış gerçeklikte kullanıcı, bilgisayarlar yardımıyla meydana getirilmiş sanal nesnelere veya ortamlara eş zamanlı bir şekilde maruz kalmaktadır (Kipper ve Rampolla, 2012). Bu durum akıllı telefon, tablet gibi aletlerle gerçek ve sanal katmanları bir araya getiren uygulamalar yardımıyla ortaya konulmaktadır (Fombona ve diğerleri, 2018).

Artırılmış gerçeklik teknolojisinin dört temel bileşeni bulunmaktadır. Bu bileşenler; gerçek dünyada bulunan objeler, kamera, kullanılan objelerin boyutları ile konum işaretleyicileri, bilgisayar ortamında oluşturulan görsellerdir. Bu dört temel bileşen birleştirilerek gerçeklik algısının oluşturulduğu ortamlar meydana getirilmektedir (Delello, 2014). Azuma (1997) ise artırılmış gerçekliğin üç temel bileşenden oluştuğunu vurgulamıştır. Bu üç temel bileşen; gerçek-sanal dünyanın bir araya getirilmesi, eş zamanlı bir şekilde etkileşim sağlanması ve üç boyutlu bir şekilde kayıt altına alınmasıdır.

Yaşamımıza daha fazla entegrasyonu sağlanmış ve gün geçtikçe gelişim gösteren teknolojilerden biri olan artırılmış gerçeklik teknolojisi askeri, turizm, eğlence, psikoloji, mühendislik, pazarlama, reklamcılık, spor, sağlık ve eğitim alanlarında kullanılmaya başlanmıştır (Azuma, 1997; Yen, Tsai ve Wu, 2013; İbili ve Şahin, 2013; Kaufman, 2003). Artırılmış gerçeklik teknolojisinin etkileşim ve simgeleme yeteneğinin yüksek düzeyde olması sebebiyle kullanıcılarına dokunma hissi, varlık duygusunun yanında orijinal öğrenme deneyimi yaşatmaktadır (Özdemir, 2017).

Eğitim ve öğretim faaliyetlerini desteklemek amacıyla artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılmaktadır. Anaokul eğitiminden lisansüstüne kadar her eğitim kademesinde kullanılmasına ek meslek eğitimlerinde de artırılmış gerçeklik kullanılmaktadır. Eğitim ve öğretim sürecinde ne kadar çok duyu organı işin içine katılırsa bilgi o kadar kalıcı hale gelmektedir. Bu sebeple AR teknolojisinin eğitime entegrasyonu ile öğrencilerin dikkati çekilmekte ve öğrenmeye karşı hevesleri artırılmaktadır (Luckin ve Fraser, 2011). Günümüzde benimsenen eğitim felsefelerinden biri olan yeniden kurmacılık ve benimsenen yaklaşımlardan yapılandırmacılık yaklaşımına göre öğrenciler bir şeyleri yaparak yaşayarak ve

kendileri keşfederek öğrenmekten zevk alırlar. Bir hikayenin kahramanı olmak, bir deneyi kendi başlarına yapmak gibi kendilerini temele alan öğrenme etkinliklerinden keyif almaktadırlar. Billinghamurst 2002 yılında çocukların kitabın bir parçası haline gelmeleri adına “Sihirli Kitap (Magic Book)” adlı uygulamayı meydana getirmiştir. Bu uygulama ile okuyucular, elde taşınabilen göstericiyi kitabın sayfalarında bulunan işaretçilere tutarak hikayedeki objeleri üç boyutlu bir biçimde görüntülemektedirler.



**Şekil 2.1** Sihirli kitap (Magic Book) (Billinghamurst, 2002)

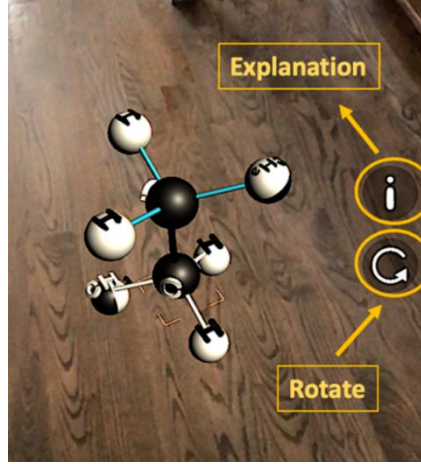
Artırılmış gerçeklik teknolojisinin eğitime entegrasyonu öğrencilerin öğrenmeye isteklerini, ilgilerini, memnuniyetlerini, dikkatlerini geleneksel eğitime göre artırmaktadır (Di Serio ve diğerleri, 2013). AR teknolojisi sayesinde öğrenciler olgu ve kavramları canlandırılmış halde görmekte ve soyut olan kavramları zihinlerinde somut bir şekilde anlamlandırabilmektedirler (Abdüsselam ve Karal, 2012). Yuen ve arkadaşları (2011) çalışmalarında artırılmış gerçekliğin öğrenme alanlarındaki yerini, önemini ve bu teknoloji ile öğrencilere bireysel farklılıklarına göre öğrenme ortamları sunulabileceğini vurgulamışlardır.

Artırılmış gerçekliğin eğitim alanında kullanıldığı çalışmalar öğrenciler açısından olumlu sonuçlar ortaya koyduğu görülmektedir. Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile öğrencilerde bulunan kavram yanlışlarının giderilmesi (Rosenbaum ve diğerleri, 2006; Hedley ve Shelton, 2002; Fleck ve Simon, 2013), öğrencilerle öğretmenler arasında ki iletişimi güçlendirmesi (Al-Fahad, 2009; Thornton ve Houser, 2005), öğrencilerin derslere karşı motivasyonlarının yükselmesi (Taşkırın ve diğerleri, 2015; Delello, 2014; Bujak ve diğerleri, 2013; Fleck ve Simon, 2013; Kerawalla, 2006), öğrencilerin karşılaştıkları problemler karşısında farklı çözüm yolları geliştirmesi (Cavuş ve Uzunboylu, 2009), eğlenerek öğrenme deneyimi sağlaması

(Taşkıran ve diğerleri, 2015; Rambli ve diğerleri, 2013), mekan ve zamandan bağımsız bir şekilde bilgiye her an erişilme fırsatı sunması (Uzunboylu ve diğerleri, 2009; Karadeniz, 2009), öğrenme sürecinde öğrenciyi merkeze alarak yaparak-yaşayarak öğrenme fırsatı sunması (Delello, 2014; Taşkıran ve diğerleri, 2015; Singhal ve diğerleri, 2012), öğrencilerin merak duygusunu harekete geçirmesi (Abdüsselam, 2012) sağlanmaktadır.

Z kuşağı öğrencilerinin bilim ve teknolojiye olan merak ve ilgisi ortaokulda fen bilimleri, lise de fizik, kimya, biyoloji dersleri ile devam etmektedir. Günlük hayatın içinden olan fakat öğrencilerin net olarak görüp somutlaştıramadıkları olgu ve kavramları anlamlandırmak hayal gücü ile düşünmeyi mümkün kılar. Örneğin su molekülünün yapısı, elektronların hareket yönü, gezegenlerin hareketi, dünyanın yapısı, su döngüsü gibi konuların somutlaştırılarak gösterilmesi bilginin kalıcılığını sağlamaktadır. Buluş-Kırıkkaya ve Şentürk (2018) tarafından yapılan çalışmada fen bilimleri dersinde Güneş Sistemi ve Ötesi ünitesinde AG uygulamalarının 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına etkisi ve öğrencilerin görüşleri incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin akademik başarıları olumlu bir şekilde etkilenecek, derse daha hevesli bir şekilde katıldıklarını dile getirmişlerdir. Karakaş ve Özerbaş (2020) tarafından hem akıllı telefonlarda hem de bilgisayarlarda kullanılabilen fizik dersi optik ünitesine dair bir artırılmış gerçeklik uygulaması geliştirilmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin derslere karşı daha ilgili ve istekli oldukları, eğlenceli bir öğrenme ortamında daha iyi öğrendikleri vurgulanmıştır. Yapıcı ve Karakoyun (2021) biyoloji eğitiminde AG kullanımı ile ilgili öğretmen adaylarının görüşlerini incelemişlerdir. Çalışma kapsamında Aurasma (HP Reveal) uygulaması ile hazırlanan materyaller öğretmen adaylarına sunulmuş daha sonra öğretmen adaylarından bu uygulama ile kendi materyallerini tasarımları istenmiştir. Çalışma sonucunda öğretmen adayları artırılmış gerçeklik teknolojisini istenilen kadar tekrar etme fırsatı sunma, eğlenceli, heyecan verici ve somutlaştırma özelliğinden dolayı avantajlı bulmuşlardır. Bunun yanında her konuya uygun materyalin hazırlanamaması, maliyetli olması, internet bağlantısının kesilmesi gibi dezavantajlarını da vurgulamışlardır. Abdinejad ve arkadaşları (2021) molekül yapılarını somutlaştırmak amacıyla ARchemy adlı bir uygulama geliştirmişlerdir. Geliştirilen uygulama basit, anlaşılır, düşük maliyetli ve hem iOS hem de Android

işletim sisteminde çalışan bir uygulamadır. Öğrencilerin moleköl yapılarını anlamlandırmalarına olumlu etkisi olabileceği öngörülmektedir.



**şekil 2.2** AG teknolojisinin kimya eğitiminde kullanılması (Abdinejad ve arkadaşları, 2021)

Sivri ve Arı (2020) genel biyoloji derslerinde kullanılmak üzere AG teknolojisini kullanarak mobil uygulama tasarlamış ve öğrencilerin görüşlerini incelemişlerdir. Öğrenciler laboratuvarı net bir şekilde gözlemleyemedikleri mikroskop görüntülerini tasarlanan AR uygulaması ile gözlemlediklerini, net bir şekilde gözlem yaptıkları için kavram yanılgısına sahip olmadıklarını vurgulamışlardır.

Terzioğlu, Akbıyık ve Yıkmaş (2023) yaptıkları çalışmada zihinsel yetersizliğe sahip olan öğrencilere fen bilimleri konularının anlatılmasında artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanılması kapsamında özel eğitim ğretmenlerinin görüşlerini almışlardır. Özel eğitim ğretmenlerinin AG teknolojisinin kullanılmasına karşı olumlu görüşlere sahip oldukları; dersleri etkili ve verimli hale getirmesi nedeniyle öğrencilerin dikkat süreleri göz önüne alınarak derslerde kullanılabileceği vurgulanmıştır.

Agrawal ve Austin (2023) yaptıkları çalışmada hücre biyolojisi ve biyokimya derslerinde karmaşık biyolojik yapıların ve işlevlerin anlaşılması için Lego tuğlalarının ve Merge Cube adlı artırılmış gerçeklik tabanlı uygulamanın dahil edilmesini tavsiye etmiştir. Çalışmanın sonucunda birçok eğitimcinin zaten bu araçları sınıflarında kullandıkları, aktif ve eğlenceli eğitim-ğretim ortamları oluşturduğu görüşleri ortaya çıkmıştır.

AG teknolojisinin eğitimde kullanılması ile ilgili gerçekleştirilmiş çalışmalara bakıldığında çalışılan konuların genellikle mikro veya makro düzeyde, gözlenmesi zor ve kavram yanılgısı oluşturabilecek konular arasından seçildiği, genellikle akademik başarı gibi bilişsel süreçler üzerinde durulduğu ve istendik yönde sonuçlar elde edildiği, var olan uygulamaların kullanılmasının yanında yeni AG uygulamalarının tasarlandığı görülmüştür.

## **2.3 Sanal Gerçeklik Teknolojisinin Eğitimde Kullanılması ve Literatürde Yapılan Çalışmalar**

Sanal gerçeklik Vesisenaho ve diğerleri (2019) tarafından bireylerin birden çok duyu organıyla etkileşime girebileceği bir platformun eş zamanlı benzetimine sahip olan kullanıcı ara yüzü; Makransky ve Petersen (2019) tarafından kullanıcıya farklı bir ortamda bulunma ve hareket etme deneyimi sunan, birçok duyu organını işin içine katan, etkileşime sahip üç boyutlu bilgisayar benzetimi; Coates (1992) tarafından vücuda giyinen çeşitli kablolu giysiler, başa takılan gözlükler yoluyla gerçekçi bir şekilde tasarlanmış üç boyutlu ortamların deneyimlenmesi ve etkileşim kurulmasını sağlayan simülasyonlar şeklinde tanımlanmaktadır. Literatürde yer alan birçok tanım incelendiğinde kullanıcılarına gerçeklik hissiyatı veren, bilgisayar yardımıyla oluşturulmuş interaktif bir ortamla birebir iletişime geçme fırsatı sunan bir simülasyon teknolojisi olduğu görülmektedir. Sanal gerçeklik günümüzde sürükleyicilik manasında çok gelişmiştir. Turizm, oyun, eğlence sektörü, e-ticaret, modern yapılaşma, imalat sürecinin dizayn aşaması, tıp, askeri, havacılık, seyahat, eğitim gibi çok fazla alanda deneyim kazanma olanağı sağlamaktadır. Kullanıcılarına heyecan, korku, merak gibi birçok duyguyu deneyimlemelerini sağlayan sanal, benzetim ortamları onları gerçek dünyadan çekip almaktadır. Sanal gerçeklik teknolojisini diğer sanal ortamlardan ayıran en temel özellik Türkçe literatüre çevreleme (immersive) olarak geçmiştir (Kamińska, 2019). SG teknolojisi kullanıcısının duygularının sanal ortam aracılığıyla ele geçirilme düzeyini anlatan çevreleme kavramı içine alma, sarmalama, daldırma, sürükleyicilik gibi ifadelerle de kullanılmaktadır (Çelikcan, 2022). SG teknolojisinin çevreleme özelliği kullanıcılara sanal ortamı hem bilişsel hem duyuşsal bir şekilde deneyimleme fırsatı sunmaktadır (Geriş, 2021). Bu teknoloji birçok alan ve amaç için kullanılabilen bir teknolojidir. Bu alanlardan birisi de

eğitimidir. Sanal gerçekliğin eğitimde kullanılmasıyla beraber öğrenciyi merkeze alan bir anlayış benimsenmektedir. Öğrenim ortamı öğretmen rehberliğinde öğrenci tarafından kontrol edilebilir. Bu şekilde öğrenci öğrenme sürecinde aktif rol almaktadır. Öğrenciler için düşünülürse, yapay oluşturulmuş ortamda sanki ordaymış gibi öğrenciyi yüksek düzeyde olayın içerisine dahil ederek ve yaparak yaşayarak öğrenebilecekleri öğrenme ortamları sunmada sanal gerçekliğin oldukça etkili bir teknoloji olduğu düşünülmektedir. SG teknolojisinin kullanıldığı sınıf ortamı, geleneksel yöntem olan düz anlatımın kullanıldığı sınıf ortamından daha etkileşimlidir. Öğretimin etkililiği, eğitimcinin derslerinde benimsediği yöntem ve tekniklerle ilişkili olduğu kadar derste kullanılan ders materyalleriyle de ilişkilidir. İyi bir şekilde tasarlanmış ders materyali öğrenme ortamını zenginleştirerek verimi artırır. Eğitime yeni yaklaşımları entegre etmek öğrencinin motivasyonunu arttırmaktadır. Günümüzde artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik teknolojilerini kullanarak çeşitli öğretim materyalleri hazırlanabilmekte, oluşturulan materyaller üç boyutlu bir şekilde kullanıma sunulmakta, kullanıcı materyal ile etkileşime geçip dokunma ve hareket ettirme hissi gerçekleştirilebilmektedir (İbili ve Şahin, 2013). Böylece SG teknolojisi ile öğrenci deneyim kazanmakta ve soyut olan kavramlar öğrencinin zihninde somut kavramlara dönüşmektedir. Bu teknolojinin eğitime entegre edilmesiyle birlikte öğrenme teşvik edilir, öğrencinin daha istekli, daha motive ve daha aktif olması sağlanmaktadır (Bektaş, 2020). Örneğin Ahmed, Chowdhury ve Mozumder (2023) sanal gerçeklik tabanlı bir biyoloji laboratuvar tasarımı gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada SG teknolojisinin sürükleyici özelliği öne çıkarak olumlu etkiler oluşturmuştur. SG teknolojisinin özellikle biyoloji derslerinde kullanılmasının birçok avantajı bulunmaktadır. Öğrenciler sanal gerçeklik ile hücreden organizmaya her seviyede, geleneksel bir öğrenme ortamında kullanacakları mikroskoba göre daha farklı ve ilgi çekici bir şekilde deneyimleme fırsatı elde edebilecekleri düşünülebilir. Georgia Teknik Enstitüsü, lisede eğitim alan öğrencilere karma gerçeklik ile eğitim vererek bu öğrencilerin ders başarılarının geleneksel bir ortamda eğitim alan diğer öğrencilerin ders başarılarından daha yüksek olduğunu vurgulamıştır. Arıcı (2013) yaptığı çalışmada fen bilimleri dersinde ilköğretim 7. sınıf öğrencilerinin astronomi konularında ders başarısını ve başarının kalıcılığını araştırmıştır. Sanal gerçeklik içinde üç boyutlu görselleri kullanarak astronomi konularının öğrencilerin zihinlerinde daha güzel canlandırılmasını hedeflemiştir. Çalışma sonucunda sanal gerçekliğin entegre

edildiği ortamdaki öğrenmelerdeki akademik başarının sanal gerçekliğin entegre edilmediği ortamdaki öğrenmelerdeki akademik başarıdan daha yüksek olduğu bulunmuştur. Huang ve arkadaşları (2019) tarafından yapılan çalışmada güneş sistemini ele alan sanal gerçeklik yazılımını deneyimleyen öğrenciler ile artırılmış gerçeklik uygulamasını deneyimleyen öğrencilerin güneş sistemi hakkında bilgiler içeren testteki başarıları karşılaştırılmıştır. Çalışmanın bitiminde sanal gerçekliği deneyimleyen öğrencilerin artırılmış gerçekliği deneyimleyen öğrencilerden daha başarılı oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Fauville ve diğerleri (2021) eğitimcilere okyanus asitleşmesini nasıl anlatabilecekleri ile ilgili fikir sunmak amacıyla sanal gerçeklik teknolojisini kullanmışlardır. Eğitimciler, araştırmacılar tarafından hazırlanan tasarımı, sanal gerçeklik gözlükleri ve giysileri ile deneyimleme fırsatı bulmuştur. Çalışmanın sonucunda eğitimciler SG teknolojisinin eğitimde kullanılmasına karşı olumlu tepkilerde bulunmuşlardır. Lui ve diğerleri (2020) fen derslerinde sanal gerçekliğin etkisini deneysel bir şekilde ortaya koyan çalışmaların eksikliğini vurgulayarak yaptıkları çalışmada sanal gerçeklik teknolojisinin fen başarısına etkisi araştırmışlardır. Çalışma kapsamında ortaokul öğrencilerine yönelik SG tabanlı fen modülleri tasarlanmıştır. Deney grubu bu modüllerle öğretim görürken kontrol grubu geleneksel öğretim yöntemleri ile öğretim görmüştür. Araştırmanın sonucunda deney grubunun başarı ve katılım puanları daha yüksek bulunmuştur. Bunun yanında deney grubunun SG teknolojisini kullanmak için teknoloji kabul seviyeleri yükselmiştir.

## **2.4 3D Modellerin Eğitimde Kullanılması ve Literatürde**

### **Yapılan Çalışmalar**

Bir cismin üç boyutlu bir şekilde modellenmesi, o cismin görselliği ile ilgili veri toplamadan başlayan etkileşimli bir sanal 3D modele dönüşmesine kadar geçen süreç olarak ifade edilmektedir (Remondino ve El-Hakim, 2006). Literatürde yapılan tanımlar incelendiğinde 3D modeller, bilgisayar grafiklerinin yardımıyla 3D tasarım için geliştirilen programlarla canlı ya da cansız cismin üç boyutlu modellenmesi olduğu söylenebilir. Üç boyutlu model kullanımı son on yılda ivmeli bir şekilde artmaktadır. Bu teknoloji spor, otomotiv, havacılık, mühendislik, eczacılık, tıp, moda, eğitim gibi birçok alanı etkilemektedir. Eğitim alanında öğrencilerin yaparak-yaşayarak ve anlamlandırma sürecine girerek öğrenmeleri

için 3D teknolojisi kullanımı Türkçe literatürde “Gelecek Eğitimde Öğrenme” şeklinde yer alan “LIFE (Learning In Future Education)” projesi ile 2010 yılından başlayarak araştırılmış ve İsveç, Fransa, Almanya, Birleşik Krallık, İtalya, Hollanda, Türkiye gibi ülkelerde pilot uygulaması yapılmıştır. 3D modelleme teknolojisinin kullanılması özel yazılım ve gerekli donanımla mümkün olmaktadır. Günümüzde bu teknolojiyi kullanan öğretim materyalleri sayısı gün geçtikçe artmaktadır (Güler ve Erdem, 2014). 2023 Eğitim Vizyonunda 3D modeller hakkında Milli Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü tarafından şu ifadeler aktarılmaktadır: “Dijital becerilerin gelişmesi için içerik geliştirilecek ve öğretmen eğitimlerinin yapılması için önümüzdeki üç yıllık dönemde lise, ortaokul ve ilkokul seviyelerinde, okul dışında ve okulda öğretmene, öğrenciye, eğitim yöneticilerine, kamuya, eğitsel içeriğe, müfredata vb. yönelik yapılacak çalışmalar ile 3D Tasarım, elektronik tasarım, kodlama ve benzeri bilişimle üretim becerilerinin öğrenme süreçlerine entegrasyonu sağlanacaktır.” (Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, 2019). 3D modeller eğitim-öğretim ortamlarını iki şekilde desteklemektedir. Hem öğrenme materyali olarak kullanılmakta hem de öğrenciler 3D modelleme yapma sürecini bizzat deneyimleyerek farklı beceriler geliştirmektedirler. Bu çalışmada 3D modeller ilk amacıyla kullanılmış olup öğrenme sürecine entegre edilmiştir. Çünkü üç boyutlu modeller sayesinde nitelikli öğrenme deneyimleri yaşanmaktadır (Frank, 2005). Örneğin Yaman ve diğerlerinin (2015) yaptığı çalışmada 3D animasyonlarının öğrencilerin motivasyonunda ve öğrenme doyumunda bir artışa sebep olduğu vurgulanmıştır. Güler ve Erdem (2014) mesleki eğitim sürecine 3D teknolojisini entegre etmişlerdir. Öğretim sürecinde yer alan 3D materyal araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır. Öğretimin sonucunda deney grubunda akademik başarı, derse karşı ilgi ve merakta artış gözlemlendiği vurgulanmaktadır (Güler ve Erdem, 2014). Chekrouni ve diğerleri (2020) 3D Atlas uygulamasının öğrencilerin insan embriyosunu anlamlandırma sürecine ve akademik başarılarına olumlu etki ettiği gözlemlenmiştir. Tepla ve diğerleri (2022) 3D modeller ile doğa konularını içeren bir eğitim tasarlamıştır. Kontrol grubuna statik animasyonlarla eğitim verilirken deney grubuna 3D modeller ve animasyonlarla eğitim verilmiştir. Yapılan eğitim deney grubunda yer alan fen bilimleri öğrencilerinin bilgi seviyesi ve içsel motivasyonlarında artışa neden olmuştur. Emre ve diğerleri (2018) gerçekleştirdiği

çalışmada tıp eğitiminde hastalık modeli anlatılırken 3D modelleme kullanmıştır. Bu modellemenin öğrencilerin staj eğitiminde kullanılması olumlu sonuçlanmıştır.

## 2.5 Web 2.0 Araçlarının Eğitimde Kullanılması ve Literatürde Yapılan Çalışmalar

Günümüzde web 2.0 araçları kullanıcılarına ortak bir şekilde içerikler üretip bunları birbirleriyle paylaşmalarına olanak sağlayan iş birlikli araçlardır. Web 2.0 araçları, kullanıcıların direkt bilgiye ulaşmalarının yanı sıra içerik üretebilme ve ürettikleri içerikleri paylaşabilme, diğer kullanıcılar ile iletişimde bulunma, iş birlikçi çalışmalara katılabilme gibi olanaklar sunan teknolojilerdir (O'reilly, 2005). Kullanıcılar bu araçlarla hem okuyabilir, bilgilenebilir hem de içeriğe katkı sağlayabilmektedir. İnternet kullanımının gelişmesiyle birlikte hem erişimin hem de kullanımının kolay olması nedeniyle web 2.0 araçlarına ilgi artmıştır (Kara, 2023). Web 2.0 araçları öğrencilere zamandan ve mekandan bağımsız bir şekilde öğrenme ortamı sunmaktadır (Çelik, 2020). Günümüzde sınıflara rahatlıkla entegre edilebilecek web 2.0 uygulamaları literatürden faydalanarak tablo halinde getirilerek aşağıda sunulmuştur.

**Tablo 2.1** Derslere entegre edilebilecek web 2.0 araçları

| Kategoriler                       | Web 2.0 Araçları                                                                                                                       |
|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Poster ve Karikatür Oluşturma     | Canva, Word Art, Easelly, Make Beliefs Comix, Postermywall, Toondoo, Glogster, Sketch toy, Picktochart, Face Your Manga                |
| Video Konferans                   | Zoom, Skype, Google Hangouts, Discord, Jitsi Meet, Teams, Team Link                                                                    |
| Dijital Hikaye ve Dergi Oluşturma | Storyjumper, Publitary, Storyboardthat, Tikatok, Toontastic, Joomag, Issuu, Littlebirtales, Storybird, Flipsnack, Mixbook, Bookcreator |
| Video Oluşturma ve Düzenleme      | Animoto, Youtube Editor, Flixpress, Video Toolbox, Renderforest, Muvee, Kizoa, Kapwing                                                 |

**Tablo 2.1** Derslere entegre edilebilecek web 2.0 araçları (devamı)

|                                     |                                                                                                     |
|-------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anket Hazırlama                     | Google Forms, Mentimeter, Surveymonkey, Surveygizmo, Apester, Crowdsignal, Polleverywhere, Typeform |
| Avatar Oluşturma                    | Blabberize, Bitmoji, Voki, Chatterpix, Vyond, Rawshort                                              |
| Animasyon Oluşturma                 | Powtoon, Moovly, Animaker, Animatron, Plotagon                                                      |
| Bulmaca ve Bilgi Kartı Oluşturma    | Jigsaw Planet, Tarsia, Quizlet, Cram, Crossword Labs                                                |
| Eğitici ve Çevrimiçi Oyun Hazırlama | Learning Apps, Educandy, Wordwall, Factile, Wheel Decide, Gimkit, Educaplay, Actionbound            |
| Sunum Hazırlama                     | Prezi, Venngage, Emaze, Slideshare, Photpeach                                                       |
| Website ve e-Portfolyo Oluşturma    | Wordpress, Tripod, Blogger, Weebly, Wix, Google Sites, Kidblog, Moonfruit, Glogster, Penzu          |
| Çevrimiçi Test Hazırlama            | Kahoot, Socrative, Online Quiz Creator, Quizziz, Quiz Maker                                         |
| Sanal Sınıf Meydana Getirme         | Google Classroom, Classdojo, Edmodo, Flipgrid                                                       |
| Etkileşim İçeren Materyal Hazırlama | Thinglink, Phet, Edpuzzle, Playposit, Genially                                                      |
| İşbirlikli Çalışma                  | Mentimeter, Padlet, Twiddla, Nearpod, Google Dökümanlar                                             |
| Yabancı Dil Öğrenme                 | Google Quick Draw, Lyricstraining, Duolingo, Word Generator, Voscreen                               |

**Tablo 2.1** Derslere entegre edilebilecek web 2.0 araçları (devamı)

|                                    |                                                                                            |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kavram ve Zihin Haritası Oluşturma | Popplet, Mindmeister, Bubbl, Mindmup, Goconqr, Mandoma, TheBrain, TiddlyMap, ThinkComposer |
| Kelime Bulutu Oluşturma            | WordClouds, Worditout, Tagcrowd, Wordart, Jasondavies, Wordle, Tagxedo                     |

Ketelhut (2019) çalışmasında web 2.0 araçlarını “farklı zeka alanlarına sahip öğrencileri derse katmak için görsel ve işitsel öğrenme stillerini kullanmanın harika bir yolu” olarak tanımlamıştır. Derslerde web 2.0 araçlarını kullanmak hem öğretmen hem de öğrenci açısından bazı avantajlar sağlamaktadır. Bu araçlar derslerde öğretilen bilgilerin daha anlamlı bir şekilde öğrenilmesine ve öğrencilerin derslerde daha aktif olmalarına olanak sağlamaktadır. Bu şekildeki bir sınıf ortamı “katılımcı sınıf ortamı” olarak adlandırılmaktadır. Sınıf ortamı sürekli güncellenmektedir. Öğrencilerin değerlendirilmesi açısından kullanılan materyallere çeşitlilik getirmektedir (Geban ve Elmas, 2012). Bu sayede öğrenciler eğlenerek değerlendirme sürecine girmektedirler. Hem süreç hem sonuç değerlendirmesi yapılmaktadır. Öğrencilerin web 2.0 araçlarıyla ortaya çıkardığı ürün ile bu ürünü ortaya çıkarma süreci öğretmen rehberliğinde ele alınmaktadır. Galip (2023) yaptığı çalışmada sosyal bilgiler öğretmen adaylarının Plickers web 2.0 aracına ilişkin deneyimlerini ortaya koymuştur. Uygulama sürecinde ilk adımda öğretmen adayları öğrenci olarak, ikinci adımda ise öğretmenlik uygulaması dersi kapsamında öğretmen olarak uygulamaya katılmışlardır. Böylece web 2.0 aracını iki farklı açıdan da deneyimleme fırsatı sunulmuştur. Öğretmen adayları Plickers web 2.0 aracının öğrencilerin derse karşı ilgilerini ve motivasyonlarını arttırdığını, istenilen kadar konuyu tekrar etme olanağı tanınması nedeniyle öğrenmeyi kolaylaştırdığını, değerlendirme sürecinde de sonuçların hızlı bir şekilde elde edilmesi açısından zamandan tasarruf sağladığını ifade etmişlerdir.

Web 2.0 araçlarının eğitim-öğretim süreçlerinde kullanımı ile öğrencilere teknolojiyle zenginleştirilmiş öğrenme ortamları sunarak öğrencilerin ilgisini çektiği, derse katılımlarını arttırdığı ve motivasyonu yükselttiği yapılan pek çok çalışmada ortaya koyulmaktadır. Örneğin Nerse (2021) tarafından yapılan çalışmada, çevrimiçi şekilde gerçekleştirilen fen bilimleri dersinde “Kuvvet ve Hareket” ünitesi kapsamında web 2.0 araçlarını kullanarak probleme dayalı

öğrenme yaklaşımına uygun etkinlikler tasarlanmış ve 6. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, dijital okuryazarlık, üstbilişsel farkındalık ve teknoloji yoluyla kendi kendine öğrenme becerisinde olumlu yönde artış olduğu ortaya koyulmuştur. Sarı (2019), fen bilimleri dersi kapsamında “Vücudumuzdaki Sistemler” ünitesinde web 2.0 araçlarını kullanarak etkinlikler tasarlamış ve 6. sınıf öğrencilerinin teknoloji kullanımı ile fen dersine yönelik tutumlarında olumlu yönde artış olduğunu ortaya koymuştur. Kahraman (2021) yaptığı çalışmada blog tabanlı öğrenmenin fen bilgisi öğretmen adaylarının internet öz yeterlikleri ve atmosfer ile ilgili çevre sorunlarını anlamalarına etkisini araştırmıştır. Araştırmanın sonucunda blog kullanımının internet öz yeterlik ve atmosfer ile ilgili çevre sorunlarını anlama üzerine olumlu etki bıraktığı gözlemlenmiştir.

21. yüzyıl becerileri günümüz şartlarında herkesin sahip olması gereken becerilerdir. Bu beceriler; gerçekleşen yenilikleri takip etmek, günümüzün talep ettiği becerilere sahip olan bireyler yetiştirmek için gerekliliktir (Topçu ve Çiftçi, 2020). Literatür incelendiğinde bu becerilerin; bilgiyi öğrenme, analiz etme ve farklı durumlarda kullanabilme, karşısına çıkan karmaşık problemleri çözüme kavuşturabilme, yaratıcı düşünme ile yeni fikirler ortaya çıkarabilme, değişen koşullara adapte olabilme, etkili ve verimli bir şekilde iletişim kurabilme, metabilis ile kendi kendini yönetebilme, iş birliği içerisinde çalışabilme gibi beceriler üzerinde şekillenmektedir (Trilling ve Fadel, 2009). Yapılan çalışmalar incelendiğinde 21. yüzyıl becerilerinin öğrencilere aktarılmasında web 2.0 araçlarından yardım alındığı gözlenmektedir. Mahmud ve diğerlerinin (2023) Pakistan’da yaptıkları bir çalışmada öğrencilerin 21. yy. becerilerinden iletişim ve iş birliği becerilerini geliştirmek için web 2.0 araçlarından biri olan Padlet uygulaması ile eğitim verilmiştir. Sonucunda Padlet kullanımının öğrencilerin iş birliği ve iletişim becerileri üzerinde olumlu etkiye sahip olduğu ortaya konulmuştur. Urooj ve Farooq (2023) çalışmalarında web 2.0 araçlarının 21. yy. becerilerinden yaratıcılık ve iletişime olumlu etkisinin olduğunu vurgulamışlardır.

## **2.6 Laboratuvar Eğitimi ve Literatürde Yapılan Çalışmalar**

Fen eğitiminde laboratuvar deneyimi fen eğitiminin bel kemiği olarak düşünülebilir. Laboratuvar uygulamaları, öğrencilerin kendi bilgilerini oluşturmalarını sağlayan fen derslerinin ayrılmaz bir parçasıdır (Serrano-Perez ve

diğerleri, 2021). Konuların öğretmen adaylarına sınıfta teorik, laboratuvarlarda ise uygulamalı şekilde verilmesi oldukça önemlidir. Atasoy (2004), öğrencilerin motor becerileri öğrenmesi, pratik yaparak geliştirmesi ve öğrencilerin öğrendikleri bilgileri anlamlı hale getirmeleri adına laboratuvar derslerinin önemli olduğunu vurgulamıştır. Laboratuvar ortamı, öğrencilere bir bilim insanı gibi belirlenen bir düzende dikkatli ve verimli çalışabilme alışkanlığı kazandırmada yardımcı olurken ilk elden öğrenme deneyimi kazandırarak motivasyon artışına katkıda bulunmaktadır. Laboratuvar dersleri soyut kavramların somutlaşması açısından avantaj sağlayan öğrenciyi aktif kılan bir öğrenme ortamıdır (Ekici ve Gökmen, 2012). Laboratuvar derslerinde yapılan deneyler, incelemeler, gözlemler ve uygulamalar öğrencinin öğrenme sürecine daha çok duyu organı ile katılmasına olanak sağlayarak öğrenmeyi daha kalıcı hale getirmektedir (Kılıç ve Soran, 2011). Kreidler ve Kreidler (1974), kavramlar ile doğrudan deneyim oluşturmak ve bu deneyimler ile öğrenilen bilgilerin anlamlandırılması noktasında laboratuvarların önemini ifade etmektedirler. Laboratuvar derslerinde sınıfta anlatılan teorik bilgiler, öğrencilerin öğrenme sürecine aktif bir şekilde katılarak somutlaşması ile anlamlı hale gelmektedir. Laboratuvar deneyimi yaşayan öğrenciler gözlemleyerek, inceleyerek, araştırarak, görerek, deneyerek kısacası yaparak yaşayarak öğrenirler. Ottander ve Grelson (2006), fen eğitiminde laboratuvarla yapılan uygulamaların öğrencilerin bilim dallarını öğrenmesinde, bilimin doğası ve bilimsel yöntemlerin kullanılması ile ilgili bir bakış açısı geliştirmesinde, kuramsal bilgilerin yanında psikomotor becerileri de kazanmasında çok etkili olduğunu belirtmektedirler. Fen eğitiminin altında yer alan biyoloji eğitiminde de laboratuvar uygulamalarının kullanılması aynı etkileri oluşturmaktadır. Temel biyoloji laboratuvar dersinin amaçları; bilimsel bilgi edinmek, araştırma deneyimi kazanarak bilim sürecini uygulamak, ölçme yapabilmek, elde edilen verileri yorumlayabilmek, eleştirel düşünerek yorumlamak, sonuç çıkarmak, bilim sayesinde iletişim kurabilmek, biyoloji konuları arasındaki bağlantıları anlamak olarak sıralanabilmektedir. Bu amaçlar teorik bilgi ve pratik uygulamaları eş zamanlı öğrencilere sunan laboratuvar ortamında gerçekleştirilmektedir (Nischal, Cabail ve Poon, 2022). Literatürde bulunan çalışmalarda fen derslerinde laboratuvar uygulamalarına gereken önemin verilmediği, laboratuvarların verimli bir şekilde kullanılmadığı ve okullarda kullanılan laboratuvarların teknolojik olarak donanım eksikliğinin olduğu vurgulanmaktadır (Gürdal, 1991; Yalın, 2001; Ergin, Şahin-Pekmez ve Erdal,

2005). Günümüzde teknolojinin bu kadar gelişmesiyle beraber teknolojik altyapının laboratuvar derslerine de girmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir. Eğitim teknolojileri özellikle laboratuvar gibi bilimsel konuların öğretiminde kullanılan öğrenme ortamlarında öğretme-öğrenme sürecini iyileştirmek amacıyla önem taşımaktadır. Bu teknolojiler yapılandırmacı uygulamaları desteklemektedir (Serrano-Perez ve diğerleri, 2021). Literatür incelendiğinde laboratuvarla ilgili yapılan çalışmalarda daha çok sanal laboratuvar teknolojisinin kullanıldığı göze çarpmaktadır. Sanal laboratuvarlar, eğitim için etkileşimli bir sanal ortam sunan animasyon ve simülasyon tabanlı laboratuvarları temsil etmektedir (Radhamani ve ark, 2014). Günümüzde uygulamalı laboratuvarların maliyetinin artması ve uzaktan eğitimin ön plana çıkması ile birlikte sanal laboratuvarlar geleneksel laboratuvarların yerine kullanılmaya başlanmıştır. Sanal laboratuvarların öğrencilerin akademik başarılarına olumlu etki ettiğini söyleyen çalışmaların (Nischal, Cabail ve Poon, 2022) yanı sıra geleneksel laboratuvarların daha etkili olduğunu gösteren çalışmalar da bulunmaktadır. Örneğin Serrano-Perez ve ark. (2021) yaptığı araştırmada diş hekimliği ve fizyoterapi bölümünde bulunan öğrencilere hem geleneksel hem de sanal laboratuvar uygulamaları yaptırılmıştır. İki bölümde de geleneksel laboratuvar deneyimi sanal laboratuvarlara göre daha yüksek memnuniyet sağlamıştır. Öte yandan diş hekimliği bölümünde okuyan kadın ve erkek; fizyoterapi bölümünde okuyan kadın öğrenciler geleneksel laboratuvarlarda sanal laboratuvar uygulamalarına oranla daha yüksek başarı elde etmişlerdir. SG teknolojisinin uzaktan verilen laboratuvar eğitiminde kullanıldığını gösteren araştırmalar da bulunmaktadır. Paxinou ve diğerleri (2022) yaptıkları çalışmada laboratuvar dersi SG uygulamalarından Onlabs VR destekli bir şekilde çevrimiçi olarak yürütülmüştür. Öğrenciler derslerde simüle edilmiş mikroskopla etkileşime girerek uygulamada bulunan 14 adımı tamamlamaya çalışmışlardır. 51 öğrenci ile başlayan deneyim 31 öğrenci ile tamamlanmıştır. Bazı adımlar öğrencilere zor gelirken bazı adımlar öğrencilerin ilgisini çekmemiş ve bırakmışlardır. Bir çeşit teknolojinin kullanıldığı çalışmalarda bu durum ön görülebilir. Bu nedenle çalışmamızda birden çok teknoloji içeriği kullanarak derste öğrencilerin ilgileri aktif tutulmuştur. Uzaktan eğitimle deney yapmanın öğretmen-öğrenci, öğrenci-öğrenci arasında oluşan iletişimin yetersizliği, öğrencilerin bizzat eğitim-öğretim ortamının içinde bulunmadığından dolayı tam olarak yaşantı deneyimi sağlayamaması gibi dezavantajları bulunmaktadır (Duman,

2023; Pınar ve Akgül, 2021). Çalışmamızda hem geleneksel laboratuvar uygulamaları hem de teknoloji destekli uygulamalar kullanarak bu dezavantajları yok etmek amaçlanmıştır. Bu nedenle uzaktan ve sanal laboratuvarlarla yapılan çalışmalardan bu yönde ayrılmaktadır. Öğrenciler geleneksel laboratuvar ortamında laboratuvar ekipmanlarını kullanırken özgüven, deneyim ve psikomotor becerileri kazanmakta aynı zamanda kullanılan teknolojilerle birlikte anlamlandırma sürecine girmektedirler. Vola, Stoltz ve Schumpert (2023) tarafından yapılan çalışmada biyoloji laboratuvar dersinde sanal gerçeklik teknoloji kullanılmıştır. Lisans öğrencilerinin sanal gerçeklik teknolojisine karşı olumlu oldukları ve konuyu daha iyi öğrendikleri belirtilmiştir. Darmawan ve diğerleri (2023) tarafından biyoloji dersi dolaşım sistemi konusunun öğretiminde kullanılmak üzere Android tabanlı artırılmış gerçeklik laboratuvar önlüğü geliştirilmiştir.

Fen bilimleri ve disiplinlerinden biri olan biyoloji alanında laboratuvar yöntemi ile ilgili gerçekleştirilmiş çalışmalara bakıldığında Covid-19 pandemisi ile birlikte daha çok sanal laboratuvarlarla çalışıldığı; yeni gelişen teknolojilerden AG ve SG teknolojisi ile laboratuvar eğitimi yapılan çalışmaların azlığı göze çarpmaktadır. Çalışmalarda akademik başarı, motivasyon ve tutum gibi değişkenlerin ele alındığı ve olumlu sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

## **2.7 Uzamsal Yetenek ve Literatürde Yapılan Çalışmalar**

Günümüzde bilmediğimiz bir yolda harita/navigasyon kullanırken, yer-yön tarif ederken, arabayı park ederken, eşyaları içine koyacağımız poşet veya kutunun büyüklüğünü seçerken, evimizin iç tasarımını yaparken, “kolay monte edilebilir” denilen mobilyaların kurulumunu gerçekleştirirken farkında olmadan bir takım beceriler kullanılmaktadır. Bu beceri uzamsal yetenek şeklinde tanımlanmaktadır. “Uzam” kelimesi “bir nesnenin uzayda doldurduğu alan” iken “yetenek” kelimesi “bireyin bir şeyi anlayabilme veya bir şeyi yapabilme kabiliyeti” olarak tanımlanmaktadır. Alanyazın incelendiğinde uzamsal yeteneğin farklı ifadelerle ele alındığı görülmektedir. Farklı ifadelerle ele alınmasının nedeni uzamsal yeteneğin alt bileşenlerden oluşması ve araştırmacıların uzamsal yeteneğin tanımı üzerine ortak bir düşünceye varamamalarıdır. Yabancı alanyazında spatial ability, spatial skill, visual-spatial ability, spatial intelligence; Türkçe alanyazında uzamsal beceri, uzamsal düşünme, mekansal yetenek, uzamsal-görsel yetenek, uzamsal

görselleştirme, uzamsal his, uzamsal zeka, görsel-uzamsal zeka gibi kavramlar ile ifade edilmektedir. Bu çalışmada ifade edilmek üzere seçilen kavram uzamsal yetenektir.

McGee (1979) uzamsal yeteneği iki boyuttan oluşan şekili ya da üç boyuttan oluşan bir objeyi zihinde hareket ettirme, katlama, döndürme, ayrıştırma ve birleştirme, objeyi oluşturan boyutları görselleştirme becerisi olarak tanımlamaktadır. Carroll (1993) tarafından uzamsal yetenek, bireyin bilgiyi zihninde kodlaması, gerekli olduğunda kodladığı bilgiyi geri çağırması, görüntüyü bir kalemle veya zihninde başka bir görüntüye çevirmesi veya başka bir görüntü ile eşleştirmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Sorby (2009)'e göre görsel ortamı kavrama ve algılanan bu ortamı performansa çevirme yeteneğidir. Bu tanımlardan yola çıkarak uzamsal yetenek kişinin objeleri ya da olayları belleğinde görsel bir şekilde canlandırması, belleğinde tutması, bu görsel üzerinde boyutlandırma ve döndürme gibi çalışmaları yapması, bunun sonucunda yeni görüntüler elde etmesi şeklinde tanımlanabilir (Lohman, 1993).

Eliot ve Smith (1983) uzamsal yeteneğe ilişkin yapılan çalışmaları tarihsel olarak üç basamakta toplamıştır. İlk basamak 1904-1938 yıllarında uzamsal yeteneğin zeka ile ilgili olup olmadığını inceleyen çalışmalardan oluşmaktadır. İkinci basamak 1938-1961 yıllarında uzamsal yeteneği oluşturan alt bileşenlerini ve bu alt bileşenlerin özelliklerinin neler olduğunu araştıran çalışmalardan oluşmaktadır. Üçüncü basamak 1961-1982 yıllarında uzamsal yeteneğin diğer yetenekler ile ilgili olup olmadığını ve uzamsal yeteneği ölçülmesini esas alan çalışmaların sonuçlarını yorumlayan çalışmalar oluşturmaktadır (Turgut, 2007). 1982 yılından itibaren teknolojik araçların uzamsal yetenek üzerinde ne gibi etkisinin olduğunu inceleyen araştırmalar öne çıkmaktadır (Strong ve Smith, 2002). Bu nedenle 1982 yılından sonraki dönem dördüncü basamak şeklinde kabul edilebilir. Prensky dijital yerli olarak adlandırılan günümüz z kuşağının farklı şekilde düşündüklerini, teknoloji ile iç içe olmaları nedeniyle 3D görsel imgeye sahip dijital ortamlar ve bilgisayar oyunları ile düşünme ve anlamlandırma becerilerini hızla geliştirdiklerini belirtmiştir (Prensky, 2001). Bundan yola çıkarak günümüz öğrencilerinin çok yönlü düşünebilme becerilerinin ve uzamsal yeteneklerinin geliştirilmesi açısından dijital teknolojilerin eğitime entegrasyonun büyük bir önem taşıdığı söylenebilir. Sorby (2009) uzamsal yeteneğin teknolojiyle iç içe olan disiplin alanlarında

başarının bir göstergesi olarak görüldüğünü, buna bağlı olarak teknoloji ilerledikçe uzamsal yeteneğin önem ve değerinin artış göstereceğini vurgulamıştır. Dolayısıyla eğitimde uzamsal yeteneğin yeri ve önemi konusunda dikkat edilmesi gerektiği söylenebilir.

### **2.7.1 Uzamsal Yetenek Bileşenleri**

Araştırmacılar uzamsal yeteneği oluşturan farklı bileşenleri araştırmışlardır. Micheal ve diğerleri (1957) yaptıkları araştırmada uzamsal yeteneği uzamsal görselleştirme, uzamsal ilişki ve kinestetik olmak üzere üç alt bileşen üzerinde durmuşlardır. Uzamsal görselleştirme tasvir edilen objenin döndürülmesi, gösterilen düzlemsel yapıyı açma veya kapatma eylemi, uzayda var olan konumu göreceli bir şekilde değiştirme becerisi; uzamsal ilişki birbirinden farklı cevapların farklı uyarıcılar ile ilişkisinin kurulması ve düzenlenmesi; kinestetik bazı testler ile sınırları çizilen uzamsal faktör olarak tanımlanmıştır.

McGee (1979) uzamsal yönelim ve uzamsal görselleştirme olmak üzere iki alt boyuttan bahsetmiştir. Uzamsal yönelim alt boyutunu uzamsal görselleştirme alt boyutundan ayıran en temel özellik objenin hareket etmesidir. Görünen veya elde tutulan objeye ait parçaların akıl yardımıyla hareket ettirilmesi uzamsal görselleme alt boyutuna dayanmaktadır. Uzamsal yönelim alt boyutu objenin herhangi bir hareketi ile ilgili değildir. Uzamsal yönelim objeye bakan kişinin bakış açısını değiştirmesi ile oluşan görüntüyü belleğinde hayal etme becerisidir. McGee (1979) yaptığı çalışmada uzamsal görselleştirmede kişinin nesneyi hareket ettirdiği, uzamsal yönelimde ise kişinin nesneye bakarken kendini hareket ettirdiği üzerinde durmuştur.

Maier (1996) araştırmasında beş alt boyuttan bahsetmiştir. Beş alt boyut ve tanımları aşağıda verilmiştir.

- Uzamsal algı: Nesnelerin dikey veya yatay şekilde bulunma durumlarını tespit edebilme becerisidir.
- Uzamsal yönelim: Fiziksel ya da zihinsel bir şekilde kişinin bakış açısını değiştirebilme becerisidir.
- Uzamsal ilişkiler: Bir objeye ait parçaların arasındaki ilişkileri anlayabilme becerisidir.

- Zihinde döndürme: iki ve üç boyutlu nesneleri zihinde doğru bir şekilde döndürebilme becerisidir.
- Uzamsal görselleştirme: Bir nesnenin hareketini veya yer değiştirmesini akılda canlandırabilme yeteneğidir.

Kurt (2002) uzamsal yeteneği uzamsal yönelim, uzamsal biliş ve uzamsal algılama olmak üzere üç alt boyuta indirgemıştır. Uzamsal yönelim; kişinin bulunduğu konumdan yola çıkarak nesnelerin parçalarını ve diğer nesnelere göre konumlarını mukayese etme becerisidir. Uzamsal biliş; nesnelerin bellekte görselleştirilmesi, döndürülmesi ve hareket ettirilmesi becerisidir. Uzamsal algılama; kişinin bulunduğu yerde konumunu göz önünde bulundurarak nesneler arasındaki ilişkiyi anlayabilme becerisidir. Alanyazın incelendiğinde “uzamsal görselleştirme” alt boyutu ortak bir şekilde ele alındığı görülmektedir.

### **2.7.2 Uzamsal Yeteneğin Meslek Hayatındaki Yeri ve Önemi**

Gündelik yaşamın devamlılığının sağlanması ve günümüzde insanlığın geldiği nokta göz önüne alındığında bunların gerçekleşme nedenleri arasında farklı mesleklerde görev yapan bireylerin uzamsal yetenek becerilerini kullanmaları yer almaktadır. Uzamsal yetenek bilimin önemli bir parçasıdır. Üst düzey düşünme ve yaratıcılıkla ilişkili olduğundan dolayı özellikle matematik ve fen alanlarında önemi büyüktür (West, 1991).

Bilim ve sanat dünyasına yön vermiş birçok seçkin sanatçı ve bilim insanının şizotemik kişilik özelliğine sahip oldukları bilinmektedir. Mucitlerden Edison, Tesla; fizikte Faraday, Ampere, Einstein, Pascal, Boyle, Maxwell, Heisenberg, De Broglie, Herts; biyolog Mendel, Darwin; matematikte Kepler, Kopernik, Newton (matematiğin yanında fizikte); ressamlardan Picasso, Da Vinci, Van Gogh... Bu insanların çalıştıkları ve emek verdikleri alanlarda başarılı olmasının altında yüksek düzeyde uzamsal yeteneğe sahip olmalarına yönelik işaretler vardır (Smith, 1964). Einstein ilk bilimsel makalesinde akım içeren telin etrafına ışık ışınları yollayarak eterin esnek deformasyonlarını belirlemeye yönelik bir yöntem önermiştir. Einstein, bu yönteme meşhur olan düşünce deneyi (gedanken experiment) ile bir ışık hüzmelerinin peşinden eş hızda uzayda koştuğunda ne görebileceğini hayal etmesi sonucunda ulaşmıştır. Böylece düşünce deneyi ile özel görelilik teorisini ortaya koymuştur (Mehra, 2001). Nicola Tesla’da icatlarını somutlaştırmadan önce

zihninde hayal ederek görselleştirmiş ve düzeneklerle çalışma deneyleri yapmıştır. Bütün bunlar onların muhteşem bir uzamsal yeteneğe sahip olduklarının kanıtlarıdır. Onlar bilgileri zihinlerinde görseller şeklinde işlemişlerdir (West, 1991).

Vücut yapıları aracısız bir şekilde gözle görülemeyebilir. Bu nedenle doktorların MRI, ultrason gibi görüntüleme cihazlarında gördükleri görüntüleri uzamsal zihinsel modellere dönüştürmeleri gerekmektedir. Bu önemli beceri zihinlere tıp eğitimi alacak ve doktor olacak bireylerin uzamsal yetenek testleri kullanılarak seçilmesi gerekip gerekmediği konusunu getirmekte ve tartışmalara sebep olmaktadır (Graham ve Deary, 1991).

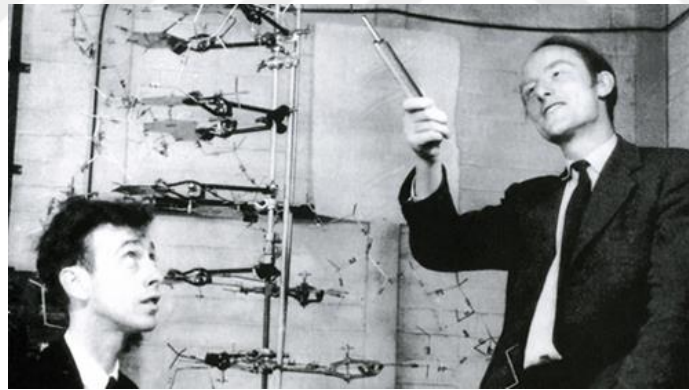
Mühendisler karşılaştıkları sorunları, bu sorunlara çözüm olarak oluşturulan düzenekleri ve bu düzenekleri meydana getiren parçaların birbirleriyle etkileşimlerini; jeobilimciler ana karaların kayması gibi Dünya'nın oluşumunu tesir eden olay ve olguları; mimarlar tasarladıkları yapıları görselleştirmek için uzamsal yeteneklerini kullanırlar. Uzamsal yetenek pilotların uçuş verimlerini etkileyen önemli faktörlerden birisidir. Japonya, Kanada, Amerika gibi ülkelerde pilotlar bazı testler yapılarak seçilmektedir. Bu testlerden birisi "Air Force Officer Qualifying Test (AFOQT)" olarak bilinmektedir. Bu test içinde pilot adaylarının uzamsal yeteneklerini de ölçen sorular bulunmaktadır (Ree ve Carreta, 1998). İçerisinde bilim, mühendislik, matematik ve teknoloji alanlarını içeren tüm meslek gruplarında hem eğitim sürecinde hem de meslek sürecinde başarılı olma noktasında uzamsal yeteneğin önemini vurgulayan birçok çalışma bulunmaktadır (Wanzel ve diğerleri, 2003; Dror ve diğerleri, 1993; Hegarty ve diğerleri, 2009).

### **2.7.3 Uzamsal Yeteneğin Fen Eğitimindeki Yeri ve Önemi**

Fen bilimleri alanı günlük yaşamla iç içe olan bir bilim alanıdır. Uzamsal yetenekte günlük yaşantımızda yaptığımız çok basit davranışlarda ve kullandığımız materyallerde yer alan bir beceridir. Bu nedenle uzamsal yetenekte günlük yaşamla doğrudan ilişkilidir. Genel bir bakışla fen bilimleri ve uzamsal yetenek arasında bir ilişki olduğu görülmektedir. Fen bilimleri alanını oluşturan tüm disiplinlerde üç boyutlu cisimler, imgeler ve modeller kullanılması nedeniyle tüm bu disiplinlerde uzamsal yeteneğe ihtiyaç olduğu söylenebilir. Bu disiplinlerde yer alan mikro ve makro büyüklükteki nesnelerin anlamlandırılması amacıyla modellerle

somutlaştırma yapılması gerekmektedir. Bu modellerin ortaya çıkarılması ve kavranması için uzamsal yeteneğe ihtiyaç duyulmaktadır. Fizik alanında karşımıza çıkan problemlerin çözümünde grafik, model ve şemaların anlamlandırılması önem arz etmektedir. Bu anlamlandırma sürecinde ise uzamsal yetenek ortaya çıkmaktadır. Pallrand ve Seeber (1984) yaptıkları çalışmada bu düşüncüyü desteklemektedir.

Fen alanının disiplinlerinden biri olan biyoloji alanında da uzamsal yetenek önemli bir bölümü oluşturmaktadır. DNA molekülünün yapısının keşfedilme çalışması gibi uzamsal yeteneğin biyoloji alanında merkezi bir role sahip olmasını açıklayan önemli örnekler bulunmaktadır. Rosalind Franklin DNA molekülünün X ışını kristalografisi yardımıyla iki boyutlu görüntüsünü elde etmiştir. Ancak elde edilen bu görüntü DNA molekülünün tam anlamıyla gerçek şeklini göstermemektedir. Watson ve Crick bu görüntüye kendi deneyimleri ve uzamsal yetenekleri doğrultusunda yorum getirmiştir. Görüntüye bakarak ve uzamsal yeteneklerini çalışma sürecine katarak iki boyutlu görüntüyü telden yaptıkları modelle birlikte üç boyutlu hale getirmişlerdir.



**Şekil 2.3** Watson, Crick ve telden oluşturdukları model

Watson ve Crick DNA'nın bilinen kimyasal yapısı bilgilerini ve X-ışını kristalografisi ile elde edilen görüntüyü kullanarak çift sarmal modeli oluşturmuştur. İlk başta şeker ve fosfat zincirlerini modelin iç kısmına yerleştirmişlerdir. Ancak bu dizilimin yanlış olduğunu fark etmişlerdir. Daha sonra şeker ve fosfat zincirini ikili sarmalın dış kısmına, azotlu bazları ise iç kısma yerleştirmişlerdir. Watson (1993) DNA molekülünün yapısını keşfetme çalışmalarını yazdığı kitabında DNA molekülünün nasıl döndüğünü, şeker ve fosfat zincirinin nasıl konumlandığını, buna bağlı olarak baz dizilimlerinin nasıl

gerçekleştirdiğini bulmak amacıyla sürekli aklında görselleştirmeler yaptığını, hayaller kurduğunu söylemektedir. Buna bağlı olarak Watson ve Crick'in dönen spiral bir merdiveni andıran üç boyutlu modeli uzamsal yetenekleri devreye girerek ortaya koydukları sonucu çıkarılabilmektedir.

Şafhalter ve diğerleri (2020) 3D modellemenin uzamsal yetenek üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Ortaokulda öğrenim gören 166 öğrenci üzerinde gerçekleştirilen çalışmada deney grubunda yer alan öğrenciler 30 saatlik bir uygulama sürecinden geçirilmiştir. Uygulamada SketchUP ile 3D modelleme yaptırılmıştır. Kontrol grubuna herhangi bir uygulama yapılmamıştır. Katılımcıların uzamsal yeteneklerinin ölçülmesi amacıyla Resim Döndürme Testi, Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi: Döndürmeler, Delinmiş Delikler Testi, Zihinsel Döndürme Testi, Form Tahtası Testi, Yüzey Geliştirme Testi, Diferansiyel Yetenek Testi: Uzay ilişkileri testleri ön-son test olmak üzere iki defa uygulanmıştır. Deney grubunda bulunan öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirdiği sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada ne kadar erken bir şekilde Sketchup modelleme eğitimi verilirse o kadar erken yaşta çocukların uzamsal yeteneklerinde iyileştirme olacağı vurgulanmıştır. Akıllı ve Seven (2014) yaptıkları çalışmada 3D modellerin fen bilgisi öğretmen adaylarının uzamsal yetenek ve akademik başarıları üzerinde olumlu etki ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Chen ve Chen (2022) sanal gerçeklik ile verilen eğitimin uzamsal yetenek üzerine olumlu etkisinin olduğunu yaptıkları çalışmada ortaya koymuştur. Lahav ve Wolfson (2023) çalışmalarında Tangram oyununu kontrol grubuna kartla, deney grubuna bilgisayar arayüzü ile hazırlanmış animasyonlarla oynatılan bir uygulama süreci gerçekleştirmişlerdir. Oyunda yapboz parçalarını desene göre farklı şekillerde konumlandırmaları istenmiştir. Süreç sonucunda teknoloji ile uygulama yaptırılan deney grubu uzamsal yetenek açısından daha başarılı çıkmıştır. Phon, Ali ve Halim (2015) tarafından yapılan çalışmada artırılmış gerçeklik teknolojisinin farklı uzamsal yeteneklere sahip öğrenciler üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Çalışmaya 34 tane beşinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Artırılmış gerçeklik teknolojisinin öğrencilerin uzamsal yeteneklerini olumlu yönde etkilediği bunun yanında başlangıçta daha düşük uzamsal yeteneğe sahip olan öğrencilerde olumlu etkinin daha fazla olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Weng ve diğerleri (2019) hem artırılmış gerçeklik hem sanal gerçekliği içeren karma gerçeklik teknolojisi ile bilim kitabı tasarlamışlardır. Tasarlanan bilim kitabı

ile uygulama yapılmıştır. Uygulama sonucunda öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin geliştiği vurgulanmıştır.

Uzamsal yetenek ile ilgili yapılmış çalışmalara bakıldığında; uzamsal yeteneğin matematik ve fen alanlarında akademik başarı üzerinde olumlu etkisinin olduğu, uzamsal yetenek ile ilgili uygulamaların lisans düzeyinde kullanılması gerekliliği, teknoloji ile desteklenmiş öğretim ortamlarının öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerinde olumlu etki bıraktığı görülmüştür. Literatür incelendiğinde fen bilimleri öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerinin incelendiği araştırmalarda genellikle 3D modellerin kullanıldığı göze çarpmaktadır. Ancak artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik teknolojilerinin fen bilimleri öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerine nasıl etki ettiği üzerine yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Dolayısıyla bu çalışmada literatürdeki bu eksikliğin giderilmesi hedeflenmiştir.

#### **2.7.4 Uzamsal Yeteneğin Geliştirilmesi**

Piaget, uzamsal yetenekteki gelişimi bireyin bilişsel gelişimi ile ilişki kurarak açıklamıştır. İlk olarak topolojik özellikler kazanılmaktadır. Bu beceriler iki boyutludur ve işlem öncesi dönemine (2-7 yaş) denk gelmektedir. Çocuk uzayı; bir cismin başka cisme yakınlığını, grup içerisinde kendi sırasını bilmesi ve sırasını koruması gibi topolojik beceriler ile algılar. Daha basite indirgenmiş bulmacaları çözebilirler. İkinci aşama somut işlemler dönemine (7-11 yaş) denk gelmektedir. Bu aşamada üç boyutlu nesnelerin görselleştirilmesi, uzayda döndürüldüklerinde nasıl görüntü elde edilebileceği gibi farklı bakış açıları kazanılır. Bu nesneler daha çok günlük yaşamda etkileşime girdikleri nesnelerdir. Bu aşamada bu beceriyi kazanamayan lise ve üniversite öğrencisi görselleştirme konusunda zorluk çekmektedir. Üçüncü aşama soyut işlemler dönemine (11-15 yaş) denk gelmektedir. Bireyler uzayda bulunan nesnelerin hacim, alan, taşıma, mesafe gibi ölçümlü özelliklerini tanımlarlar. Piaget'e göre okullarda ele alınan öğretim programları ve yöntemler öğrencilerin biliş süreçlerine uygun olmalıdır (Balak, 2019; Tekin, 2007). Eğitimcilerin ise daha mesleğe başlamadan eğitim-öğretim hayatlarında öğrencilerinin uzamsal yeteneklerini ne yaparak geliştirebileceklerini öğrenmeleri ve bununla ilgili becerileri kazanmaları gerekmektedir (Bulut ve Köroğlu, 2000).

Alanyazında bulunan çalışmalar, uzamsal yeteneğin ğretim yoluyla geliştirilebileceğini göstermektedir (Demirezen, 2022; etin, 2020). Teknoloji ile uzamsal yetenek arasında bulunan ilişki karşılıklı olacak şekilde güçlü bir ilişkidir. Literatür incelendiğinde teknoloji destekli öğrenme ortamlarının öğrencilerin bilişsel yapılarını ve soyut düşünme becerilerini geliştirerek, daha iyi görsellik sunması neticesinde uzamsal yeteneği geliştirmede etkili olduğu söylenmektedir. 3D tasarım programları, 3D modeller, AG ve SG teknolojileri, kullanıcılarına sağladıkları içeriklerle uzamsal akıl yürütme, uzamsal algı becerilerini geliştirerek görselleştirme ve bu görseli değiştirme noktasında fayda sağlamaktadır. Kullanıcılar bu teknolojiler sayesinde incelenen nesneye hem bilişsel hem fiziksel olarak farklı bakış açılarından bakabilme fırsatı bulmaktadır. Bu farklı bakış açıları, nesneleri yeniden tasarlamak, uzamsal bulmacaları çözmek gibi uzamsal yeteneği oluşturan becerileri geliştirmektedir. Özellikle SG ve AG teknolojisi ile kullanıcılar, üç boyutlu sanal ortamlarla etkileşime girmekte nesneleri bu üç boyutlu ortamlarda derinlik, perspektif ile keşfetmektedir. Tüm bu teknolojiler sayesinde gerçek sınırlar ve sanal sınırlar birleşerek uzamsal ilişkiler ön plana çıkmakta bu da kullanıcının uzamsal muhakeme becerisini geliştirerek uzamsal yeteneğini artırmaktadır.

### 3.1 Araştırma Modeli

Bu araştırma bir deney bir kontrol olmak üzere iki grup ile yürütülmüştür. Biyoloji laboratuvar dersi kapsamında “Prokaryot ve Ökaryot Hücre, Bitki ve Hayvan Hücresi, Hücre Organelleri” konuları deney grubunda bulunan öğretmen adaylarıyla teknoloji destekli öğrenme ortamları dahilinde ele alınırken, kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarıyla geleneksel öğretim yöntemi ile eğitim süreci yürütülmüştür. Öğretim sürecinde öğrencilerin biyoloji laboratuvarına karşı tutumlarındaki, uzamsal yeteneklerindeki ve akademik başarılarındaki değişim karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Çalışmada nicel araştırma yöntemlerinden ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır (Creswell vd., 2003). Çalışmanın bağımsız değişkeni öğretim yöntemidir. Bağımlı değişkenleri ise “Hücre Başarı Testi (ön ölçüm ve son ölçüm), Purdue Uzamsal Görselleme Testi (ön ölçüm ve son ölçüm), Biyoloji Laboratuvarı Tutum Ölçeğine (ön ölçüm ve son ölçüm) ait öğrenci puanları”dır. Bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkenler üzerinde bıraktığı etkilerin neden sonuç ilişkisi bakımından incelenen çalışmalarda, araştırmacının denetiminde ilerleyen ve sürecin sonucunda verilerin elde edildiği model deneysel desen olarak adlandırılır. Çalışma grupları var olan gruplardan seçilen deneysel desen yarı deneysel desen olarak kabul edilmektedir (Büyüköztürk vd., 2016). Çalışmada deney ve kontrol grupları için hazır gruplar kullanılmasından dolayı araştırma yarı deneyseldir.

#### 3.1.1 Teknoloji Destekli Öğrenme Ortamlarının Tasarlanması ve Uygulanması

Bu çalışma, İstanbul’da bir devlet üniversitesinin birinci sınıf fen bilimleri öğretmen adaylarıyla 2022-2023 bahar yarıyılında Biyoloji 1 dersi kapsamında, haftada grup başına 2 saat olacak şekilde beş hafta süresince gerçekleştirilmiştir. Teknoloji destekli eğitim-öğretim ortamlarının oluşturulmasındaki amaç; öğretmen adaylarının teknoloji tabanlı öğrenmeyi öğrenci açısından deneyimlemeleri, ileride teknoloji tabanlı öğrenme ortamlarını sınıflarına nasıl uygulayacaklarını öğrenmeleri, ortaya çıkan yeni eğitim teknolojilerini keşfedip kullanabilmeleridir

(Parker, 2015). Derste ele alınacak konu listesi çıkarılmış; bu konularla ilgili kullanılabilecek web 2.0 araçları, 3D modeller, artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik yazılımları ve uygulamaları belirlenmiştir. Bunun haricinde çalışma esnasında kullanılacak uygulamalar ücretli ise üyelik satın alınmıştır. Araştırmacı tarafından hem deney grubu hem de kontrol grubu için ders planlarına bağlı olarak deney föyleri oluşturulmuştur. Deney föylerinde bulunan teorik bilgiler Bektaş Tepe ders notlarından hazırlanmıştır. Hazırlanan deney föyleri ekler kısmında okuyucuya sunulmuştur. Kontrol grubu için oluşturulan deney föyleri geleneksel biyoloji laboratuvar dersi uygulamalarını içerirken; deney grubu için oluşturulan deney föyleri bunlara ek olarak teknoloji ile desteklenerek ortaya koyulmuştur.

### **3.1.1.1 Uygulamanın 1. Haftası**

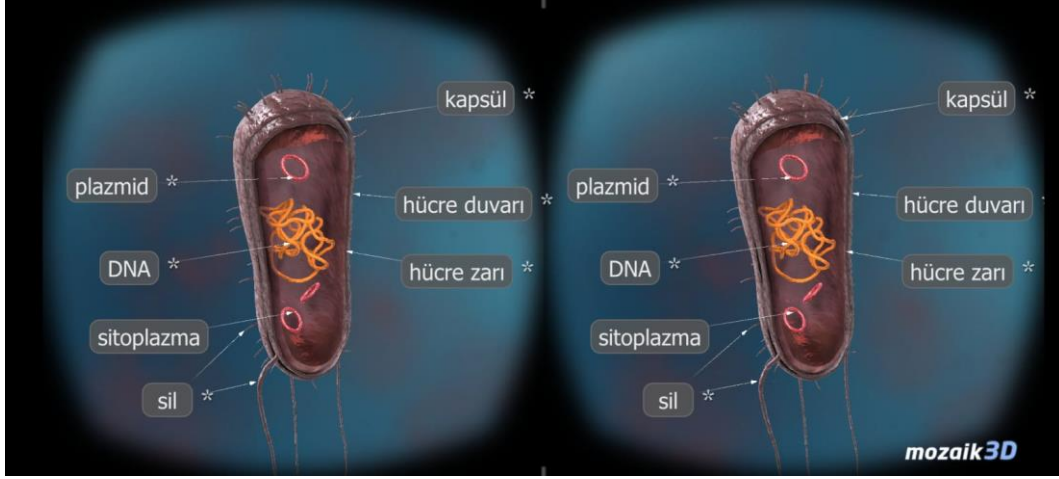
Uygulamanın 1. haftası biyoloji laboratuvar ders saatinde kontrol grubunda prokaryot hücre konusu ile ilgili deney yapılmıştır. Yapılan deney aşağıda verilmiştir.

#### **1. Hafta Deney: Prokaryot Hücre**

**Gerekli Malzemeler:** Lam, lamel, mikroskop, yoğurt kültürü, açıkta bekletilmiş süt, kürdan, su.

**Yapılışı:** Lamel üzerine bir miktar su konulur. Üzerine kürdan yardımıyla yoğurt kültürü sürülür ve lamel ile kapatılır. Preparat, düşük büyütmeden yüksek büyütmeye doğru mikroskopta incelenir.

Deney grubuna ise yukarıda verilen deneye ek olarak konu sanal gerçeklik teknolojisi ile işlenmiştir. Bacteria 3D uygulaması ile prokaryot olan bakteriler bir animasyon üzerinden sanal gerçeklik gözlüğü ile incelenmiştir.



**Şekil 3.1** Bacteria 3D uygulamasında sanal gerçeklik ile izlenen bakteriler animasyonundan bir kesitin fotoğrafı

### 3.1.1.2 Uygulamanın 2. Haftası

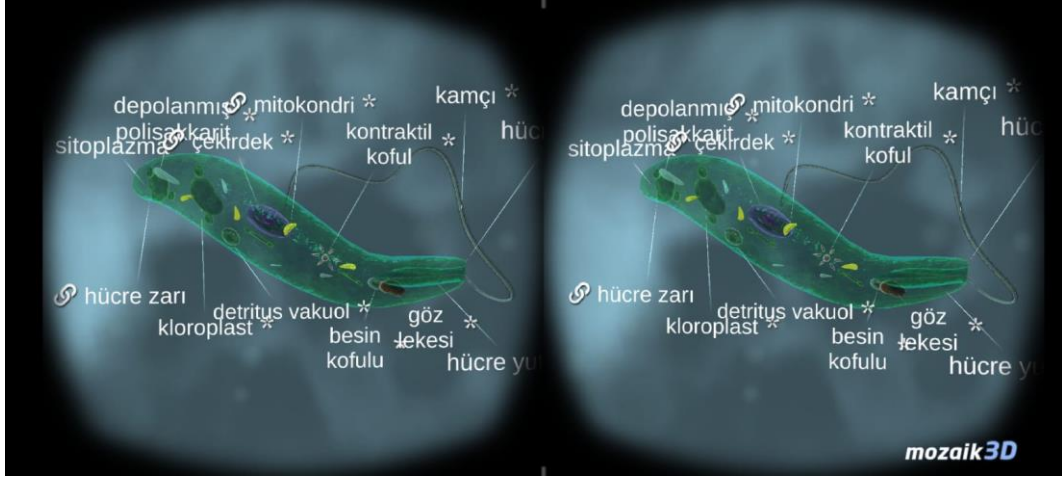
Uygulamanın 2. haftası, biyoloji laboratuvar ders saatinde kontrol grubunda ökaryot hücre konusu ile ilgili deney yapılmıştır. Yapılan deney aşağıda verilmiştir.

#### 2. Hafta Deney: Ökaryot Hücre

**Gerekli Malzemeler:** Havuz/akvaryum suyu, kuru yapraklar, ot, toprak, meyve kabukları, kavanoz/cam şişe, lam, lamel, mikroskop.

**Yapılışı:** Havuz veya akvaryum suyu bir kavanoza alınır. Kavanozun içine kuru yapraklar, ot, meyve kabukları, toprak atılır ve kültür ortamının oluşması için 10-15 gün bekletilir. Oluşturulan kültür ortamı preparatı hazırlanıp mikroskopta incelenir.

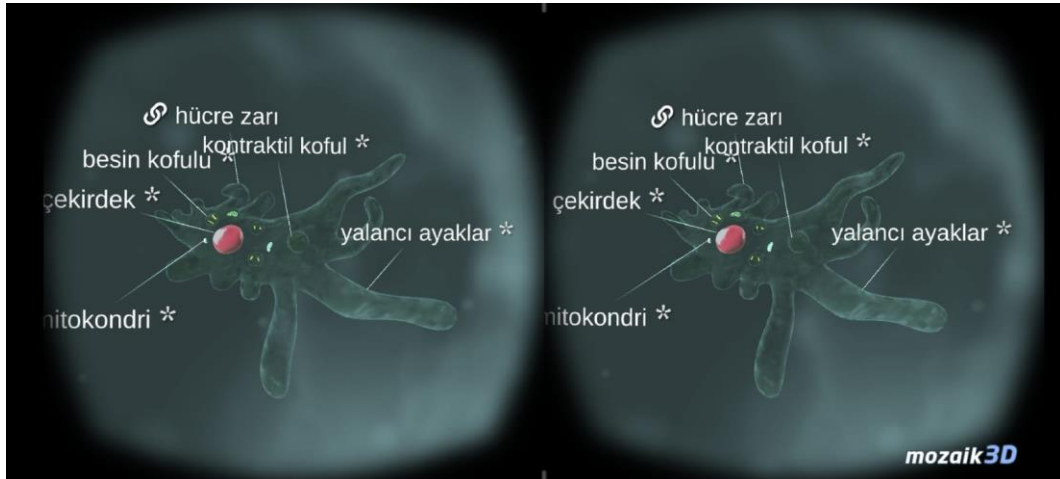
Deney grubunda ise yukarıda verilen deneye ek olarak konu sanal gerçeklik teknolojisi entegre edilerek işlenmiştir. Mozaik3D uygulaması ile tatlı su amibi, terliksi hayvan, yeşil öglene ve şapkalı mantarlar sanal gerçeklik gözlüğü ile incelenmiştir. Öğretmen adayları öğrendiklerini araştırmacının web 2.0 araçlarından Wordwall uygulaması ile hazırladığı oyunla pekiştirmişlerdir.



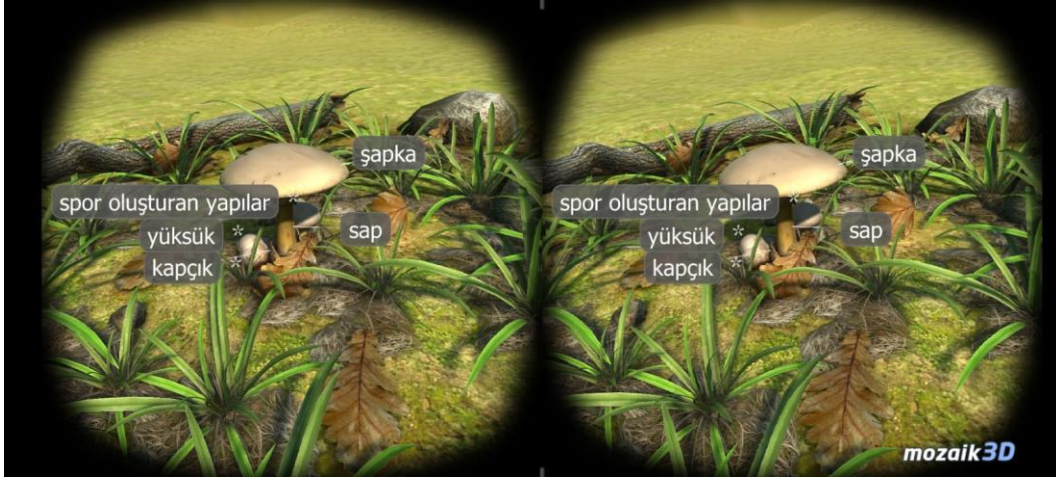
Şekil 3.2 Mozaik3D uygulamasında sanal gerçeklik ile incelenen yeşil öglenanın fotoğrafı



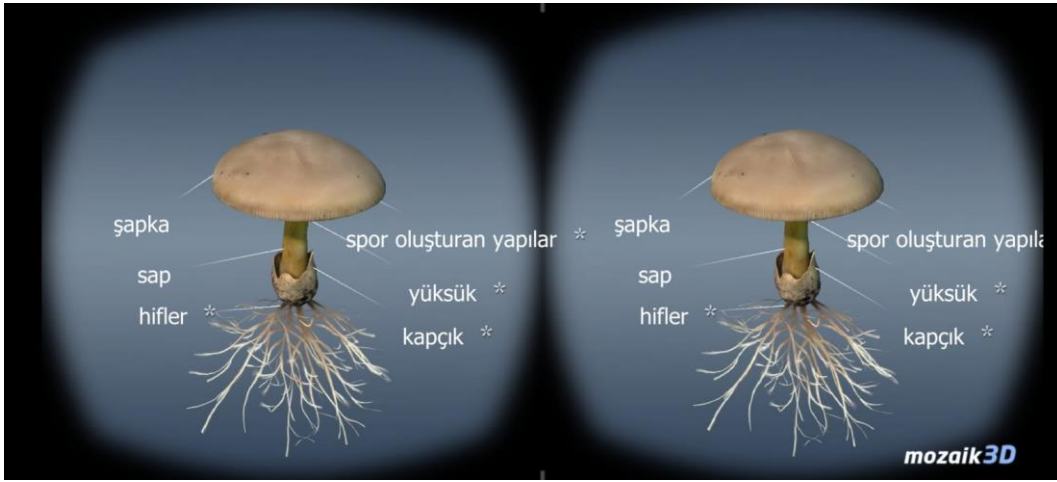
Şekil 3.3 Mozaik3D uygulamasında sanal gerçeklik ile incelenen terliksi hayvanın fotoğrafı



Şekil 3.4 Mozaik3D uygulamasında sanal gerçeklik ile incelenen tatlı su amibinin fotoğrafı



**Şekil 3.5** Mozaik3D uygulamasında sanal gerçeklik ile incelenen şapkalı mantarların fotoğrafı



**Şekil 3.6** Mozaik3D uygulamasında sanal gerçeklik ile incelenen şapkalı mantarların yapısının fotoğrafı

### 3.1.1.3 Uygulamanın 3. Haftası

Uygulamanın 3. haftası, biyoloji laboratuvar ders saatinde kontrol grubunda bitki hücresi konusu ile ilgili deney yapılmıştır. Yapılan deney aşağıda verilmiştir.

#### 3. Hafta Deney: Bitki Hücresi

**Gerekli Malzemeler:** Kuru soğan, bistüri/jilet, pens, su, lam, lamel, mikroskop.

**Yapılışı:** İkiye bölünmüş kuru soğanlardan bir tanesi alınarak dış kısmından saydam ve ince olan soğan zarı bistüri/jilet ve pens yardımıyla ayrılır. Lamin üzerine bir damla su konulur. Suyun üzerine ayrılan soğan zarı yerleştirilir. Preparat, düşük büyütmeden yüksek büyütme doğru mikroskopta incelenir.

Deney grubunda ise yukarıda verilen deneye ek olarak konu artırılmış gerçeklik ile işlenmiştir. Bitki hücresini incelemek için artırılmış gerçeklik teknolojisi içeriğine sahip olan Hologo uygulaması kullanılmıştır.



**Şekil 3.7** Hologo uygulaması ile artırılmış gerçeklik halinde incelenen bitki hücresi fotoğrafı

#### 3.1.1.4 Uygulamanın 4. Haftası

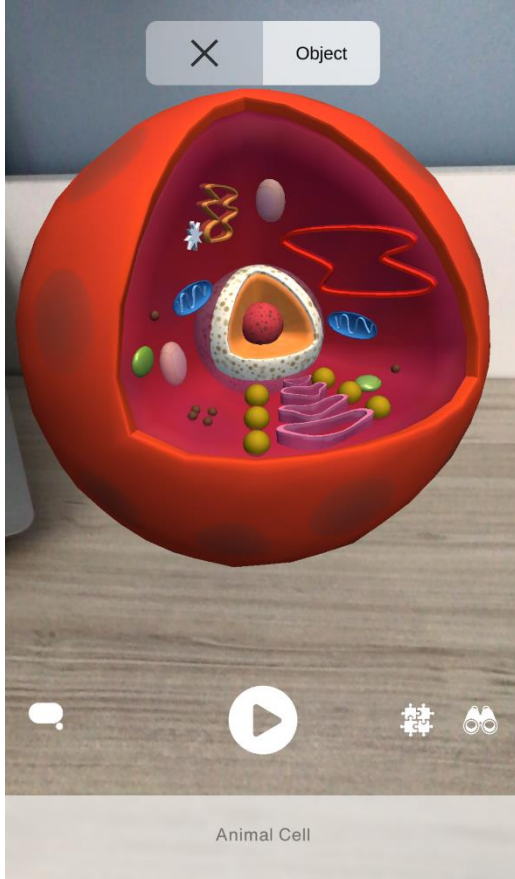
Uygulamanın 4. haftası, biyoloji laboratuvar ders saatinde kontrol grubunda hayvan hücresi konusu ile ilgili deney yapılmıştır. Yapılan deney aşağıda verilmiştir.

#### 4. Hafta Deney: Hayvan Hücresi

**Gerekli Malzemeler:** Kürdan, su, lam, lamel, mikroskop.

**Yapılışı:** Lam üzerine bir damla su alınır. Temiz bir kürdan yardımıyla ağız içi yanaktan aşağıdan yukarıya doğru zedelemekten sıyrılır. Alınan numune su ile karıştırılır ve lamel ile kapatılır. Preparat, düşük büyütmeden yüksek büyütmeyle doğru mikroskopta incelenir.

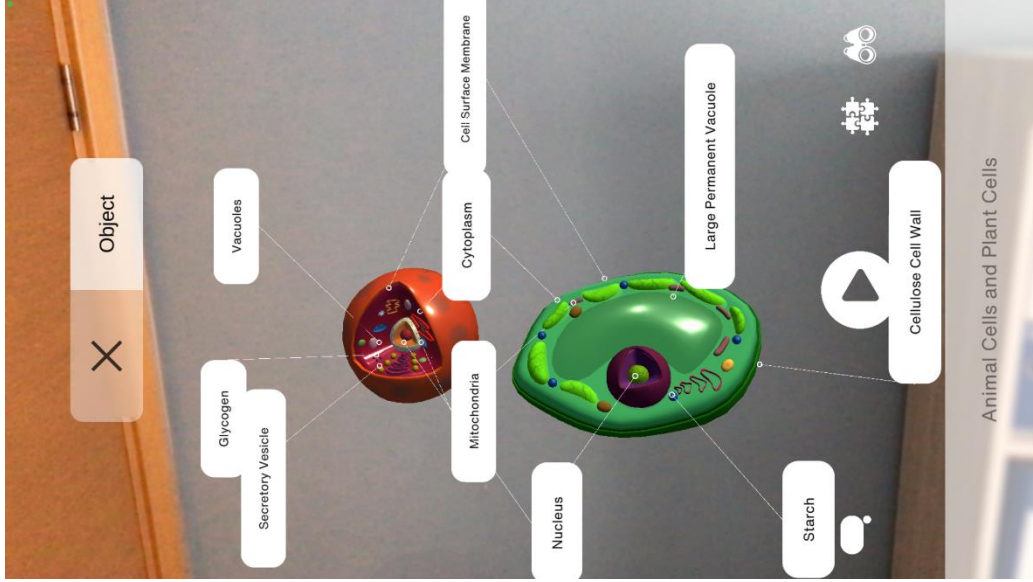
Deney grubunda ise yukarıda verilen deneye ek olarak konu artırılmış gerçeklik ile işlenmiştir. Hayvan hücresi, saç kökü hücresi ve hayvan/bitki hücrelerinin karşılaştırılmış halini incelemek için artırılmış gerçeklik teknolojisi içeriğine sahip olan Hologo uygulaması kullanılmıştır. Öğretmen adayları öğrendiklerini pekiştirmek amacıyla “Ogm Materyal” sitesinde bulunan eşleştirme uygulamasını yapmışlardır.



**Şekil 3.8** Hologo uygulaması ile artırılmış gerçeklik halinde incelenen hayvan hücresi fotoğrafı



**Şekil 3.9** Hologo uygulaması ile artırılmış gerçeklik halinde incelenen saç kök hücresi fotoğrafı



**Şekil 3.10** Hologo uygulaması ile artırılmış gerçeklik halinde karşılaştırmalı bir şekilde incelenen hayvan ve bitki hücresi fotoğrafı

#### 3.1.1.5 Uygulamanın 5. Haftası

Uygulamanın 5. haftası, biyoloji laboratuvar ders saatinde kontrol grubunda hücre organelleri konusu ile ilgili deney yapılmıştır. Yapılan deney aşağıda verilmiştir.

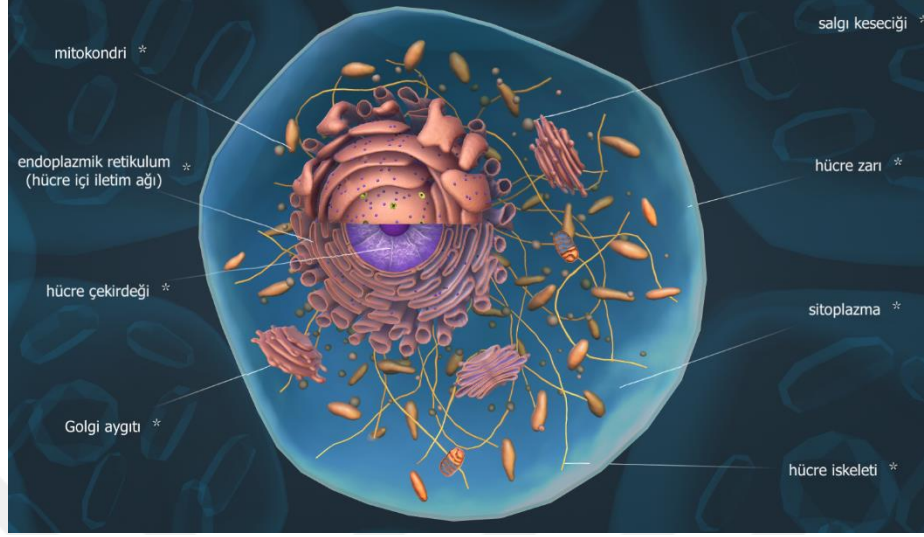
#### 5. Hafta Deney: Hücre Organelleri

**Gerekli Malzemeler:** Elodea bitkisi, lam, lamel, mikroskop.

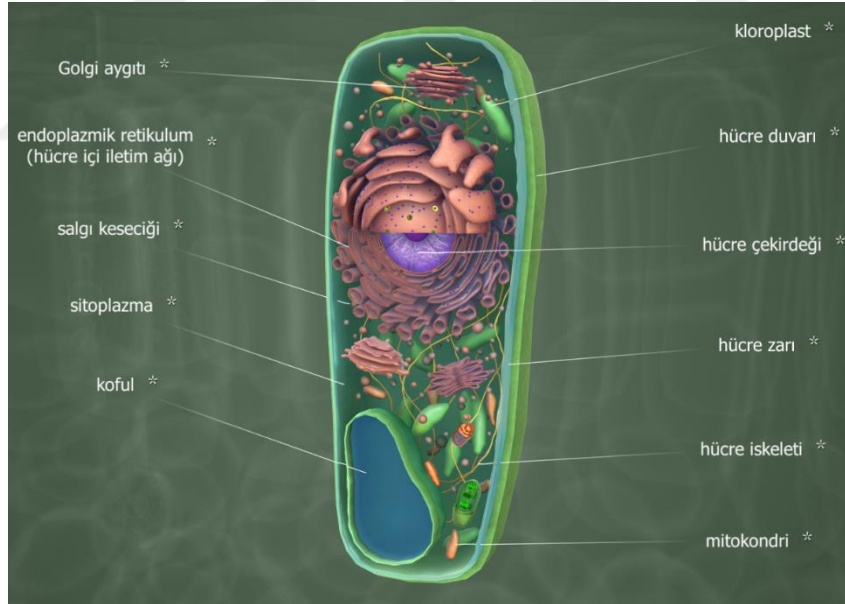
**Yapılışı:** Elodea bitkisinin genç yapraklarından parça alınır ve lam üzerine yerleştirilir. Lamel ile hava almayacak şekilde kapatılır. Hazırlanan preparat mikroskopta incelenir. Hücre duvarı, kloroplastlar, hücre çekirdeği ve sitoplazma hareketleri gözlemlenmeye çalışılır.

Deney grubunda ise yukarıda verilen deneye ek olarak konu hem sanal gerçeklik hem de 3D modeller ile incelenmiştir. Hücre organellerinden; bitki hücresi organelleri, hayvan hücresi organelleri bir bütün ve karşılaştırmalı bir şekilde, çekirdek, çekirdek zarı, endoplazmik retikulum, golgi, hücre zarı, mitokondri, plastitler “Mozaik3D” uygulaması ile 3D model üzerinden incelenmiştir. Ardından sırasıyla “In The Cell VR” ve “Inside Cell VR” uygulamaları kullanılarak sanal gerçeklik ile hücre içine doğru yolculuğa çıkılarak sanal gerçeklik deneyimi ile hücre organelleri işlenmiştir. Dersin sonunda ise öğrenciler web 2.0

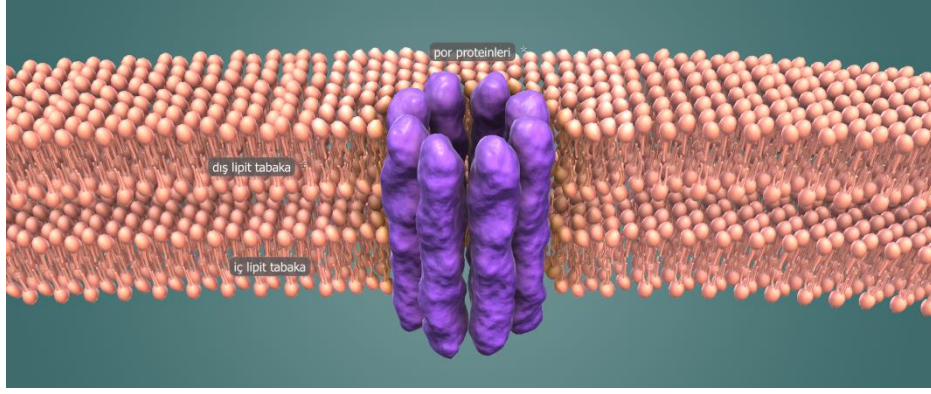
uygulamalarından Crosswordlabs ile öğrendiklerini pekiştirmek için bulmaca çözmüşlerdir.



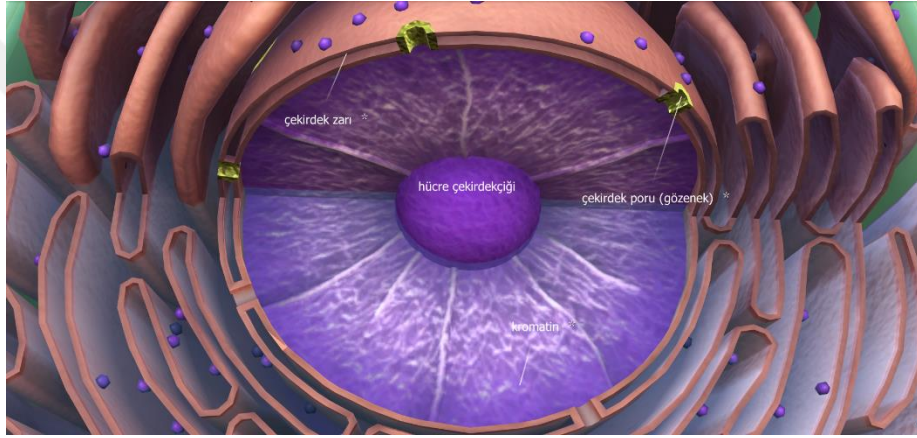
**Şekil 3.11** Mozaik3D uygulamasında 3D model olarak incelenen hayvan hücresi organellerinin fotoğrafı



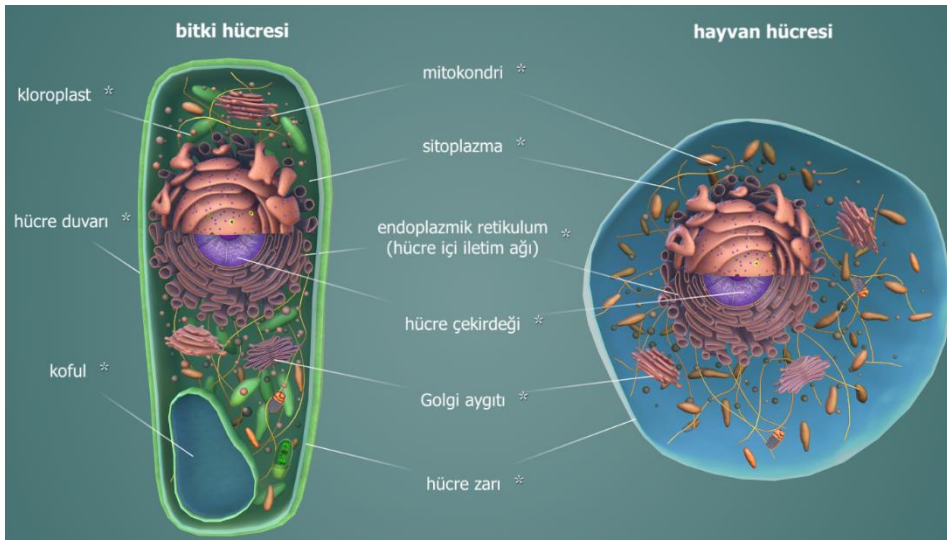
**Şekil 3.12** Mozaik3D uygulamasında 3D model olarak incelenen bitki hücresi organellerinin fotoğrafı



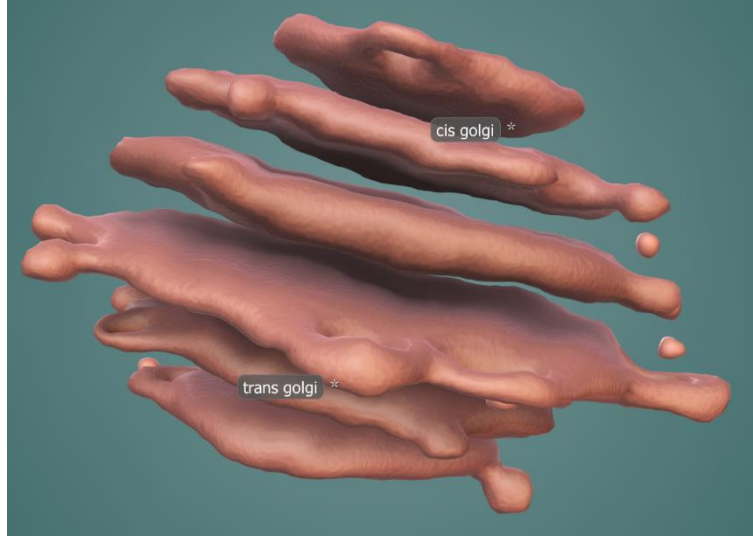
**Şekil 3.13** Mozaik3D uygulamasında 3D model olarak incelenen çekirdek zarı fotoğrafı



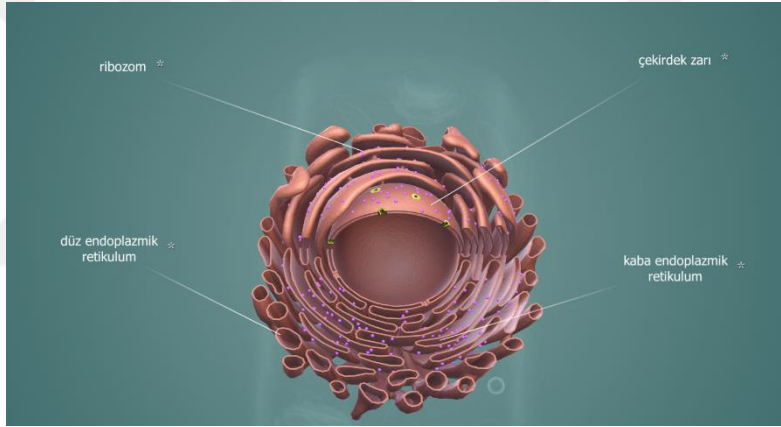
**Şekil 3.14** Mozaik3D uygulamasında 3D model olarak incelenen çekirdek fotoğrafı



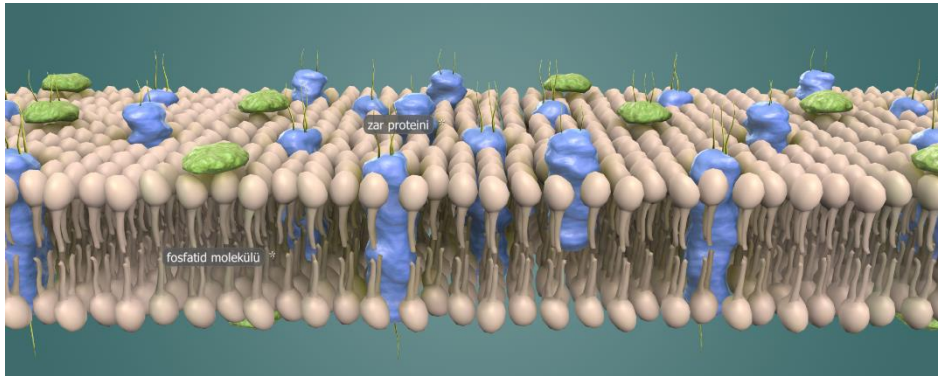
**Şekil 3.15** Mozaik3D uygulamasında 3D model olarak incelenen bitki-hayvan hücresi organellerinin karşılaştırma fotoğrafı



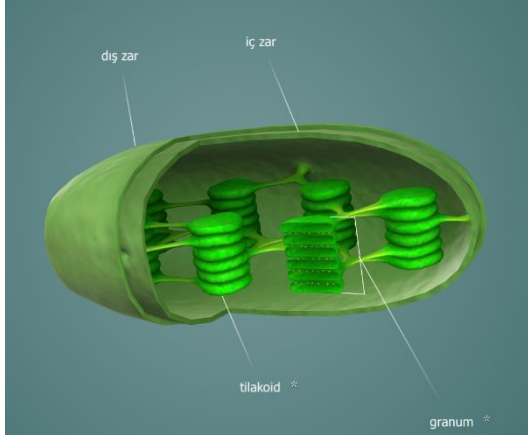
**Şekil 3.16** Mozaik3D uygulamasında 3D model olarak incelenen golgi fotoğrafı



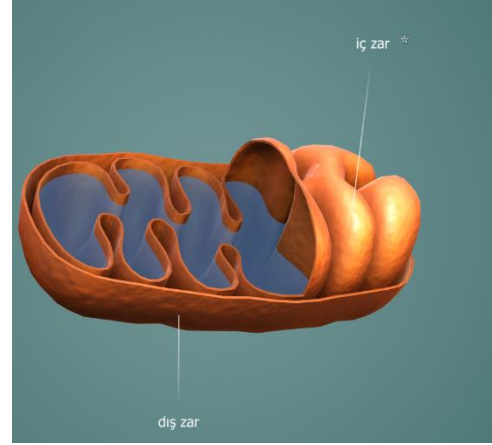
**Şekil 3.17** Mozaik3D uygulamasında 3D model olarak incelenen endoplazmik retikulum fotoğrafı



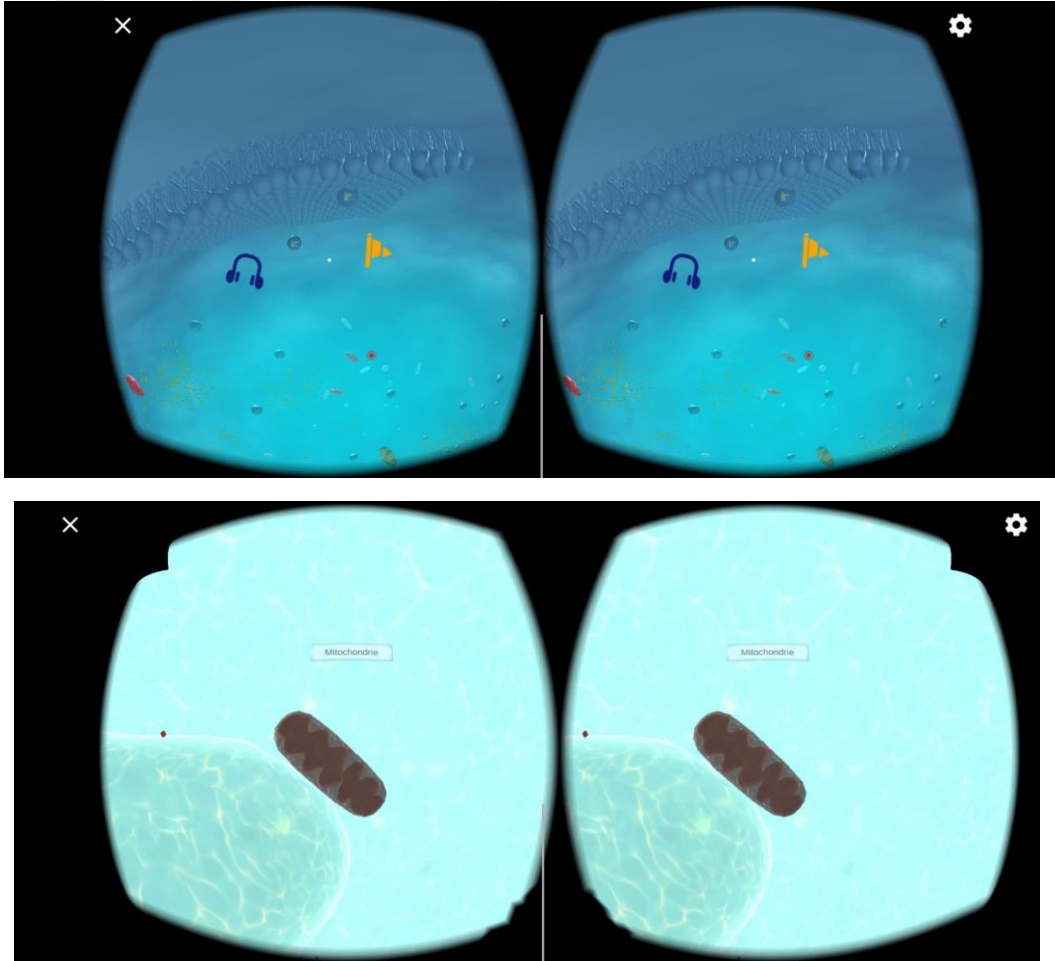
**Şekil 3.18** Mozaik3D uygulamasında 3D model olarak incelenen hücre zarı fotoğrafı



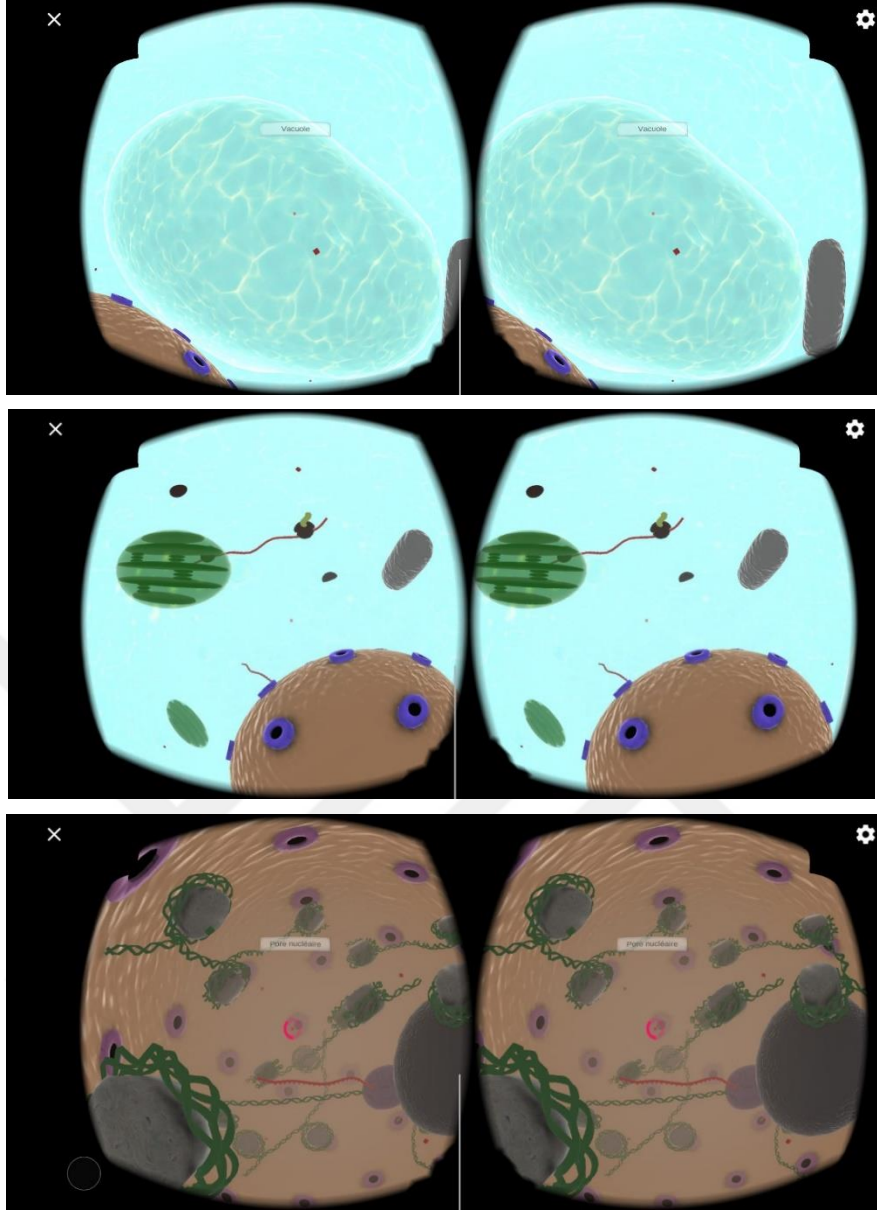
Şekil 3.19 Mozaik3D uygulamasında 3D model olarak incelenen plastit fotoğrafı



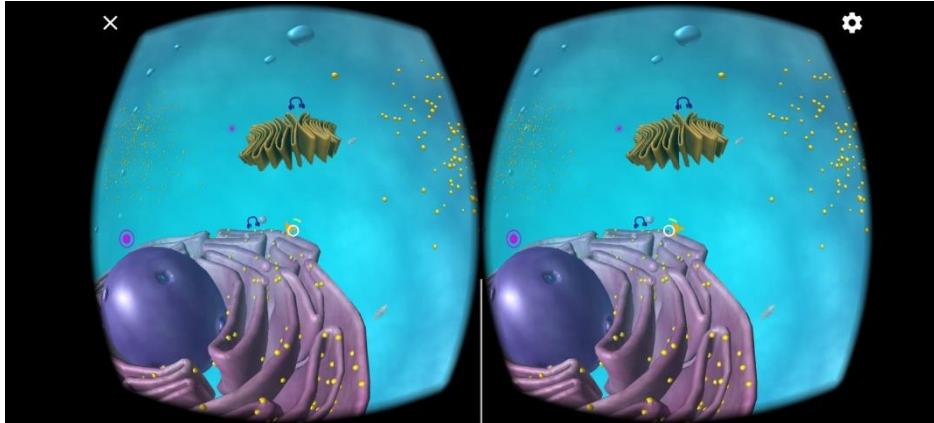
Şekil 3.20 Mozaik3D uygulamasında 3D model olarak incelenen mitokondri fotoğrafı



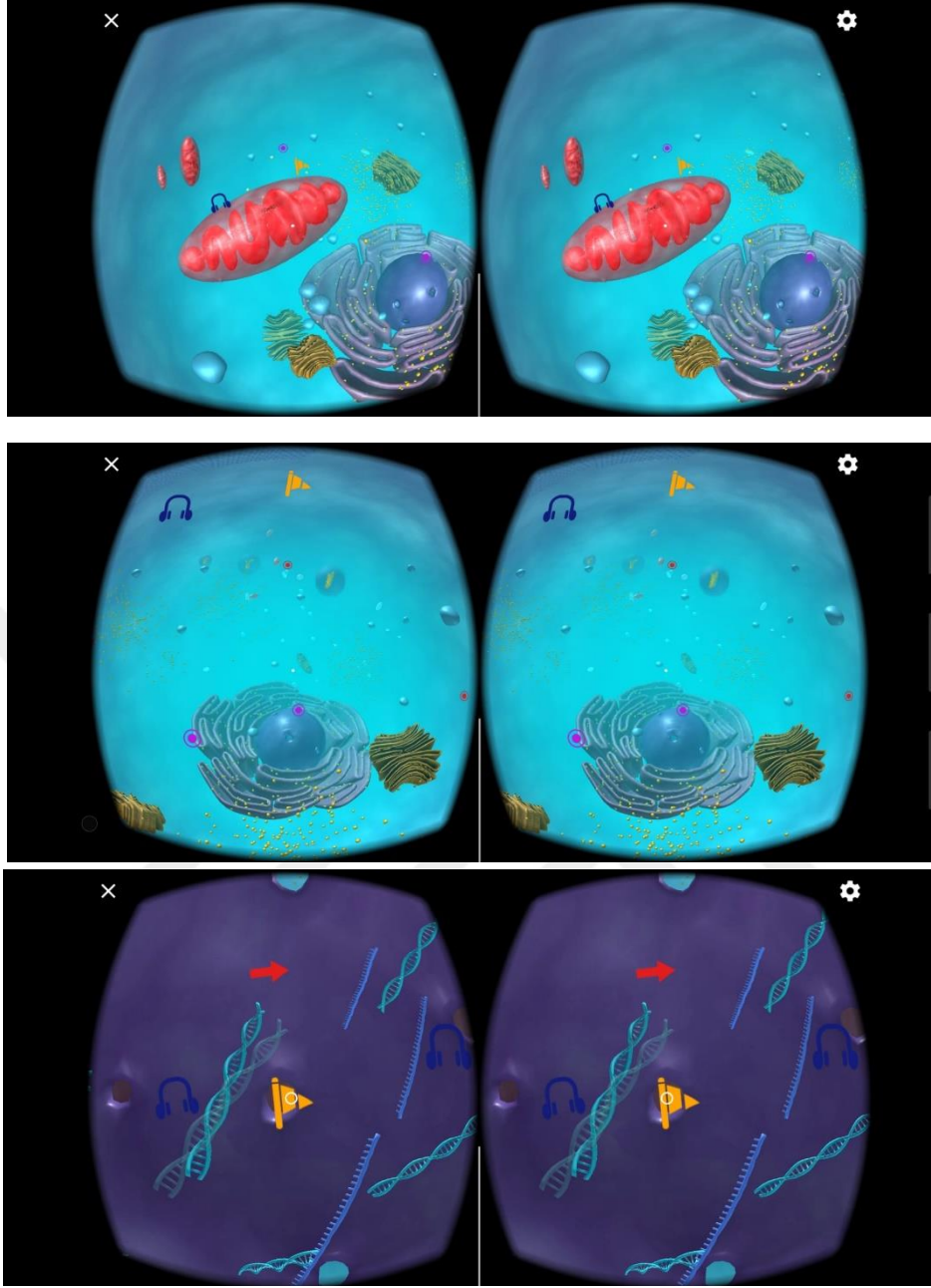
Şekil 3.21 “In The Cell VR” uygulamasının içerik görüntüleri



Şekil 3.21 “In The Cell VR” uygulamasının içerik görüntüleri (devamı)



Şekil 3.22 “Inside Cell VR” uygulamasının içerik görüntüleri



Şekil 3.22 “Inside Cell VR” uygulamasının içerik görüntüleri (devamı)

### 3.2 Çalışma Grubu

Öğretmen adayları ile gerçekleştirilen teknoloji destekli biyoloji laboratuvar dersi için 40 öğretmen adayına ulaşılmıştır. Örneklem seçiminde “amaçlı örnekleme” yöntemlerinden olan “kolay ulaşılabilir örnekleme” yöntemi kullanılmıştır (Patton, 2005). Katılımcılar, İstanbul’da bulunan bir devlet üniversitesinde 2022-2023 eğitim öğretim yılı bahar döneminde fen bilgisi öğretmenliği lisans programı 1. sınıfta öğrenim gören 40 öğretmen adayından oluşmaktadır. Katılımcılar, öğrenci listesinde 4 gruba ayrılmıştır. İlk iki grup kontrol grubu, son iki grup deney grubu

olarak atanmıştır. Kontrol grubunda bulunan 20 öğretmen adayı geleneksel laboratuvar uygulamalı bir biyoloji laboratuvar dersi görürken, deney grubunda bulunan 20 öğretmen adayı geleneksel laboratuvar uygulamalarına ek olarak teknoloji destekli bir biyoloji laboratuvar eğitimi görmüştür. Deney ve kontrol grubunun katılımcılarına ilişkin demografik bilgiler Tablo 3.1’de yer almaktadır.

**Tablo 3.1** Çalışmaya Ait Katılımcıların Demografik Özellikleri

| Gruplar       | Cinsiyet | N  | %     |
|---------------|----------|----|-------|
| Kontrol Grubu | Kız      | 16 | 40,00 |
|               | Erkek    | 4  | 10,00 |
| Deney Grubu   | Kız      | 17 | 42,50 |
|               | Erkek    | 3  | 7,50  |
| Toplam        | 40       |    | 100   |

### 3.3 Veri Toplama Araçları

Bu bölümde araştırmada kullanılan üç çeşit veri toplama araçları ile ilgili bilgi verilecektir.

**Tablo 3.2** Alt problemlere göre veri toplama araçları, veri toplama zamanı ve veri analizi

| Alt Problemler                                                                                                                                                                                                                        | Veri Toplama Araçları | Veri Toplama Zamanı              | Veri Analizi                |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|-----------------------------|
| 1. Biyoloji laboratuvar dersini alan, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının biyoloji laboratuvar dersi başarıları arasında uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır? | Hücre Başarı Testi    | Uygulama Öncesinde ve Sonrasında | Shapiro Wilk testi, t-testi |

**Tablo 3.2** Alt problemlere göre veri toplama araçları, veri toplama zamanı ve veri analizi (devamı)

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                    |                                  |                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 2. Biyoloji laboratuvar dersini alan, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri uygulama öncesi ne düzeydedir? Uygulama sonrasında, iki grup arasında, uzamsal yetenek bakımından anlamlı bir fark var mıdır?                                                          | Purdue Uzamsal Görselleme Testi    | Uygulama Öncesinde ve Sonrasında | Shapiro Wilk testi, t-testi, Mann Whitney U testi, Wilcoxon İşaretli Sıralar testi |
| 3. Biyoloji laboratuvar dersini alan, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının biyoloji laboratuvar dersine yönelik tutumları uygulama öncesi ne düzeydedir? Uygulama sonrasında, iki grup arasında, biyoloji laboratuvar dersine yönelik tutumlar bakımından anlamlı bir fark var mıdır? | Biyoloji Laboratuvarı Tutum Ölçeği | Uygulama Öncesinde ve Sonrasında | Shapiro Wilk testi, t-testi, Mann Whitney U testi, Wilcoxon İşaretli Sıralar testi |

### 3.3.1 Hücre Akademik Başarı Testi

Çalışmada deney ve kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının “Prokaryot ve Ökaryot Hücre, Bitki ve Hayvan Hücresi, Hücre Organelleri” konuları kapsamında akademik başarılarını ölçmek amacı ile kullanılan “Hücre Başarı Testi” Çakır ve Arı (2022) tarafından geliştirilmiştir.

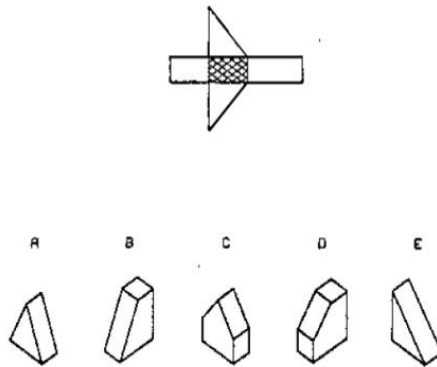
“Hücre Başarı Testi” kontrol ve deney grubunda yer alan öğretmen adaylarına ön test-son test olarak uygulanmıştır. “Hücre Başarı Testi” 22 sorudan oluşmaktadır. Test Ek’ler bölümünde verilmiştir. “Hücre Başarı Testi”nde öğretmen adaylarının cevaplarının değerlendirilmesi; doğru cevaba 1 puan, yanlış ve boş cevaba 0 puan verilerek yapılmıştır. Öğretmen adaylarının sonuçta aldıkları puan doğru cevaplardan aldıkları puanların toplanmasıyla hesaplanmıştır. Akademik başarı testinin KR-20 güvenirlik değeri Çakır ve Aslı (2022) tarafından 0,89 olarak hesaplanmıştır.

### 3.3.2 Purdue Uzamsal Görselleme Testi

Öğretmen adaylarının yüzey açılımı gösterilen nesneyi belleklerinde oluşturma, üç boyutlu cisimlerin dönme hareketini görselleştirme, üç boyutlu nesnelere farklı açılardan bakıldığı zaman nesnelerin nasıl görüldüğünü belleklerinde canlandırabilme yeteneklerini ölçmek amacıyla Guay (1977) tarafından geliştirilen Sevimli (2009) tarafından Türkçe literatüre kazandırılan “Purdue Uzamsal Görselleme Testi” bu çalışmada öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerini ölçmek amacı ile kullanılmıştır.

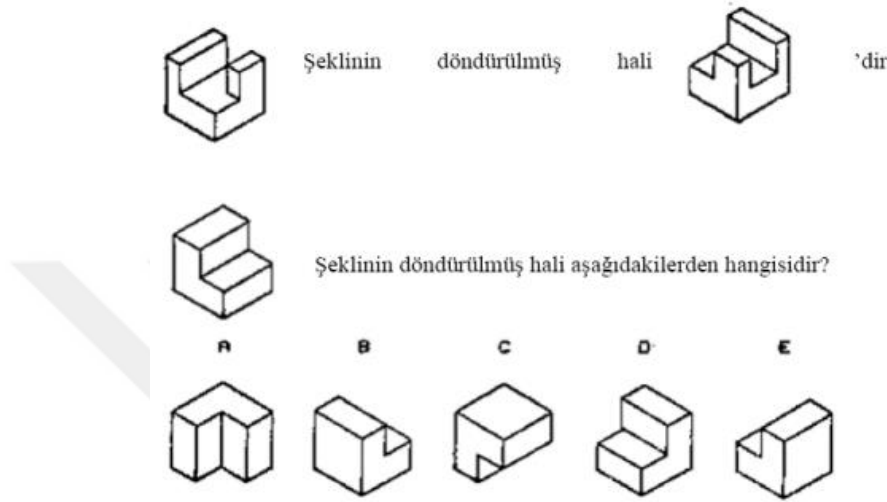
“Purdue Uzamsal Görselleme Testi (PUGT)” oluşturma, döndürme ve görünüm olmak üzere üç alt boyuttan oluşmaktadır. Her alt boyut 12 soru, toplam test 36 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır. Guay (1977) PUGT’nin kişinin uzamsal yeteneğini ölçen farklı ölçme araçlarına kıyasla daha geçerli ve güvenilir olduğunu vurgulamaktadır. Bu sebeple çalışmada PUGT kullanılmıştır. Testin güvenirlik katsayısı 0,90 olarak hesaplanmıştır.

36 madde içeren PUGT 13 yaş ve üzerindeki bireylere göre kolaydan zora gidecek şekilde hazırlanmıştır. Her bölümün başında katılımcılara onlardan neler istendiğinde dair bir yönerge ve örnek olmak üzere iki soru bulunmaktadır. Yönergeler katılımcının zihninde bulunan sorulara cevap vermekte ve anlamlandırma sürecine hizmet etmektedir. Test Ek’ler bölümünde verilmiştir. Oluşturma adlı ilk alt boyutta bir nesnenin yüzey açılımına ait görsel verilmiştir. Katılımcılardan yüzey açılımı verilen nesnenin kapandığında ortaya çıkan üç boyutlu halini akıllarında canlandırmaları ve aşağıdaki beş seçenekten doğru olan üç boyutlu nesneyi işaretlemeleri istenir. Nesnenin verilen açılımında bulunan taralı alan nesnenin taban yüzeyini belirtmektedir. Birinci alt boyuta ait örnek bir soru Şekil 3.23’te gösterilmektedir.



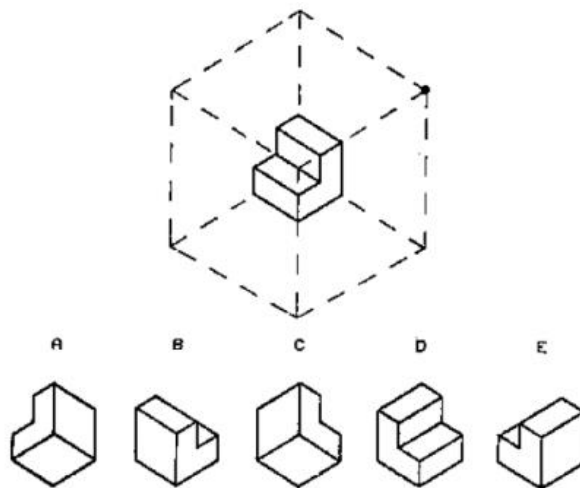
Şekil 3.23 PUGT birinci alt boyutuna ait örnek bir soru

Döndürme adlı ikinci alt boyutta üç boyutlu bir nesne ve bu nesnenin uzayda döndürülmüş üç boyutlu hali verilmiştir. Katılımcılardan bu nesnenin hangi yönde, ne kadar döndürüldüğünü bulmaları ve bunu ölçüt almaları istenmiştir. Ardından soruda verilen nesneye aynı işlemler yapılıncı aşağıdaki seçeneklerden hangisinin elde edilebileceğini zihinlerinde görselleştirmeleri istenmiştir. İkinci alt boyuta ait örnek bir soru Şekil 3.24’te gösterilmektedir.



Şekil 3.24 PUGT ikinci alt boyutuna ait örnek bir soru

Görünümler adlı üçüncü alt boyutta üç boyutlu cisim saydam bir kübün ortasına yerleştirilmiştir. Saydam kübün bir köşesi işaretlenmiştir. Katılımcılardan bu işaretlenmiş köşeden bakılınca üç boyutlu cismin nasıl görüldüğünü zihinlerinde görselleştirmeleri istenmiştir. Üçüncü alt boyuta ait bir örnek soru Şekil 3.25’te gösterilmektedir.



Şekil 3.25 PUGT üçüncü alt boyutuna ait örnek bir soru

### 3.3.3 Biyoloji Laboratuvarı Tutum Ölçeği

Çalışmada deney ve kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının biyoloji laboratuvarına yönelik tutumlarını ölçmek amacı ile kullanılan “Biyoloji Laboratuvarı Tutum Ölçeği” Uzel (2008) tarafından geliştirilmiştir.

“Biyoloji Laboratuvarı Tutum Ölçeği” kontrol ve deney grubunda yer alan öğretmen adaylarına ön test-son test olarak uygulanmıştır. Ölçek 6’sı olumsuz, 10’u olumlu olmak üzere 16 maddeden oluşmaktadır. Ölçek Ek’ler bölümünde verilmiştir. Ölçekten alınabilecek en düşük puan 16 iken en yüksek puan 80’dir. Öğretmen adaylarının sonuçta aldıkları puan doğru cevaplardan aldıkları puanların toplanmasıyla hesaplanmıştır. Biyoloji Laboratuvarı Tutum Ölçeğinin Cronbach  $\alpha$  değeri Uzel (2008) tarafından 0,91 olarak hesaplanmıştır.

### 4.1 Birinci Araştırma Sorusu ile İlgili Bulgular

Biyoloji laboratuvar dersini alan, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının biyoloji laboratuvar dersi başarıları arasında uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?

#### 4.1.1 Hücre Başarı Testine İlişkin Bulgular

Bu bölümde kontrol ve deney gruplarına ilişkin “Hücre Başarı Testi” ön test-son test sonuç ve analizleri bulunmaktadır. Verilerin çözümlenmesinde kullanılacak olan istatistiksel analiz türünün; parametrik veya parametrik olmayan testlerin belirlenmesinden önce verilerin normal dağılım gösterip göstermediği tespit edilmiştir. Örneklem büyüklüğü 50’den fazla olduğu durumlarda Kolmogorov Smirnov, örneklem büyüklüğü 50’den az olduğu durumlarda Shapiro Wilk testi tercih edilmektedir (Büyüköztürk, 2016). Bu çalışmada örneklem 50’den az olması nedeniyle verilerin normalliğini belirlemek için Shapiro Wilk normallik testi uygulanmıştır.

**Tablo 4.1** Hücre başarı testi normallik analizi

| Grup             | Shapiro Wilk testi | p değeri |
|------------------|--------------------|----------|
| Kontrol ön test  | 0,917              | 0,086    |
| Kontrol son test | 0,959              | 0,518    |
| Deney ön test    | 0,910              | 0,063    |
| Deney son test   | 0,938              | 0,220    |

Tablo 4.1 incelendiğinde kontrol ve deney gruplarına ait ön test ve son test puanlarının  $p > 0,05$  şartını sağladığı ve normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bunun sonucunda verilerin analiz sürecinde parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Parametrik testlerden birisi olan bağımsız örneklem t-testi deney

ve kontrol gruplarının hem ön test verilerini hem de son test verilerini analiz etmek için uygulanmıştır. Bağımlı örneklem t-testi ise kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının ön test-son test ve deney grubundan yer alan öğretmen adaylarının ön test-son test verilerini analiz etmek için uygulanmıştır.

“Deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uygulama öncesinde ve uygulama sonrasındaki akademik başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?” alt problemine cevap verecek sonuçlar ve bulgular aşağıda belirtilmiştir.

**Tablo 4.2** Hücre başarı testi ön testine ait bağımsız örneklem t-testi bulguları

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | Sd    | df | t     | p     |
|---------|----|-----------|-------|----|-------|-------|
| Kontrol | 20 | 8,55      | 2,012 | 38 | 0,710 | 0,482 |
| Deney   | 20 | 8,10      | 1,997 |    |       |       |

Tablo 4.2 incelendiğinde teknoloji tabanlı öğretimin öncesinde deney ve kontrol gruplarına uygulanan akademik başarı ön test puan ortalamaları kontrol grubu için 8,55, deney grubu için ise 8,10’dur. Deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır ( $p>0,05$ ). Bu sonuç kontrol ve deney gruplarının ilgili konu üzerinde sahip oldukları bilgi düzeylerinin uygulama öncesinde denk olduğunu göstermektedir.

**Tablo 4.3** Hücre başarı testi son testine ait bağımsız örneklem t-testi bulguları

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | Sd    | df | t     | p     |
|---------|----|-----------|-------|----|-------|-------|
| Kontrol | 20 | 8,10      | 2,222 | 38 | 3,407 | 0,002 |
| Deney   | 20 | 10,60     | 2,415 |    |       |       |

Tablo 4.3 incelendiğinde teknoloji tabanlı öğretimin sonrasında deney ve kontrol gruplarına uygulanan akademik başarı son test puan ortalamaları kontrol grubu için 8,10, deney grubu için 10,60’tır. Her iki grubun son test puan ortalamaları

arasındaki puan farkının anlamlı bir düzeyde olduğu  $t(38)=3,407$ ,  $p<0,05$  sonucundan tespit edilmiştir.

**Tablo 4.4** Kontrol grubu hücre başarı testi ön test ve son test bağımlı örneklem t-testi bulguları

| Kontrol Grubu | N  | $\bar{X}$ | Sd    | df | t     | p     |
|---------------|----|-----------|-------|----|-------|-------|
| Ön test       | 20 | 8,55      | 2,012 | 19 | 0,833 | 0,415 |
| Son test      | 20 | 8,10      | 2,222 |    |       |       |

Tablo 4.4'te kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının Hücre Başarı Testi ön test-son test puanları bağımlı örneklem t-testi ile karşılaştırıldığında ön test puan-son test puan ortalamaları sırasıyla 8,55 ve 8,10'dur. Kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının son test puanları lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.5** Deney grubu hücre başarı testi ön test ve son test bağımlı örneklem t-testi bulguları

| Deney Grubu | N  | $\bar{X}$ | Sd    | df | t     | p     |
|-------------|----|-----------|-------|----|-------|-------|
| Ön test     | 20 | 8,10      | 1,997 | 19 | 4,626 | 0,000 |
| Son test    | 20 | 10,60     | 2,415 |    |       |       |

Tablo 4.5'te deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının Hücre Başarı Testi ön test-son test puanları bağımlı örneklem t-testi ile karşılaştırıldığında ön test puan-son test puan ortalamaları sırasıyla 8,10 ve 10,60'tır. Deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının son test puanları lehine anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ).

## 4.2 İkinci Araştırma Sorusu ile İlgili Bulgular

Bu bölümde kontrol ve deney gruplarına ilişkin “Purdue Uzamsal Görselleme Testi” ön test ve son test sonuç ve analizleri bulunmaktadır. Verilerin çözümlenmesinde kullanılacak olan istatistiksel analiz türünün; parametrik veya parametrik olmayan testlerin belirlenmesinden önce verilerin normal dağılım gösterip göstermediği tespit edilmiştir. Bu çalışmada verilerin normalliğini belirlemek için Shapiro Wilk normallik testi uygulanmıştır.

**Tablo 4.6** Purdue uzamsal görselleme testi normallik analizi

| Grup             | Shapiro Wilk testi | p değeri |
|------------------|--------------------|----------|
| Kontrol ön test  | 0,929              | 0,145    |
| Kontrol son test | 0,797              | 0,001    |
| Deney ön test    | 0,958              | 0,501    |
| Deney son test   | 0,944              | 0,281    |

Tablo 4.6 incelendiğinde kontrol grubuna ait ön test ve deney grubuna ait ön-son test puanlarının  $p > 0,05$  şartını sağladığı ve normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Kontrol grubuna ait son test puanları  $p > 0,05$  şartını sağlamadığından normal dağılım göstermemektedir. Bunun sonucunda verilerin analiz sürecinde kontrol grubuna ait son test puanlarını içeren analizlerde nonparametrik, diğer test puanlarının analizinde ise parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Parametrik testlerden birisi olan bağımsız örneklem t-testi deney ve kontrol gruplarının ön test verilerini analiz etmek için uygulanmıştır. Bağımlı örneklem t-testi deney grubundan yer alan öğretmen adaylarının ön test-son test verilerini analiz etmek için uygulanmıştır. Deney ve kontrol gruplarının son test verilerini analiz etmek için Mann-Whitney U testi, kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının ön test-son test verilerini analiz etmek için Wilcoxon İşaretli Sıralar testi kullanılmıştır.

Biyoloji laboratuvar dersini alan, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri uygulama öncesi ne düzeydedir? Uygulama sonrasında, iki grup arasında, uzamsal yetenek bakımından anlamlı bir fark var mıdır? alt problemine cevap verecek sonuçlar ve bulgular aşağıda belirtilmiştir.

**Tablo 4.7** PUGT ön testine ait bağımsız örneklem t-testi bulguları

| Gruplar        | N  | $\bar{X}$ | Sd    | df | t     | p     |
|----------------|----|-----------|-------|----|-------|-------|
| <b>Kontrol</b> | 20 | 12,60     | 6,047 | 38 | 0,436 | 0,665 |
| <b>Deney</b>   | 20 | 13,35     | 4,749 |    |       |       |

Tablo 4.7 incelendiğinde teknoloji tabanlı öğretimin öncesinde deney ve kontrol gruplarına uygulanan PUGT ön test puan ortalamaları kontrol grubu için 12,60, deney grubu için ise 13,35'tir. Deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır ( $p>0,05$ ). Bu sonuç kontrol ve deney gruplarının uzamsal yetenek düzeylerinin uygulama öncesinde denk olduğunu göstermektedir.

**Tablo 4.8** PUGT son testine ait Mann-Whitney U testi bulguları

| Gruplar        | N  | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | U      | p     |
|----------------|----|-----------------|--------------|--------|-------|
| <b>Kontrol</b> | 20 | 14,63           | 292,50       | 82,500 | 0,001 |
| <b>Deney</b>   | 20 | 26,38           | 527,50       |        |       |

Tablo 4.8 incelendiğinde teknoloji tabanlı öğretimin sonrasında deney ve kontrol gruplarına uygulanan PUGT son test puan ortalamaları arasındaki puan farkının anlamlı bir düzeyde olduğu  $p<0,05$  sonucundan tespit edilmiştir. Elde edilen anlamlı farklılık deney grubu öğretmen adaylarının lehinedir.

**Tablo 4.9** Kontrol grubu PUGT ön test ve son testine ait Wilcoxon işaretli sıralar testi bulguları

| Ön test-Son test | N  | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | Z      | p     |
|------------------|----|-----------------|--------------|--------|-------|
| Negatif Sıralar  | 14 | 9,68            | 135,50       | -2,804 | 0,005 |
| Pozitif Sıralar  | 3  | 5,83            | 17,50        |        |       |
| Eşit             | 3  |                 |              |        |       |
| Toplam           | 20 |                 |              |        |       |

Kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının PUGT ön test puanları ve PUGT son test puanları arasında anlamlı düzeyde farklılık elde edilmiştir ( $p<0,05$ ). Deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının PUGT ön test puanları ( $Mdn=12,00$ ), PUGT son test puanlarına ( $Mdn=8,50$ ) göre anlamlı düzeyde yüksektir.

**Tablo 4.10** Deney grubu PUGT ön test ve son test bağımlı örneklem t-testi bulguları

| Deney Grubu     | N  | $\bar{X}$ | sd    | df | t     | P     |
|-----------------|----|-----------|-------|----|-------|-------|
| <b>Ön test</b>  | 20 | 13,35     | 4,749 | 19 | 2,147 | 0,045 |
| <b>Son test</b> | 20 | 15,85     | 5,797 |    |       |       |

Tablo 4.10’da deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının PUGT ön test-son test puanları bağımlı örneklem t-testi ile karşılaştırıldığında ön test puan-son test puan ortalamaları sırasıyla 13,35 ve 15,85’tir. Deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının son test puanları lehine anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ).

#### 4.2.1 Purdue Uzamsal Görselleme Testi Oluşturma Alt Boyutu ile İlgili Bulgular

**Tablo 4.11** PUGT oluşturma alt boyutu normallik analizi

| Grup             | Shapiro Wilk testi | p değeri |
|------------------|--------------------|----------|
| Kontrol ön test  | 0,912              | 0,068    |
| Kontrol son test | 0,851              | 0,005    |
| Deney ön test    | 0,956              | 0,467    |
| Deney son test   | 0,955              | 0,454    |

Tablo 4.11 incelendiğinde kontrol grubuna ait ön test ve deney grubuna ait ön-son test puanlarının  $p>0,05$  şartını sağladığı ve normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Kontrol grubuna ait son test puanları  $p>0,05$  şartını sağlamadığından normal dağılım göstermemektedir. Bunun sonucunda verilerin analiz sürecinde kontrol grubuna ait son test puanlarını içeren analizlerde nonparametrik, diğer test puanlarının analizinde ise parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir.

**Tablo 4.12** PUGT oluşturma alt boyutu ön testine ait bağımsız örneklem t-testi bulguları

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | Sd    | df | t     | p     |
|---------|----|-----------|-------|----|-------|-------|
| Kontrol | 20 | 4,75      | 3,076 | 38 | 0,496 | 0,623 |
| Deney   | 20 | 5,20      | 2,648 |    |       |       |

Tablo 4.12 incelendiğinde teknoloji tabanlı öğretimin öncesinde deney ve kontrol gruplarına uygulanan PUGT oluşturma alt boyutu ön test puan ortalamaları kontrol grubu için 4,75, deney grubu için ise 5,20'dir. Deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır ( $p>0,05$ ). Bu sonuç öğretmen

adaylarının uzamsal yeteneğin oluşturma alt boyutu açısından aynı düzeyde olduğunu göstermektedir.

**Tablo 4.13** PUGT oluşturma alt boyutu son testine ait Mann-Whitney U testi bulguları

| Gruplar | N  | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | U       | p     |
|---------|----|-----------------|--------------|---------|-------|
| Kontrol | 20 | 16,33           | 326,50       | 116,500 | 0,023 |
| Deney   | 20 | 24,68           | 493,50       |         |       |

Tablo 4.13 incelendiğinde teknoloji tabanlı öğretimin sonrasında deney ve kontrol gruplarına uygulanan PUGT oluşturma alt boyutu son test puan ortalamaları arasındaki puan farkının anlamlı bir düzeyde olduğu  $p < 0,05$  sonucundan tespit edilmiştir. Elde edilen anlamlı farklılık deney grubu öğretmen adaylarının lehinedir.

**Tablo 4.14** Kontrol grubu PUGT oluşturma alt boyutu ön test ve son testine ait Wilcoxon işaretli sıralar testi bulguları

| Ön test-Son test | N  | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | Z      | p     |
|------------------|----|-----------------|--------------|--------|-------|
| Negatif Sıralar  | 7  | 6,14            | 43,00        | -0,907 | 0,365 |
| Pozitif Sıralar  | 4  | 5,75            | 23,00        |        |       |
| Eşit             | 9  |                 |              |        |       |
| Toplam           | 20 |                 |              |        |       |

Kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının PUGT oluşturma alt boyutu ön test-son test puanları arasında anlamlı düzeyde farklılık elde edilmemiştir ( $p > 0,05$ ).

**Tablo 4.15** Deney grubu PUGT oluşturma alt boyutu ön test ve son test bağımlı örneklem t-testi bulguları

| Deney Grubu | N  | $\bar{X}$ | Sd    | df | t     | p     |
|-------------|----|-----------|-------|----|-------|-------|
| n test     | 20 | 5,20      | 2,648 | 19 | 1,825 | 0,084 |
| Son test    | 20 | 6,15      | 2,834 |    |       |       |

Deney grubunda yer alan ğretmen adaylarının PUGT oluşturma alt boyutu ön test-son test puanları arasında anlamlı düzeyde farklılık elde edilmemiştir ( $p>0,05$ ).

#### 4.2.2 Purdue Uzamsal Görselleme Testi Döndürme Alt Boyutu ile İlgili Bulgular

**Tablo 4.16** PUGT döndürme alt boyutu normallik analizi

| Grup             | Shapiro Wilk testi | p değeri |
|------------------|--------------------|----------|
| Kontrol n test  | 0,934              | 0,182    |
| Kontrol son test | 0,914              | 0,074    |
| Deney n test    | 0,937              | 0,207    |
| Deney son test   | 0,959              | 0,526    |

Tablo 4.16 incelendiğinde kontrol ve deney gruplarına ait ön test ve son test puanlarının  $p>0,05$  şartını sağladığı ve normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Bunun sonucunda verilerin analiz sürecinde parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir.

**Tablo 4.17** PUGT döndürme alt boyutu ön testine ait bağımsız örneklem t-testi bulguları

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | Sd    | df | t     | p     |
|---------|----|-----------|-------|----|-------|-------|
| Kontrol | 20 | 3,40      | 1,698 | 38 | 1,896 | 0,066 |
| Deney   | 20 | 4,55      | 2,114 |    |       |       |

Tablo 4.17 incelendiğinde teknoloji tabanlı öğretimin öncesinde deney ve kontrol gruplarına uygulanan PUGT döndürme alt boyutu ön test puan ortalamaları kontrol grubu için 3,40, deney grubu için ise 4,55'tir. Deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır ( $p>0,05$ ). Bu sonuç öğretmen adaylarının uzamsal yeteneğin döndürme alt boyutu açısından aynı düzeyde olduğunu göstermektedir.

**Tablo 4.18** PUGT döndürme alt boyutu son testine ait bağımsız örneklem t-testi bulguları

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | Sd    | df | t     | p     |
|---------|----|-----------|-------|----|-------|-------|
| Kontrol | 20 | 2,85      | 1,348 | 38 | 3,080 | 0,004 |
| Deney   | 20 | 4,90      | 2,654 |    |       |       |

Tablo 4.18 incelendiğinde teknoloji tabanlı öğretimin sonrasında deney ve kontrol gruplarına uygulanan PUGT döndürme alt boyutu son test puan ortalamaları arasındaki puan farkının anlamlı bir düzeyde olduğu  $p<0,05$  sonucundan tespit edilmiştir. Elde edilen anlamlı farklılık deney grubu öğretmen adaylarının lehinedir.

**Tablo 4.19** Kontrol grubu PUGT döndürme alt boyutu ön test ve son test bağımlı örneklem t-testi bulguları

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | Sd    | df | t     | p     |
|---------|----|-----------|-------|----|-------|-------|
| Kontrol | 20 | 3,40      | 1,698 | 19 | 1,473 | 0,157 |
| Deney   | 20 | 2,85      | 1,348 |    |       |       |

Tablo 4.19’da kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının PUGT döndürme alt boyutu ön test-son test puanları bağımlı örneklem t-testi ile karşılaştırıldığında ön test puan-son test puan ortalamaları sırasıyla 3,40 ve 2,85’tir. Kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının son test puanları lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.20** Deney grubu PUGT döndürme alt boyutu ön test ve son test bağımlı örneklem t-testi bulguları

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | Sd    | df | t     | p     |
|---------|----|-----------|-------|----|-------|-------|
| Kontrol | 20 | 4,55      | 2,114 | 19 | 0,632 | 0,535 |
| Deney   | 20 | 4,90      | 2,654 |    |       |       |

Tablo 4.20’de deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının PUGT döndürme alt boyutu ön test-son test puanları bağımlı örneklem t-testi ile karşılaştırıldığında ön test puan-son test puan ortalamaları sırasıyla 4,55 ve 4,90’dır. Deney grubu öğretmen adaylarının ön test puan-son test puan ortalamaları arasında bir artış bulunmaktadır fakat bu artış anlamlı bir fark oluşturmamaktadır ( $p>0,05$ ).

#### 4.2.3 Purdue Uzamsal Görselleme Testi Görünümler Alt Boyutu ile İlgili Bulgular

**Tablo 4.21** PUGT görünüm alt boyutu normallik analizi

| Grup             | Shapiro Wilk testi | p değeri |
|------------------|--------------------|----------|
| Kontrol ön test  | 0,934              | 0,182    |
| Kontrol son test | 0,904              | 0,049    |
| Deney ön test    | 0,922              | 0,108    |
| Deney son test   | 0,949              | 0,356    |

Tablo 4.21 incelendiğinde kontrol grubuna ait ön test ve deney grubuna ait ön-son test puanlarının  $p > 0,05$  şartını sağladığı ve normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Kontrol grubuna ait son test puanları  $p > 0,05$  şartını sağlamadığından normal dağılım göstermemektedir. Bunun sonucunda verilerin analiz sürecinde kontrol grubuna ait son test puanlarını içeren analizlerde nonparametrik, diğer test puanlarının analizinde ise parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir.

**Tablo 4.22** PUGT görünüm alt boyutu ön testine ait bağımsız örneklem t-testi bulguları

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | Sd    | df | t     | p     |
|---------|----|-----------|-------|----|-------|-------|
| Kontrol | 20 | 4,45      | 2,964 | 38 | 1,133 | 0,264 |
| Deney   | 20 | 3,60      | 1,569 |    |       |       |

Tablo 4.22 incelendiğinde teknoloji tabanlı öğretimin öncesinde deney ve kontrol gruplarına uygulanan PUGT görünüm alt boyutu ön test puan ortalamaları kontrol grubu için 4,45, deney grubu için ise 3,60'tır. Deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır ( $p > 0,05$ ). Bu sonuç

öğretmen adaylarının uzamsal yeteneğin görünüm alt boyutu açısından aynı düzeyde olduğunu göstermektedir.

**Tablo 4.23** PUGT görünüm alt boyutu son testine ait Mann-Whitney U testi bulguları

| Gruplar        | N  | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | U       | p     |
|----------------|----|-----------------|--------------|---------|-------|
| <b>Kontrol</b> | 20 | 16,08           | 321,50       | 111,500 | 0,016 |
| <b>Deney</b>   | 20 | 24,93           | 498,50       |         |       |

Tablo 4.23 incelendiğinde teknoloji tabanlı öğretimin sonrasında deney ve kontrol gruplarına uygulanan PUGT görünüm alt boyutu son test puan ortalamaları arasındaki puan farkının anlamlı bir düzeyde olduğu  $p<0,05$  sonucundan tespit edilmiştir. Elde edilen anlamlı farklılık deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının lehinedir.

**Tablo 4.24** Kontrol grubu PUGT görünüm alt boyutu ön test ve son testine ait Wilcoxon işaretli sıralar testi bulguları

| Ön test-Son test | N  | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | Z      | p     |
|------------------|----|-----------------|--------------|--------|-------|
| Negatif Sıralar  | 14 | 8,68            | 121,50       | -2,148 | 0,032 |
| Pozitif Sıralar  | 3  | 10,50           | 31,50        |        |       |
| Eşit             | 3  |                 |              |        |       |
| Toplam           | 20 |                 |              |        |       |

Tablo 4.24 incelendiğinde kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının PUGT döndürme alt boyutu ön test puanları ve PUGT döndürme alt boyutu son test puanları arasında anlamlı düzeyde farklılık elde edilmiştir ( $p<0,05$ ). Deney

grubunda yer alan öğretmen adaylarının PUGT ön test puanları (Mdn=4,00) , PUGT son test puanlarına (Mdn=3,00) göre anlamlı düzeyde yüksektir.

**Tablo 4.25** Deney grubu PUGT görünümler alt boyutu ön test ve son test bağımlı örneklem t-testi bulguları

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | Sd    | df | t     | p     |
|---------|----|-----------|-------|----|-------|-------|
| Kontrol | 20 | 3,60      | 1,569 | 19 | 2,423 | 0,026 |
| Deney   | 20 | 4,80      | 2,142 |    |       |       |

Tablo 4.25'te deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının PUGT görünümler ön test-son test puanları bağımlı örneklem t-testi ile karşılaştırıldığında ön test puan-son test puan ortalamaları sırasıyla 3,60 ve 4,80'dir. Deney grubunda bulunan öğretmen adaylarının son test puanları lehine anlamlı bir fark olduğu tespit edilmiştir ( $p<0,05$ ).

### 4.3 Üçüncü Araştırma Sorusu ile İlgili Bulgular

Biyoloji laboratuvar dersini alan, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının biyoloji laboratuvar dersine yönelik tutumları uygulama öncesi ne düzeydedir? Uygulama sonrasında, iki grup arasında, biyoloji laboratuvar dersine yönelik tutumlar bakımından anlamlı bir fark var mıdır?

Bu bölümde kontrol ve deney gruplarına ilişkin “Biyoloji Laboratuvarı Tutum Ölçeği” ön test ve son test sonuç ve analizleri bulunmaktadır. Verilerin çözümlenmesinde kullanılacak olan istatistiksel analiz türünün; parametrik veya parametrik olmayan testlerin belirlenmesinden önce verilerin normal dağılım gösterip göstermediği tespit edilmiştir. Bu çalışmada verilerin normalliğini belirlemek için Shapiro Wilk normallik testi uygulanmıştır.

**Tablo 4.26** Biyoloji laboratuvarı tutum ölçeği normallik analizi

| Grup             | Shapiro Wilk testi | p değeri |
|------------------|--------------------|----------|
| Kontrol ön test  | 0,949              | 0,352    |
| Kontrol son test | 0,974              | 0,843    |
| Deney ön test    | 0,897              | 0,036    |
| Deney son test   | 0,963              | 0,615    |

Tablo 4.26 incelendiğinde kontrol grubuna ait ön test-son test ve deney grubuna ait son test puanlarının  $p>0,05$  şartını sağladığı ve normal dağılım gösterdiği tespit edilmiştir. Deney grubuna ait ön test puanları  $p>0,05$  şartını sağlamadığından normal dağılım göstermemektedir. Bunun sonucunda verilerin analiz sürecinde deney grubuna ait ön test puanlarını içeren analizlerde nonparametrik, diğer test puanlarının analizinde ise parametrik testlerin kullanılmasına karar verilmiştir.

**Tablo 4.27** Biyoloji laboratuvarı tutum ölçeği ön testine ait Mann-Whitney U testi bulguları

| Gruplar | N  | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | U       | p     |
|---------|----|-----------------|--------------|---------|-------|
| Kontrol | 20 | 18,93           | 378,50       | 168,500 | 0,393 |
| Deney   | 20 | 22,08           | 441,50       |         |       |

Tablo 4.27 incelendiğinde teknoloji tabanlı öğretimin sonrasında deney ve kontrol gruplarına uygulanan biyoloji laboratuvarı tutum ön test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark olmadığı sonucuna ulaşılmıştır ( $p>0,05$ ). Bu sonuç öğretmen adaylarının biyoloji laboratuvarına yönelik tutumları açısından aynı düzeyde olduğunu göstermektedir.

**Tablo 4.28** Biyoloji laboratuvarı tutum ölçeği son testine ait bağımsız örneklem t-testi bulguları

| Gruplar | N  | $\bar{X}$ | Sd    | df | t     | p     |
|---------|----|-----------|-------|----|-------|-------|
| Kontrol | 20 | 66,75     | 7,137 | 38 | 1,770 | 0,085 |
| Deney   | 20 | 70,45     | 6,039 |    |       |       |

Tablo 4.28 incelendiğinde teknoloji tabanlı öğretimin öncesinde deney ve kontrol gruplarına uygulanan biyoloji laboratuvarı tutum ölçeği son test puan ortalamaları kontrol grubu için 66,75, deney grubu için ise 70,45'tir. Deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının son test puan ortalamaları daha yüksek bulunmuştur. Fakat aradaki artış anlamlı bir fark oluşturmamaktadır ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.29** Kontrol grubu biyoloji laboratuvarı tutum ölçeği ön test ve son test bağımlı örneklem t-testi bulguları

| Kontrol Grubu | N  | $\bar{X}$ | Sd    | df | t     | p     |
|---------------|----|-----------|-------|----|-------|-------|
| Ön test       | 20 | 65,95     | 7,924 | 19 | 0,767 | 0,452 |
| Son test      | 20 | 66,75     | 7,137 |    |       |       |

Tablo 4.29’da kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının Biyoloji Laboratuvarı Tutum Ölçeği ön test-son test puanları bağımlı örneklem t-testi ile karşılaştırıldığında ön test puan-son test puan ortalamaları sırasıyla 65,95 ve 66,75’tir. Kontrol grubunda bulunan öğretmen adaylarının son test puanları lehine anlamlı bir fark ortaya çıkmamıştır ( $p>0,05$ ).

**Tablo 4.30** Deney grubu biyoloji laboratuvarı tutum ölçeği ön test ve son testine ait Wilcoxon işaretli sıralar testi bulguları

| Ön test-Son test | N  | Sıra Ortalaması | Sıra Toplamı | Z      | p     |
|------------------|----|-----------------|--------------|--------|-------|
| Negatif Sıralar  | 5  | 7,10            | 35,50        | -2,185 | 0,029 |
| Pozitif Sıralar  | 13 | 10,42           | 135,50       |        |       |
| Eşit             | 2  |                 |              |        |       |
| Toplam           | 20 |                 |              |        |       |

Tablo 4.30 incelendiğinde deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının Biyoloji Laboratuvarı Tutum Ölçeği ön ve son test puanları arasında anlamlı düzeyde farklılık elde edilmiştir ( $p<0,05$ ). Deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının Biyoloji Laboratuvarı Tutum Ölçeği son test puanları ( $Mdn=71,50$ ), Biyoloji Laboratuvarı Tutum Ölçeği ön test puanlarına ( $Mdn=69,00$ ) göre anlamlı düzeyde yüksektir.

### 5.1 Araştırma Bulgularına İlişkin Sonuç ve Tartışma

Bu bölüm alt problemler doğrultusunda üç bölüm şeklinde sunulmuştur. Birinci bölümde deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesi ve sonrası akademik başarılarındaki değişikliklerden, ikinci olarak deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesi ve sonrası uzamsal yeteneklerindeki değişikliklerden ve üçüncü bölümde de deney ve kontrol gruplarının uygulama öncesi ve sonrası biyoloji laboratuvarına yönelik tutumlarındaki değişikliklerden sonuçlar çıkartılarak ilgili literatür kapsamında tartışılmıştır.

#### 5.1.1 Birinci Araştırma Sorusuna Yönelik Sonuç ve Tartışma

Bu bölümde araştırmanın birinci alt problemi olan “Biyoloji laboratuvar dersini alan, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının biyoloji laboratuvar dersi başarıları arasında uygulama öncesinde ve uygulama sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık var mıdır?” sorusuna karşılık bulmak amacıyla “Hücre Başarı Testi (HBT)” ön-son test sonuçları ve analizleri bulunmaktadır. Araştırmada HBT hem ön hem son test olmak üzere iki kere uygulanmıştır. Kontrol ve deney gruplarının HBT ön test ortalamalarında anlamlı bir farkın bulunmadığı tespit edilmiştir. Bu sonuç, kontrol ve deney gruplarının uygulama öncesinde ilgili konu kapsamında bilgi düzeylerinin denk olduğunu göstermektedir.

Kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının ön-son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamazken deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının ön-son test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur. Öğretmen adaylarının ders başarılarındaki değişimin belirlemesi için gerçekleştirilen analizlerin sonuçları teknoloji ile desteklenen öğrenme ortamlarının öğretmen adaylarının ders başarılarında artışa neden olduğunu göstermektedir. Artırılmış ve sanal gerçeklik teknolojileri, 3D modeller ve web 2.0 araçlarının öğrenim sürecine entegre edilmesi geleneksel bir sınıftan farklı bir öğrenme fırsatı sunmaktadır. Teknoloji ile desteklenen öğrenme ortamlarının eğlenceli olması öğretmen adaylarının ders başarılarının artmasına sebep olacak bir faktördür (Chiang, Yang ve Hwang, 2014). Literatür incelendiğinde teknolojiyle

desteklenen öğrenme ortamları ile yapılan araştırmalarda akademik başarının arttığı sonucu ile tutarlı bir sonuç elde edilmiştir (Tepla ve diğerleri, 2022; Kul, 2019; Akkiren, 2019; Çankaya ve Girgin, 2018; Chekrouni ve diğerleri, 2020; Güler ve Erdem, 2014; Sırakaya, 2015; Çakır ve Arı, 2022; Can ve Usta, 2021).

### **5.1.2 İkinci Araştırma Sorusuna Yönelik Sonuç ve Tartışma**

Bu bölümde araştırmanın ikinci alt problemi olan “Biyoloji laboratuvar dersini alan, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri uygulama öncesi ne düzeydedir? Uygulama sonrasında, iki grup arasında, uzamsal yetenek bakımından anlamlı bir fark var mıdır?” sorusuna karşılık bulmak amacıyla “Purdue Uzamsal Görselleme Testi (PUGT)” ön-son test sonuçları ve analizleri bulunmaktadır. Araştırmada PUGT hem ön hem son test olmak üzere iki kere uygulanmıştır. Her iki grupta bulunan öğretmen adaylarının başlangıçta uzamsal yeteneklerinin aynı düzeyde olduğu uygulama öncesinde ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmaması sonucundan anlaşılmaktadır. Deney-kontrol grubu son test puanları karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir. Bu anlamlı fark deney grubunda yer alan öğretmen adayları lehinedir. Bu durum, biyoloji laboratuvar dersinde kullanılan sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve 3D modelleme teknolojilerinin fen bilimleri öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri üzerine anlamlı bir şekilde etki ettiğini göstermektedir. Uygulamanın uzamsal yeteneğin alt boyutları üzerindeki etkilerinin tek tek incelenmesi amacıyla öğretmen adaylarının her alt boyutta ön test-son test puan ortalamaları karşılaştırılmıştır. Yapılan istatistik analizleri sonucunda PUGT’nin oluşturma, döndürme ve görünüm olma üzere her üç alt boyutta da ön test-son test puan ortalamaları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Ortaya çıkan bu fark deney grubu lehinedir. Bu durum, biyoloji laboratuvar dersinde kullanılan sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve 3D modelleme teknolojilerinin PUGT’nin oluşturma, döndürme ve görünüm olma alt boyutları üzerine anlamlı bir şekilde etki ettiğini göstermektedir. Literatür incelendiğinde teknolojiyle desteklenen öğrenme ortamları ile yapılan araştırmalarda uzamsal yeteneğin geliştiği sonucu ile tutarlı bir sonuç elde edilmiştir (Şafhalter ve diğerleri, 2020).

### 5.1.3 Üçüncü Araştırma Sorusuna Yönelik Sonuç ve Tartışma

Bu bölümde araştırmanın üçüncü alt problemi olan “Biyoloji laboratuvar dersini alan, deney ve kontrol grubundaki öğretmen adaylarının biyoloji laboratuvar dersine yönelik tutumları uygulama öncesi ne düzeydedir? Uygulama sonrasında, iki grup arasında, biyoloji laboratuvar dersine yönelik tutumlar bakımından anlamlı bir fark var mıdır?” sorusuna karşılık bulmak amacıyla “Biyoloji Laboratuvarı Tutum Ölçeği (BLTÖ)” ön-son test sonuçları ve analizleri bulunmaktadır. Araştırmada BLTÖ hem ön hem son test olmak üzere iki kere uygulanmıştır. Her iki grupta bulunan öğretmen adaylarının başlangıçta uzamsal yeteneklerinin aynı düzeyde olduğu uygulama öncesinde ön test puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmaması sonucundan anlaşılmaktadır. Deney-kontrol grubu son test puanları karşılaştırıldığında ise istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilememesine rağmen hem deney hem kontrol grubunun ön test puanlarından son test puanlarına puan artışı gözlenmiştir. Deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının son test puanlarındaki artış daha fazladır. Kontrol grubunda yer alan öğretmen adaylarının puanlarındaki artış istatistiksel olarak anlamlı olmamasına karşın deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının puanlarındaki artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Bu anlamlı artışın teknoloji destekli öğrenme ortamlarından kaynaklandığı; teknoloji ile desteklenmiş biyoloji laboratuvar eğitiminin fen bilimleri öğretmen adaylarının biyoloji laboratuvarına yönelik tutumlarında artışa neden olduğu gözlenmiştir. Benzer sonuçlar alanyazında yer alan araştırmalar ile desteklenmektedir (Çakır, 2022; Weng ve diğerleri, 2020).

Aşağıda literatürde yer alan çalışmalarla bu araştırmanın genelinden elde edilen bulguların tartışma kısmı yer almaktadır.

Laboratuvarda gerçekleştirilen deneyler, uygulamalar, gözlemler öğrencilerin öğrenme süreçlerinde aktif bir şekilde rol almasına, öğrenme sürecine daha fazla duyu organının katılmasına, öğrencilere soyut gelen kavram ve olguların somutlaştırılmasına bunlara bağlı olarak daha anlamlı ve daha kalıcı öğrenmelerin gerçekleşmesine katkı sağlamaktadır (Kılıç ve Soran, 2011). Laboratuvar öğrenme ortamlarına teknolojinin entegrasyonu öğrencilerin öğrenmelerini desteklemektedir. Öğrenciler çeşitli mikroskopik canlıları, bazı hücre organelleri gibi gerçek laboratuvarda mikroskopla gözlemleyemeyecekleri nesneleri AG, SG

teknolojileri, 3D modeller sayesinde inceleme ve gözlemlene fırsatı yakalamışlardır. Alanyazında laboratuvar eğitimlerinde daha çok karşımıza çıkan sanal laboratuvarlar, öğrencilerin temel yetkinliklerinin geliştirilmesi ve kavramsal anlayış oluşturma açısından geleneksel laboratuvarlarla benzer hedefler içermektedir (Serrano-Perez ve diğerleri, 2021). Fakat bu durumda öğrenci fiziksel olarak bulunduğu gerçek öğrenme ortamından ayrılarak sanal bir öğrenme ortamında yer almaktadır. Bu çalışma öğrencinin çeşitli teknolojilerle gerçek öğrenme ortamından ayrılmadan etkileşime geçmesini hedef almaktadır. Kullanılan teknolojiler ise mobil cihazlarla desteklenmektedir. Bu nedenle AG, SG ve 3D model teknolojilerini kullanmak isteyen eğitimciler genellikle sanal laboratuvarların yapıldığı bilgisayarları kullanmak zorunda kalmamaktadır. Bu da bilgisayarlardan bağımsız bir öğrenme ortamı oluşturma olanağı sunmaktadır.

Timur ve diğerleri (2019) tarafından artırılmış gerçekliğin hücre konusundaki akademik başarıya etkisi incelenmiş ve bu etkinin olumlu olduğu gözlenmiştir. Topuz (2018) sanal gerçeklik teknolojisinin öğrencilerin başarıları üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir. Teknoloji ile desteklenen öğretim ortamının akademik başarı üzerinde olumlu etki ederek akademik başarıyı arttırdığı gözlenmiştir.

Teknoloji ile desteklenen eğitim ortamlarının bir diğer etkisi olan katılımcıların uzamsal yeteneklerindeki artış, uygulamanın etkililiğini ortaya koymaktadır. Deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerindeki artışın olası nedenlerinden birisi incelenen nesnelerin kullanılan teknolojiler sayesinde çok daha iyi bir şekilde görselleştirilmesi, üç boyutlu bir şekilde gözlenmesi olduğu düşünülmektedir. Özellikle AG ve SG teknolojisi sayesinde öğretmen adayları incelenen nesneyle öğrenme ortamlarında bire bir etkileşime girmişlerdir. Bu etkileşim hem bilişsel hem de fiziksel bir şekilde gerçekleşmiştir. Alanyazında 3D modellemenin fen bilimleri öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerini arttırdığına dair çalışmalar bulunurken (Karaismailoğlu, 2022; Akıllı, 2011; Akıllı ve Seven, 2014) AG ve SG teknolojilerinin fen bilimleri öğretmen adaylarının uzamsal yeteneği üzerindeki etkisini ortaya koyan çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışma ile AG ve SG teknolojilerinin fen bilimleri öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerinde bir artışa neden olduğu söylenebilir. Bunun yanında örnekleme fen bilimleri öğretmen adayları olmayan ve hem AG hem SG hem de 3D modelleme

teknolojilerinin uzamsal yetenek üzerinde olumlu etki bıraktığını destekleyen çalışmalar mevcuttur (Benzer, 2018; Baki, Kosa ve Güven, 2011; Uygan ve Kurtuluş, 2016; Akkuş, 2016). Bu çalışmaya benzer şekilde kurgulanan Wong, Yu ve Giacaman (2021) tarafından yapılan çalışmada hem artırılmış gerçeklik hem de sanal gerçekliğin öğrencilerin uzamsal yetenekleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Bu çalışmada elde edilen bulguları destekler nitelikte artırılmış ve sanal gerçekliğin öğrencilerin uzamsal yeteneğini geliştirmede umut vadeden potansiyele sahip olduğu vurgulanmıştır.

Bu çalışmada da Akçayır ve diğerlerinin (2016) çalışmasında olduğu gibi laboratuvar derslerinde artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanılması üniversite öğrencilerinin laboratuvara yönelik tutumlarında artışa neden olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Literatürde araştırma sonucu destekleyen SG, 3D modelleme teknolojisi ve web 2.0 araçları ile yapılan çalışmalar da bulunmaktadır (Demir, 2019; Çapar ve Gümüş, 2016; Yıldırım ve Tahiroğlu, 2012; Can ve Usta, 2021; Akbaba ve Kılıç, 2022). Öğretmen adaylarının laboratuvara yönelik tutumlarında ki artışın olası nedenlerinden birisi birçok farklı teknolojiler ile etkileşime girmeleri olarak düşünülebilir.

Çalışmanın sonucunda elde edilen verilerin deney grubunda yer alan öğretmen adaylarının lehine olmasındaki olası nedenlerden diğeri ise öğretmen adaylarının laboratuvardan çıkmadan, gerçek öğrenme ortamı içerisinde çeşitli teknolojilerden yararlanmış olmalarıdır. Öğrencilerin gerçek laboratuvar ortamından çıkarılıp tamamen sanal laboratuvar ortamına yerleştirilmelerinin faydalı olmadığı, sanal ve gerçek laboratuvar donanımının eş zamanlı olarak kullanılmasının daha faydalı olduğu söylenmektedir (Olympiou ve Zacharia, 2012).

Çeliker (2018) çalışmasında fen bilimleri öğretmen adaylarının AG teknolojisine ilişkin görüşlerini almıştır. Araştırma sonucunda öğretmen adaylarının AG uygulamalarında dil seçeneklerinin bulunmasını ve uygulamaların ücretsiz olmasını istedikleri vurgulanmıştır. Belirtilen bu unsurlardan maliyet, çalışmanın önündeki engeller olarak karşımıza çıkmaktadır.

Eğitim sisteminin içinde bulunduğu çağın ihtiyaç duyduğu bireyleri geliştirebilmesi için ilk adım, bu bireyleri eğitecek eğitimcilerin niteliklerinin geliştirilmesidir. Eğitimciler araştırmayı seven, yeniliklere uyum ve katkı sağlayabilen, yeniliklerle

gelen değişimlere açık, teknolojik gelişmeleri takip eden, bunları sınıf ortamına taşıyan, üretken bireyler olmalıdır. Bu özelliklere sahip eğitimcilerin yetiştirilmesi sürecinde eğitim teknolojilerinin eğitim ortamlarına entegrasyonu büyük bir öneme sahiptir. Eğitimciler ile öğrenciler arasında etkili, verimli ilişkinin kurulabilmesi, öğrenme kaynaklarının ve eğitimsel gelişim dinamiklerinin etkili kullanılması için eğitimcilerin etkileşimli öğrenme ortamları oluşturmada daha yaratıcı olmaları gerekmektedir (Fitriani, Amintarti ve Riefani, 2023). Eğitimcilerin öğrenme ortamlarında bizzat deneyimin yanında eş zamanlı olarak teknolojiyi de kullanmaları gerektiği söylenebilir. Balcı ve Eşme (2001) tarafından çağdaş yaşam, teknoloji ile bağdaştırılmış; eğitimin teknolojiden bağımsız olamayacağı, teknoloji kullanımının öğrenci zeka gelişimi ve yeterliliğinde önemi vurgulanmıştır. Ayrıca teknolojinin eğitim programlarıyla bütün olması gerekliliği noktası savunulmuştur. Artırılmış ve sanal gerçeklik, 3D modelleme teknolojileri ve web 2.0 araçları farklı öğrenme deneyimi sunan, etkin katılım sayesinde akademik başarıyı, uzamsal yetenekleri ve tutumları artıran teknolojilerdir. Bu çalışmanın sonuçlarına bakarak bu teknolojilerin kullanılması öğretmen adaylarının meslek eğitimi sürecinde ve daha sonrasında mesleği icra etme süreçlerinde nitelik arttırmada önemli bir role sahip olmaktadır. Somyürek (2014) çalışmasında AG'in eğitim açısından önemini ortaya koyarak eğitimciler tarafından daha fazla bilinmesini ve eğitim ortamlarında yer almasını sağlamayı amaçlamıştır. Bu çalışmada da bu amaç gayesinde geleceğin eğitimcileri olan fen bilimleri öğretmen adaylarının eğitimlerinde bu teknolojiler kullanılarak tanıtılmış ve ileriki zamanlarda kendi derslerinde kullanmaları için bir altyapı oluşturulmuştur. Günlük hayatta ayrılmaz parçamız olan cep telefonlarının biyoloji laboratuvar dersi için nasıl fayda sağlayacağı örneklendirilmiştir. Laboratuvar derslerinde cep telefonu ile AG, SG ve 3D modelleme teknolojileri kullanımının öğrenciler üzerinde nasıl etki ettiği görülmüştür. Bu çalışma elde edilen başarılı sonuçlar neticesinde gelişen teknolojilerin en yenilerini derslerinde kullanmak isteyen öğretim üyelerine, öğretmenlere ve bu teknolojiler ile çalışma yapmak isteyen araştırmacılara rehber olacağı öngörülmektedir.

## 5.2 Öneriler

Aşağıda bu çalışmanın uygulanması sonucunda elde edilen deneyimlerden yola çıkarak araştırmacılara yönelik öneriler yer almaktadır.

1. Bu çalışma teknoloji destekli öğrenme ortamlarında gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanı olarak biyoloji laboratuvar dersi, kapsam olarak prokaryotik-ökaryotik hücre, bitki ve hayvan hücresi, hücre organeleri konuları seçilmiştir. Çalışmada anlamlı sonuçlar elde edildiği söylenebilir. Bu nedenle, bu araştırma biyoloji konularının yanında kimya, fizik, astronomi alanlarında da çalışılabilir.
2. Bu araştırma yükseköğretimde öğrenim gören fen bilimleri öğretmen adayları ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma lise ve ortaokul seviyesinde de uygulanabilir ve benzerlik-farklılıklar ortaya konulabilir.
3. Bu çalışmada sadece nicel veriler toplanmış ve analiz edilmiştir. Bu nedenle, bu araştırma nicel verilerin yanında nitel veriler toplanarak çalışılabilir.
4. Bu çalışmada uzamsal yeteneğin ölçülmesi için PUGT kullanılmıştır. Bu nedenle uzamsal yetenek değerlendirilmesi adına farklı testler kullanılarak çalışılabilir.
5. Bu çalışma kapsamında uzamsal yetenek, akademik başarı ve biyoloji laboratuvarına yönelik tutum değişkenleri ele alınmıştır. Bu araştırma kalıcılık, 21. yy becerilerine etkisi vb. değişkenler ele alınarak çalışılabilir.
6. Bu çalışmada kullanılan artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve 3D model materyal ve uygulamalar daha önceden var olan materyal ve uygulamalardan seçilmiştir. Bu nedenle aynı araştırma, araştırmacının konu kapsamında kendi vereceği bilgiye dayalı olarak kendisinin tasarlamış olduğu materyal ve uygulamalar ile çalışılabilir. Hazırlanan materyal ve uygulamalar ile diğer araştırmacılara katkı sağlaması amacıyla materyal kütüphanesi oluşturulabilir.

- Abdinejad, M., Ferrag, C., Qorbani, H. S., & Dalili, S. (2021). Developing a simple and cost-effective markerless augmented reality tool for chemistry education. *Journal of Chemical Education*, 98(5), 1783-1788.
- Abdüsselam, M. S., & Karal, H. (2012). The effect of mixed reality environments on the students' academic achievement in physics education: 11th grade magnetism topic example. *Journal of Research in Education and Teaching*, 1(4), 170-181.
- Agrawal, S., & Austin, S. (2023). An idea to explore: Augmented reality and LEGO® brick modeling in the biochemistry and cell biology classroom—two tactile ways to teach biomolecular structure—Function. *Biochemistry and Molecular Biology Education*.
- Ağaoğlu, A. & Bavlı, B. (2023). Yabancı dil olarak ingilizcenin öğretimi: ölçme ve değerlendirmede teknoloji entegrasyonu. *e-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 14(1), 1-19.
- Ahmed, T., Chowdhury, A. U. N., & Mozumder, Z. H. (2023). BIO-VR: Design and Implementation of Virtual Reality-Based Simulated Biology Laboratory Using Google Cardboard with an Emphasis on Virtual Education. In *Inventive Computation and Information Technologies: Proceedings of ICICIT 2022* (pp. 867-883). Singapore: Springer Nature Singapore.
- Akbaba, K., & Kılıç, H. E. (2022). Web 2.0 uygulamalarının öğrencilerin fene ve teknoloji kullanımına yönelik tutumlarına etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24(1), 130-139.
- Akçayır, M., Akçayır, G., Pektaş, H. M., & Ocak, M. A. (2016). Augmented reality in science laboratories: The effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior*, 57, 334-342.
- Akçay, S., Aydoğdu, M., Yıldırım, H. İ. ve Şensoy, Ö. (2005). Fen eğitiminde ilköğretim 6. sınıflarda çiçekli bitkiler konusunun öğretiminde bilgisayar destekli öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Gazi Üniversitesi Kastamonu Eğitim Dergisi*, 13(1), 103-116.
- Akıllı, M. (2011). *Fen bilgisi eğitimi 2. sınıf öğrencilerine? atomun yapısı? konusunun 3d bilgisayar modelleri yardımıyla öğretimi*. Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Akıllı, M., & Seven, S. (2014). The effects of 3d computer models to academic achievement and spatial ability: Atomic models. *Turkish Journal of Education*, 3(1).
- 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, Malatya.

- Akkiren, B., (2019). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının 6.sınıf öğrencilerinin dolaşım sistemi konusundaki akademik başarılarına ve fen bilimleri dersine karşı tutumlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Bülent Ecevit Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Akpınar, A. G. E., Aktamış, A. G. H., & Ergin, Ö., (2002). Fen bilgisi dersinde eğitim teknolojisi kullanılmasına ilişkin öğrenci görüşleri. *Turkish Online*, 93.
- Al-Fahad, F. N. (2009). Students' attitudes and perceptions towards the effectiveness of mobile learning in King Saud University, Saudi Arabia. *Online Submission*, 8(2).
- Arıcı, V. A. (2013). *Fen eğitiminde sanal gerçeklik programları üzerine bir çalışma: "güneş sistemi ve ötesi: uzay bilmecesi" örneği*. Yüksek Lisans Tezi, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.
- Atasoy, B. (2004). *Fen öğrenimi ve öğretimi* (2. bs.). Asil Yayın Dağıtım: Ankara.
- Avcı, U. (2013). Öğretim Ortamları ve Materyal Tasarımı. M. Sarıtaş (Ed.). *Öğretim Teknolojileri ve Materyal Tasarımı*. 37-53. Ankara: Pegem Akademi.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: teleoperators & virtual environments*, 6(4), 355-385.
- Baki, A., Kosa, T., & Guven, B. (2011). A comparative study of the effects of using dynamic geometry software and physical manipulatives on the spatial visualisation skills of pre- service mathematics teachers. *British Journal of Educational Technology*, 42(2), 291- 310.
- Balak, M. V. (2019). *Teknik resim derslerinde kullanılmak üzere etkileşimli 3 boyutlu ders içeriklerinin geliştirilmesi ve öğrenme üzerindeki etkilerinin araştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi, Şanlıurfa.
- Balcı, B., & Eşme, İ. (2001). Teknoloji eğitimi. *Yeni Binyılın Başında Türkiye’de Fen Bilimleri Eğitimi Sempozyumu*. İstanbul, Türkiye.
- Bektaş, K. (2020). *Eğitimde sanal gerçeklik kullanımına yönelik tutum Öçeğinin geliştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Benzer, A. İ. (2018). *Bilgisayar destekli üç boyutlu modelleme dersi etkinliklerinin öğrencilerin uzamsal yetenekleri ve derse yönelik tutumları üzerine etkisi*. (Yayınlanmamış Doktora tezi). Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Hatay.
- Bujak, K.R., Radu, I., Catrambone, R., MacIntyre, B., Zheng, R., & Golubski, G. (2013). A psychological perspective on augmented reality in the mathematics classroom. *Computers and Education*, 68, 536–544.
- Buluş-Kırıkkaya, E., ve Şentürk, M. (2018). Güneş sistemi ve ötesi ünitesinde artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılmasının öğrenci akademik başarısına etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(1), 181-189.
- Bulut, S., & Köroğlu, S. (2000). On birinci sınıf öğrencilerinin ve matematik öğretmen adaylarının uzaysal yeteneklerinin incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(18).
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö., E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.

- Can, B., & Usta, E. (2021). Web 2.0 Destekli Kavramsal Karikatürün Başarı ve Tutuma Etkisi. *Türk Akademik Yayınlar Dergisi (TAY Journal)*, 5(1), 51-69.
- Carroll, M. (1993). Deictic and intrinsic orientation in spatial descriptions: A comparison between English and German. In *Advances in psychology* (Vol. 103, pp. 23-44). North-Holland.
- Cavus, N., & Uzunboylu, H. (2009). Improving critical thinking skills in mobile learning. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 1(1), 434-438.
- Chekrouni, N., Kleipool, R. P., & de Bakker, B. S. (2020). The impact of using three-dimensional digital models of human embryos in the biomedical curriculum. *Annals of Anatomy-Anatomischer Anzeiger*, 227, 151430.
- Chen, C. C., & Chen, L. Y. (2022). Exploring the effect of spatial ability and learning achievement on learning effect in VR assisted learning environment. *Educational Technology & Society*, 25(3), 74-90.
- Chiang, T. H., Yang, S. J., & Hwang, G. J. (2014). An augmented reality-based mobile learning system to improve students' learning achievements and motivations in natural science inquiry activities. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 352-365.
- Coates, V. T. (1992). The future of information technology. *The Annals of the American Academy of Political and Social Science*, 522(1), 45-56.
- Creswell, J. W., Plano Clark, V. L., Gutmann, M. L., & Hanson, W. E. (2003). Advanced mixed methods research designs. *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*, 209(240), 209-240.
- Çakır, H. (2022). *Teknoloji destekli otantik çevrim içi öğrenme ortamlarının biyoloji laboratuvar dersi kapsamında incelenmesi*. Doktora Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Çakır, H., & Arı, A. G. (2022). Development and Validation of an Achievement Test in Biology. *Journal of Social Sciences And Education*, 5(1), 64-75.
- Çankaya, B., & Girgin, S. (2018). Artırılmış gerçeklik teknolojisinin fen bilimleri dersi akademik başarısına etkisi. *Journal of Social And Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 5(30), 4283-4290.
- Çapar, T., & Gümüş, N. (2016). Coğrafya öğretiminde sketch-up modelleri kullanımının öğrencilerin derse yönelik tutumlarına etkisi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi Dergisi*, (42), 74-83.
- Çelik, T. (2020). Perceptions of social studies teacher candidates regarding the process of integrating web 2.0 technologies into their fields. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, 21(2), 875-915.
- Çeliker, H., D. (2018). *Öğretmen adaylarının bakış açısıyla fen bilimleri eğitiminde artırılmış gerçeklik uygulamaları*. Uluslararası İnsan ve Toplum Bilimleri Sempozyumu, Antalya, Türkiye.
- Çelikan, U. Eğitimde ve Tıpta Sanal Gerçeklik Uygulamaları: Geçmişten Geleceğe Uzanan Bir İnceleme. *Dicle Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Mühendislik Dergisi*, 13(2), 235-251.

- Çetin, E. (2020). Uzaktan eğitimde uzamsal görselleştirme: 3 boyutlu tasarım sürecinin uzamsal yeteneğe etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 28(6), 2295-2304.
- Darmawan, E., Prajoko, S., Prabowo, B. H., Sukmawati, I., Alamsyah, M., Permadani, K. G., & Pamungkas, S. J. (2023, May). *Development of android-based augmented reality lab coat in biology learning*. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2706, No. 1). AIP Publishing.
- Delello, J. A. (2014). Insights from pre-service teachers using science-based augmented reality. *Journal of computers in education*, 1, 295-311.
- Demir, R. (2019). Sanal gerçeklik gözlüğüne dayalı din öğretimine yönelik öğretmen adaylarının tutumu. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(1), 847-861.
- Demirezer, Ö. (2022). *Web 2.0 destekli 5E modeline dayanan fen öğretiminin öğrencilerin akademik başarı, görsel okuryazarlık düzeyi ve uzamsal görselleştirme becerileri üzerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi. Bursa Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Di Serio Á, Ibáñez M B and Kloos C D (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 68, 586-596.
- Dror, I. E., Kosslyn, S. M., ve Waag, W. L. (1993). Visual-spatial abilities of pilots. *Journal of Applied Psychology*, 78(5), 763.
- Duman, E. (2023). Covid-19 salgını sürecinde fen deneylerinin uzaktan yapılmasına ilişkin öğretmen görüşleri. *Uygulamada Eğitim ve Yönetim Bilimleri Dergisi*, 3(1), 17-34.
- Fauville, G., Queiroz, A. C., Hambrick, L., Brown, B. A., & Bailenson, J. N. (2021). Participatory research on using virtual reality to teach ocean acidification: a study in the marine education community. *Environmental education research*, 27(2), 254-278.
- Fitriani, D. R., Amintarti, S., & Riefani, M. K. Validitas Virtual Lab Biologi Berbasis Pendekatan Saintifik pada Materi Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan. *Wahana-Bio: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 14(1), 42-53.
- Fleck, S., & Simon, G. (2013). An augmented reality environment for astronomy learning in elementary grades: an exploratory study. In: *Proceedings of the 25th Conference on l'Interaction Homme-Machine*. 2013. p. 14-22.
- Fombona Cadavieco, J., Vazquez-Cano, E., & Del Valle Mejias, M. E. (2018). Analysis of geolocation and augmented reality on mobile devices, social and educational proposals related to the environment and field trips. *Profesorado-Revista de Curriculum y Formacion de Profesorado*, 22(4), 197-222.
- Frank, A. I. (2005). What do students value in Built Environment education?. *Cebe Transactions*, 2(3), 21-29.
- Ekici, G. ve Gökmen, A. (2012). Ortaöğretim öğrencilerinin biyoloji laboratuvarı sınıf çevresine ilişkin algılarının biyoloji öz-yeterlik algı düzeylerine göre değerlendirilmesi. *X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi*, Niğde.

- Eliot, John, and Smith, Ian M. (1983). An international directory of spatial tests. Windsor, United Kingdom: The NFER-Nelson Publishing.
- Elmas, R., & Geban, Ö. (2012). Web 2.0 tools for 21st century teachers. *International Online Journal of Educational Sciences*, 4(1), 243-254.
- Emre, S., Yolcu, M. B., & Celayir, S. (2018). Use of three dimensional printed models in the training of medical students in pediatric surgery: first impressions. *J Turk Assoc Pediatr Surg Soc Pediatr Urol Turk*, 32, 55-60.
- Ergin, Ö., Pekmez, E. Ş., & Erdal, S. Ö. (2005). *Kuramdan uygulamaya deney yoluyla fen öğretimi*, İzmir: Kanyılmaz matbaası.
- Galip, Ö. (2023). "Plickers", Ölçme ve Değerlendirmenin Eğlenceli Durumu: Sosyal Bilgiler Hizmet Öncesi Öğretmenlerinin Deneyimleri. *Türk Akademik Yayınlar Dergisi*, 7(1), 265-284.
- Geriş, A. (2021). *Sanal Gerçeklik Temelli bir Eğitim Ortamının Tasarlanması, Geliştirilmesi ve Test Edilmesi: iot Eğitimi Örneği* (Doctoral dissertation, Marmara Üniversitesi (Turkey)).
- Gonzato, J. C., Arcila, T., & Crespín, B. (2008). Virtual objects on real oceans. In *Graphicon'2008* (s. 49-54).
- Graham, K. S., ve Deary, I. J. (1991). A role for aptitude testing in surgery?. *Journal of the Royal College of Surgeons of Edinburgh*, 36(2), 70-74.
- Guay, R. B. (1980). Spatial ability measurement: a critique and an alternative. *Annual Meeting of the American Education Research Association*, April, Boston
- Güler, O., & Erdem, O. (2014). Mesleki Eğitimde İnteraktif 3D Eğitimin Uygulanması ve Stereoskopik 3D Teknolojisi Kullanımı. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 7(3), 11.
- Gündüz, M. Z. & Daş, R. (2017). Nesnelerin interneti: gelişimi, bileşenleri ve uygulama alanları. *Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 24(2), 327-335.
- Gündüzalp, S. (2022). Covid 19 salgınıyla önemi artan dijital okuryazarlığa ilişkin öğretmen yeterliliklerinin değerlendirilmesi. *Edu 7: Yeditepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(13), 82-97.
- Gürdal, A. (1991). İlkokul fen eğitiminde laboratuvar ve araç kullanımı. *Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(145), 155-352.
- Hegarty, M., Keehner, M., Khooshabeh, P., & Montello, D. R. (2009). How spatial abilities enhance, and are enhanced by, dental education. *Learning and Individual Differences*, 19(1), 61-70.
- Huang, K. T., Ball, C., Francis, J., Ratan, R., Boumis, J., & Fordham, J. (2019). Augmented versus virtual reality in education: an exploratory study examining science knowledge retention when using augmented reality/virtual reality mobile applications. *Cyberpsychol Behavior and Social Network*, 22(2), 105-110.
- Isaias, P., Miranda, P., & Pífano, S. (2022). Practice from implementing web 2.0 tools in higher education. In *Cases on Technologies in Education From Classroom 2.0 to Society 5.0* (pp. 71-91). IGI Global.

- İbili, E., & Şahin, S. (2013). Artırılmış gerçeklik ile interaktif 3d geometri kitabı yazılımının tasarımı ve geliştirilmesi: ARGE3D. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 13, 1–8.
- İçten, T., Bal, G. (2017). Artırılmış gerçeklik teknolojisi üzerine yapılan akademik çalışmaların içerik analizi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4), 401-413.
- Jiang, S., Huang, X., Sung, S. H., & Xie, C. (2023). Learning analytics for assessing hands-on laboratory skills in Science Classrooms Using Bayesian Network Analysis. *Research in Science Education*, 53(2), 425-444.
- Kahraman, S. (2021). The Effects of Blog-Based Learning on Pre-service Science Teachers' Internet Self efficacy and Understanding of Atmosphere-Related Environmental Issues. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 21(1), 186-206
- Kara, S. (2023). The Effects of Web 2.0 Tools on Foundation English Students Success Rates at A Private University in Iraq. *International Journal of Social Sciences & Educational Studies*, 10(1), 22.
- Karadeniz, Ş. (2009). The impacts of paper, web and mobile based assessment on students' achievement and perceptions. *Scientific Research and Essay*, 4(10), 984–99.
- Karaismailoğlu, F. (2022). *Ters yüz sınıf modeli çerçevesinde gerçekleştirilen 3D modellemenin fen bilgisi öğretmen adaylarının uzamsal yetenekleri ve akademik başarıları üzerine etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Karakaş, M. & Özerbaş, M. A. (2020). Öğrencilerin artırılmış gerçeklik uygulamaları üzerine görüşleri: Optik ünitesi örneği. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 28(5), 2000-2008.
- Kaufmann, G. (2003). Expanding the Mood-Creativity Equation. *Creativity Research Journal*, 15, 131-135.
- 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(34): 163-174.
- Ketelhut, D. J. (2019). Improving Science Education Through Developing Technological Pedagogical Content Knowledge in Teachers. *Contemporary Technologies in Education: Maximizing Student Engagement, Motivation, and Learning*, 17-29.
- Kılıç, D.S. ve Soran, H. (2011). Biyoloji laboratuvar uygulamalarına yönelik davranış niyeti anketi. *2nd International Conference on New Trends in Education and their Implications*, Antalya.
- Kipper G and Rampolla J (2012). *Augmented Reality: an emerging technologies guide to AR*. Elsevier.
- Kreitler, H., & Kreitler, S. (1974). The role of the experiment in science education. *Instructional Science*, 3(1), 75-88.
- Kul, H.H., (2019). *Fen eğitiminde artırılmış gerçeklik uygulamaları*. Yüksek Lisans Tezi. Osmangazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

- Kuna, P., Hašková, A., & Borza, L. (2023). Creation of Virtual Reality for Education Purposes. *Sustainability*, 15(9), 7153.
- Kurt, M. (2002). Görsel-uzaysal yeteneklerin bileşenleri. *Klinik Psikiyatri*, 5(2), 120-125.
- Lahav, O., & Wolfson, A. (2023). Enhancing spatial skills of young children with special needs using the Osmo Tangram based on tangible technology versus a Tangram card game. *Virtual Reality*, 27(1), 451-463.
- Laxmi, V., & Gure, G. S. (2016). Techno-pedagogy practices in teacher education. *International Journal of Enhanced Research in Educational Development (IJERED)*, 4(6), 133-140.
- Lohman, D. F. (1993). Spatial Ability G. Paper Present at the First Spearman Seminar. *University of Plymouth*.
- Luckin R and Fraser D S (2011). Limitless or pointless? An evaluation of augmented reality technology in the school and home. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 3 (5), 510-524.
- Liu, R., Wang, L., Lei, J., Wang, Q. & Ren, Y. (2020). Effects of an immersive virtual reality-based classroom on students' learning performance in science lessons. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2034-2049.
- Mahmud, M. M., Fatima, T., Lashari, T. A., & Waheed, Z. (2023). Exploring the impact of web 2.0 tools on 21st century skills of EFL learners in Pakistan. *Education Sciences*, 13(4), 384.
- Maier, P. H. (1996, March). Spatial geometry and spatial ability—How to make solid geometry solid. In *Selected papers from the Annual Conference of Didactics of Mathematics* (pp. 63-75).
- Makransky, G., & Petersen, G. B. (2019). Investigating the process of learning with desktop virtual reality: A structural equation modeling approach. *Computers & Education*, 134, 15-30.
- Matcha, W., & 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.
- Mehra, J. (2001). *Golden Age Of Theoretical Physics, The (Boxed Set Of 2 Vols)*. World Scientific.
- McGee, M. G. (1979). Human spatial abilities: psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological bulletin*, 86(5), 889.
- Michael, W. B., Guilford, J. P., Fruchter, B., & Zimmerman, W. S. (1957). The description of spatial-visualization abilities. *Educational and psychological measurement*, 17(2), 185-199.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2019. 2023 Eğitim Vizyonu.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB), 2018. Fen bilimleri dersi (ilkokul ve ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programları.
- Milgram P, Takemura H, Utsumi A and Kishino F (1995, December). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. In

- Telemanipulator and telepresence Technologies* (Vol. 2351, pp. 282-292). International Society for Optics.
- Nerse, B. N. (2021). *Online eğitim sürecinde web 2.0 araçlarıyla zenginleştirilmiş probleme dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına, üstbilişsel farkındalıklarına, teknolojiyle kendi kendine öğrenmelerine ve dijital okuryazarlıklarına etkisinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Kocaeli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Nischal, S., Zulema Cabail, M., & Poon, K. (2022). Combining virtual simulations with take-home projects as a replacement for face-to-face labs in introductory biology laboratory courses. *Journal of Biological Education*, 1-14.
- Olympiou, G., & Zacharia, Z. C. (2012). Blending physical and virtual manipulatives: An effort to improve students' conceptual understanding through science laboratory experimentation. *Science Education*, 96(1), 21-47.
- O'reilly, T. (2005). Web 2.0: compact definition.
- Ormancı, Ü., Çepni, S., & Ülger, B. (2018). Fen bilimleri öğretmenlerinin ortaöğretime geçiş ortak sınavları hakkındaki görüşleri. *Academy Journal of Educational Sciences*, 2(1), 1-15.
- Ottander, C., & Grelsson, G. (2006). Laboratory work: the teachers' perspective. *Journal of Biological Education*, 40(3), 113-118.
- Özdemir, M. (2017). Artırılmış gerçeklik teknolojisi ile öğrenmeye yönelik deneysel çalışmalar: sistematik bir inceleme. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 13(2), 609-632.
- Özmen, H. (2004). Fen öğretiminde öğrenme teorileri ve teknoloji destekli yapılandırmacı (constructivist) öğrenme. *The Turkish Online Journal of Educational Technology*, 3(1), 100-111.
- Öztemel, E. (2018). Eğitimde yeni yönelimlerin değerlendirilmesi ve eğitim 4.0. *Üniversite Araştırmaları Dergisi*, 1(1), 25-30.
- Pallrand, G. J., & Seeber, F. (1984). Spatial ability and achievement in introductory physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 21(5), 507-516.
- Parker, J. (2015). *Designing authentic online community of learning experiences for higher education*. (Yayımlanmamış doktora tezi), Murdoch University. Murdoch.
- Patton, M. Q. (2005). *Qualitative Research*. New York: John Wiley & Sons, Ltd.
- Paxinou, E., Georgiou, M., Kakkos, V., Kalles, D., & Galani, L. (2022). Achieving educational goals in microscopy education by adopting virtual reality labs on top of face-to-face tutorials. *Research in Science & Technological Education*, 40(3), 320-339.
- Phon, D. N. E., Ali, M. B., & Halim, N. D. A. (2015). Learning with augmented reality: Effects toward student with different spatial abilities. *Advanced Science Letters*, 21(7), 2200-2204.
- Pınar, M. A., & Akgül, G. D. (2021). Ortaokul öğrencilerinin fen bilgisi laboratuvarına ilişkin metaforik algılarının incelenmesi. *Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi*, (39), 24-33.

- Prensky, M. (2001). Digital natives, digital immigrants part 2: Do they really think differently?. On the horizon.
- Radhamani, R., Sasidharakurup, H., Sujatha, G., Nair, B., Achuthan, K., & Diwakar, S. (2014). Virtual labs improve student's performance in a classroom. In *E-Learning, E-Education, and Online Training: First International Conference, eLEOT 2014*, Bethesda, MD, USA, September 18-20, 2014, Revised Selected Papers 1 (pp. 138-146). Springer International Publishing.
- Ramazanoğlu, M., & Aker, A. (2019). Artırılmış gerçeklik teknolojisinin eğitim amaçlı kullanımına ilişkin öğretmen adaylarının görüşleri. *Turkish Studies-Information Technologies and Applied Sciences*, 14(1), 91-106.
- Ree, M. J., ve Carretta, T. R. (1998). Computerized testing in the United States air force. *International Journal of Selection and Assessment*, 6(2), 82-89.
- Remondino, F., & El-Hakim, S. (2006). Image-based 3D modelling: a review. *The photogrammetric record*, 21(115), 269-291.
- Rosenbaum, E., Klopfer, E. & Perry, J. (2006). On location learning: Authentic applied science with networked augmented realities. *Journal of Science Education and Technology*, 16(1), 31-45.
- Sari, E. (2019). *Web 2.0 uygulamalarına göre tasarlanmış fen bilimleri dersinin etkililiğinin incelenmesi* (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Serrano-Perez, J. J., González-García, L., Flacco, N., Taberner-Cortés, A., García-Arnandis, I., Pérez-López, G., ... & Romá-Mateo, C. (2021). Traditional vs. virtual laboratories in health sciences education. *Journal of Biological Education*, 1-15.
- Sevimli, E. (2009). *Matematik öğretmen adaylarının belirli integral konusundaki temsil tercihlerinin uzamsal yetenek ve akademik başarı bağlamında incelenmesi*. (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Šafhalter, A., Glodež, S., Šorgo, A., & Ploj Vrtič, M. (2020). Development of spatial thinking abilities in engineering 3D modeling course aimed at lower secondary students. *International Journal of Technology and Design Education*, 1-18.
- Shelton, B. E., & Hedley, N. R. (2002, September). Using augmented reality for teaching earth-sun relationships to undergraduate geography students. In *The First IEEE International Workshop Augmented Reality Toolkit*, (pp. 8-pp). IEEE.
- Sırakaya, M. (2015). *Artırılmış gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin akademik başarıları, kavram yanlışları ve derse katılımlarına etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Silva, R., Oliveira, J. C. & Giraldo, G. A. (2003). Introduction to augmented reality. *National Laboratory for Scientific Computation*, (25), 1-11.
- Singhal, S., Bagga, S., Goyal, P., & Saxena, V. (2012). Augmented chemistry: Interactive education system. *International Journal of Computer Applications*, 49(15).

- Sivri, Ş. N., & Arı, A. G. (2020). Genel biyoloji dersine yönelik artırılmış gerçeklik teknolojisi ile mobil uygulama tasarımı ve öğrenci görüşlerinin incelenmesi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 10(1), 257-279.
- Slater, M, Steed, A & Chrysantho, Y. (2002). *Computer graphics and virtual environments: from realism to real-time*. Addison-Wesley.
- Smith, I. M. (1964). *Spatial ability: Its educational and social significance*. London: University of London Press.
- Somyürek, S. (2014). Öğrenme sürecinde Z kuşağının dikkatini çekme: Artırılmış gerçeklik. *Eğitim Teknolojisi, Kuram ve Uygulama*, 4(1), 63-80.
- Sorby, S. A. (2009). Educational research in developing 3-D spatial skills for engineering students. *International Journal of Science Education*, 31(3), 459-480.
- Starkey, L. (2020). A review of research exploring teacher preparation for the digital age. *Cambridge Journal of Education*, 50(1), 37-56.
- Strong, Shawn and Smith, Roger (2002). Spatial visualization: Fundamentals and trends in engineering graphics. *Journal of Industrial Technology*, 18(1), 1-6.
- Talan, T. (2022). *Eğitimde Dijitalleşme ve Yeni Yaklaşımlar*. Efe Akademi Yayınları.
- Taşkıran, A., Koral, E. & Bozkurt, A. (2015). Artırılmış gerçeklik uygulamasının yabancı dil eğitiminde kullanılması. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 18(2), 1170- 1180.
- Tekin, A. T. (2007). *Dokuzuncu ve on birinci sınıf öğrencilerinin zihinde döndürme ve uzamsal görselleştirme yeteneklerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversite, Ankara.
- Teplá, M., Teplý, P., & Šmejkal, P. (2022). Influence of 3D models and animations on students in natural subjects. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 65.
- Terzioğlu, N. K., Akbıyık, M., & Yıkmış, A. (2023). Zihinsel Yetersizliği Olan Öğrencilere Fen Öğretiminde Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Kullanımı: Özel Eğitim Öğretmenlerinin Görüşleri. *Yükseköğretim ve Bilim Dergisi*, 13(1), 93-104.
- Thornton, P., and Houser, C. (2005). Using mobile phones in English education in Japan. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21, 217-228.
- Timur, S., Dogan, F., Cetin, N. I., Timur, B., & Isik, R. (2019). Artırılmış gerçeklik uygulamalarının 6. sınıf öğrencilerinin hücre konusundaki akademik başarılarına etkisi. *Mediterranean Journal of Educational Research*, 13(30), 126-138.
- Topçu, M. S. ve Çiftçi, A. (2020). 21. yüzyıl becerileri ve STEM. A. D. Öğretim Özçelik ve M. N. Tuğluk (Ed.), *Eğitimde ve Endüstride 21. Yüzyıl Becerileri İçinde* (s. 95). Ankara: PEGEM Akademi.
- Topuz, Y. (2018). *Anatomi eğitiminde sanal gerçeklik ve üç boyutlu masaüstü materyallerin akademik başarı ve bilişsel yük açısından karşılaştırılması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Trilling, B. ve Fadel, C. (2009). 21st century skills: Learning for life in our times. San Francisco, CA: Jossey Bass Publication.
- Tsai, C. C., Lin, S. S. J. & Yuan, S. M. (2001). Students' use of web-based concept map testing and strategies for learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 17(1), 72-84.
- Tulum, A. B., & Kaya, Y. (2022). "Dijital yerli öğrenciler" in "değerli" kavramına yönelik algıları ve "kök değerler" açısından analizi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (42), 154-193.
- Turgut, M. (2007). *İlköğretim II. Kademedeki Öğrencilerin Uzamsal Yeteneklerinin İncelenmesi*. (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Using VR to Transform Science Education*. (2021). Georgia Tech.  
Erişim adresi: <https://aapimonth2021.cc.gatech.edu/aditya-vishwanath-bs-cs-18/>  
(Erişim tarihi: 05.06.2023).
- Urooj, S., & Farooq, M. S. (2023). Impact Of Students' Ubiquitous Learning Through Web 2.0 Tool On Students' 21st Century Skills: Creativity. *Journal of Positive School Psychology*, 256-274.
- Uygan, C., ve Kurtuluş, A. (2016). Effects of teaching activities via Google Sketchup and concrete models on spatial skills of preservice mathematics teachers. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education*, 7(3), 510-535.
- Uzel, N. (2008). *Bilimsel etkinliklerin biyoloji öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerisine, kavram başarısına ve tutumuna etkisi* (Yüksek lisans tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Vesisenaho, M., Juntunen, M., Häkkinen, P., Pöysä-Tarhonen, J., Fagerlund, J., Miakush, I., & Parviainen, T. (2019). Virtual reality in education: focus on the role of emotions and physiological reactivity. *Journal For Virtual Worlds Research*, 12(1).
- Vola, E., Stoltz, R., & Schumpert, C. A. (2023). Impacts of Virtual Reality Experiences: Enhanced Undergraduate Student Performance and Engagement with use of 360-degree video. *bioRxiv*, 2023-02.
- Wanzel, K. R., Hamstra, S. J., Caminiti, M. F., Anastakis, D. J., Grober, E. D., ve Reznick, R. K. (2003). Visual-spatial ability correlates with efficiency of hand motion and successful surgical performance. *Surgery*, 134(5), 750-757.
- Watson, J. D. (1993) *İkili Sarmal*. A. Serin (Çev), İstanbul: TÜBİTAK.
- Weng, C., Otanga, S., Christiano, S. M., & Chu, R. J. C. (2020). Enhancing students' biology learning by using augmented reality as a learning supplement. *Journal of Educational Computing Research*, 58(4), 747-770.
- Weng, C., Rathinasabapathi, A., Weng, A., & Zagita, C. (2019). Mixed reality in science education as a learning support: a revitalized science book. *Journal of Educational Computing Research*, 57(3), 777-807.
- West, T. G. (1991). *In the mind's eye*. Buffalo, NY: Prometheus Books.

- Wong, J., Yu, K., & Giacaman, N. (2021). Scaffolding spatial ability with augmented reality and virtual reality. *International Journal of Mobile Learning and Organisation*, 15(1), 50-70.
- Yapıcı, I. Ü., & Karakoyun, F. (2021). Using augmented reality in biology teaching. *Malaysian Online Journal of Educational Technology*, 9(3), 40-51.
- Yalın, H. İ. (2001). *Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme*, Ankara: Nobel.
- Yaman, K., Savaş, S., Güler, O., Bodukcu, H., Özçelik, Ö. F., & Açı, H. (2015). Using stereoscopic 3D visualization technology in vocational education and evaluation with satisfaction scale. *Presented at XVII. Academic information conference on 4–6 February, Eskişehir, Turkey*.
- Yen, J. C., Tsai, C. H., & 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.
- Yeşilyurt, S. (2004). İlköğretim 4. ve 5. sınıf öğrencilerinin terazi dengesi ve çözünmeyi hatırlayarak analiz ve sentez yapmada deney ve oyunun etkisi. *Elementary Education Online*, 3(1), 11-19.
- Yıldırım, T., & Tahiroğlu, M. (2012). Sanal ortamda gerçekleştirilen müze gezilerinin ilköğretim öğrencilerinin sosyal bilgiler dersine yönelik tutumlarına etkisi. *Electronic Journal of Social Sciences*, 11(39), 104-114.
- Yuen, S., Yaoyuneyong, G., & 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.
- Yuen, S., Yaoyuneyong, G., & 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.
- Zachary, W., Ryder, J., Hicinbothom, J., & Bracken, K. (1997, October). The use of executable cognitive models in simulation-based intelligent embedded training. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* (Vol. 41, No. 2, pp. 1118-1122). Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications.

# A

## DENEY FÖYLERİ

Prokaryot-Ökaryot Hücre, Bitki ve Hayvan Hücresi, Hücre Organelleri konuları ile ilgili hazırlanmış deney föyleri

## PROKARYOTİK VE ÖKARYOTİK HÜCRE

**Deneyin Amacı:** Prokaryot ve ökaryot hücreleri incelemek, yapılarını tanıyabilmek

### TEORİK BİLGİ

Organizmalar, yapısal olarak birbirinden farklı iki hücre tipinin birisinden oluşur. Bunlar prokaryotik ve ökaryotik hücrelerdir. Bakteriler ve archea (arkeobakteriler) prokaryotik hücrelere sahiptirler. Protistler, bitkiler, funguslar ve hayvanlar ökaryotik hücrelerden oluşur.

#### Prokaryotik ve Ökaryotik Hücrelerin Benzerlikleri

- Bütün hücreler plazma zarı adı verilen bir zarla çevrilidir.
- Zarın iç kısmında sitoplazma yer alır.
- Bütün hücreler kalıtsal materyal taşırlar.
- Bütün hücrelerde protein sentezinden sorumlu olan ribozomlar bulunur.

#### Prokaryotik Hücrelerin Genel Özellikleri

- Bu hücrelerde DNA'nın yoğunlaştığı bölgelere nükleotid adı verilir.
- Ancak bu bölgeler zarla çevrili değildir.
- Nükleotid ile plazma zarı arasında kalan bölgeye sitoplazma adı verilir.
- Organeller içermezler. Yalnızca ribozom bulundurulur.

#### Ökaryotik Hücrelerin Genel Özellikleri

- Kromozomlar, zarla çevrili bir organel olan çekirdek içinde bulunur.
- Sitoplazmada aslı halde zarla çevrili organeller bulunur.
- Genellikle prokaryotik hücrelerden daha büyüktürler.

### MATERYALLER

- | 1. Adım Malzemeleri | 2. Adım Malzemeleri   |
|---------------------|-----------------------|
| • Yoğurt            | • Havuz/akvaryum suyu |
| • Su                | • Kuru yapraklar      |
| • Kürdan            | • Ot                  |
| • Lam ve lamel      | • Toprak              |
| • Mikroskop         | • Meyve kabukları     |
|                     | • Kavanoz/cam şişe    |
|                     | • Pipet               |
|                     | • Lam ve lamel        |
|                     | • Mikroskop           |

### DENEYİN YAPILIŞI

#### 1. Adım

- Lam üzerine bir miktar su konulur. Üzerine kürdan yardımıyla yoğurt sürülür ve lamel ile kapatılır. Preparat, düşük büyütmeden yüksek büyütme doğru mikroskopta incelenir.

#### 2. Adım

- Havuz veya akvaryum suyu bir kavanoza alınır. Kavanozun içine kuru yapraklar, ot, meyve kabukları, toprak atılır ve kültür ortamının oluşması için 10-15 gün bekletilir. Oluşturulan kültür ortamı pipet yardımıyla alınarak preparat hazırlanır. Preparat, düşük büyütmeden yüksek büyütme doğru mikroskopta incelenir.

### GÖZLEMLER

(Mikroskopta gördüğünüz görüntüleri 3 ayrı büyütme oranında çiziniz.)

#### 1. ADIM

#### 2. ADIM



virtual reality

### SANAL GERÇEKLİK (VR) DENEYİMİ



**Mozaiik3D app**

- Tatlı Su Amibi
- Terliksi Hayvan
- Yeşil Öglena
- Şapkalı Mantarlar



**Bacteria 3D**



**VIDEO**

Bilgilerinizi pekiştirmek ve geliştirmek için videoyu izleyin.





**WEB 2.0 ARACI - WORDWALL**

Eğlenerek öğrenin.



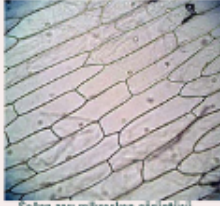
# BİTKİ VE HAYVAN HÜCRESİ

**Deneyin 1. Amacı:** Soğan zarında yer alan hücreler ile bitki hücresinin yapısının öğretilmesi

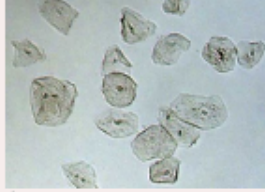
**Deneyin 2. Amacı:** İnsan yanak epitel hücresi ile hayvan hücresinin yapısının öğretilmesi

## TEORİK BİLGİ

Soğan zarında yer alan hücreler, ökaryotik olan bitki hücreleridir. Soğan hücrelerinde; en dışta hücre duvarı olmak üzere daha sonra hücre zarı, sitoplazma ve nükleus (çekirdek) bulunmaktadır. Yanak epitel hücresi ökaryotik olan hayvan hücreleridir. Küremsi şekilli, belirgin görülen bir çekirdeğe, hücre zarına ve sitoplazmaya sahiptir.



Soğan zarı mikroskop görüntüsü



İnsan yanak epitel hücresi mikroskop görüntüsü

## DENEYİN YAPILIŞI

1. Adım
  - İkiye bölünmüş kuru soğanlardan bir tanesi alınarak dış kısmından saydam ve ince olan soğan zarı bistüri/jilet ve pens yardımıyla ayrılır. Lamin üzerine bir damla su konulur. Suyun üzerine ayrılan soğan zarı yerleştirilir. Preparat, düşük büyütmeden yüksek büyültmeye doğru mikroskopta incelenir.
2. Adım
  - Lam üzerine bir damla su alınır. Temiz bir kürdan yardımıyla ağız içi yanaktan aşağıdan yukarıya doğru zedelemeyen şekilde sıyrılır. Alınan numune su ile karıştırılır ve lamel ile kapatılır. Preparat, düşük büyütmeden yüksek büyültmeye doğru mikroskopta incelenir.

## MATERYALLER

### 1. Adım Malzemeleri

- Kuru soğan
- Bistüri/jilet
- Pens
- Su
- Lam ve lamel
- Mikroskop

### 2. Adım Malzemeleri

- Kürdan
- Su
- Lam ve lamel
- Mikroskop

## GÖZLEMLER

### 1. Adım

### 2. Adım

### ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK (AR) DENEYİMİ



#### Hologo app

- Hayvan Hücresi
- Bitki Hücresi
- Saç kökü hücresi

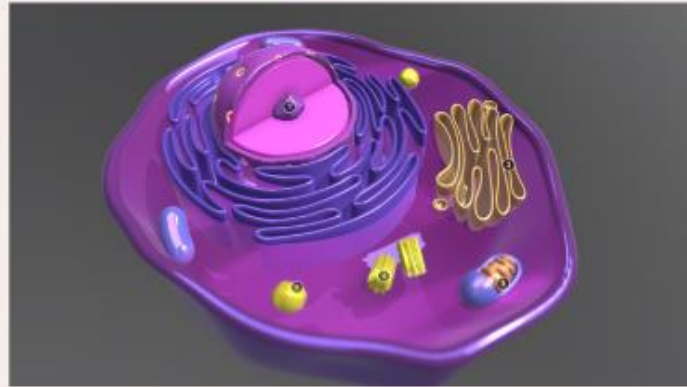
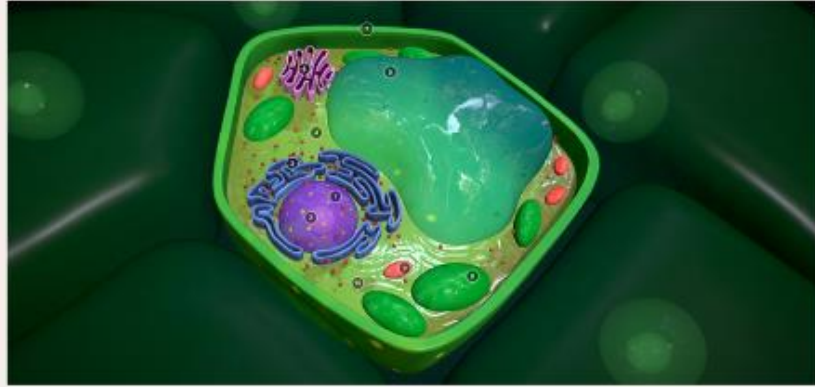
### PEKİŞTİRME

Bitki ve hayvan hücrelerinde bulunan bölümleri eşleştirerek öğrendiklerimizi pekiştirelim.

#### Bitki Hücresi



#### Hayvan Hücresi



# Hücre Organelleri

## TEORİK BİLGİLER

### Hacim-Yüzey Alanı İlişkisi

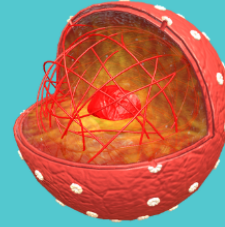
- Metabolik gereksinimler hücre boyutlarının üst sınırlarını belirler.
- Bir hücrenin boyutu büyüdükçe, hücrenin hacmi yüzey alanına oranla daha fazla artar.
- Büyük organizmalar daha büyük hücreye değil daha çok hücreye sahiptir.

### Hücre İçi Zar Sistemi

- Ökaryotik hücreler plazma zarına ek olarak karmaşık iç zarlarla bölmelere ayrılmıştır.
- Hücre zar yapısı genel olarak çift tabakalı fosfolipit veya diğer lipitlerden oluşmuştur.
- İç zar sistemi; Endoplazmik retikulum (ER), golgi aygıtı, lizozomlar, bazı vakuoller ve plazma zarı elemanlarından oluşmaktadır.

### Çekirdek

- Çekirdeğin etrafında bir zar bulunur.
- Çekirdek kılıfı çift zar yapısındadır.
- Kılıfın çekirdek içine bakan yüzeyi nükleer lamina ile döşenmiştir.
- Por kompleksleri madde giriş-çıkışını düzenler.
- Hücre bölünmeye hazırlanırken kromatin iplikler yoğunlaşıp kalınlaşır ve kromozom haline gelir.
- Hücrenin türüne ve üreme döngüsüne göre iki ya da daha fazla çekirdekçik bulunabilir.

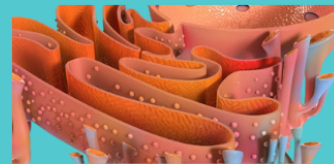


### Düz (Granülsüz) Endoplazmik Retikulum

- Bu organelde bulunan enzimler yağ, fosfolipit ve steroidlerin sentezini gerçekleştirir.
- Bu organelin zarındaki bir enzim fosfatı uzaklaştırır ve glukoz hücreyi terk eder.
- Uyuşturucu etkiye sahip fenobarbital karaciğer hücrelerindeki bu organel ile metabolize edilir.
- Alkol ve birçok ilaç bu organelin enzimlerinin artmasını sağlar.
- İlaçların detoksifikasyonunda görev alır.
- Kalsiyum iyonlarını düzenleyerek kasılmada rol oynar. Bu olay örgüsü şu şekildedir:
  1. ER zarı kalsiyum iyonlarını sitoplazmadan sisternalara pompalar.
  2. Kas hücresi bir sinir hücresi tarafından uyarılır.
  3. Sisternedeki kalsiyum tekrar sitoplazmaya bırakılır.
  4. Kas hücresi kasılır.

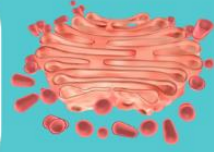
### Kaba (Granüllü) Endoplazmik Retikulum

- Kaba ER üzerinde bulunan ribozomlar protein sentezinden sorumludur.
- Transisyonel ER adı verilen özgün bölgeden salgı proteinleri organeli terk ederler.
- ER kendi zarı üzerinde bulunan enzimler sayesinde fosfolipit öncüllerini birleştirebilir.
- Kaba ER'e bağlı ribozomlarda sentezlenen polipeptit zincir uzarsa sisternalara girebilir
- Sisternelere geçen proteinler üç boyutlu yapılarını kazanırlar



### Golgi Aygıtı

- Bu organel; üretim, depolama, ayırma ve gönderme merkezi gibi çalışır.
- ER'den ayrılan ürünler golgi aygıtına gelir, burada değişikliğe uğratılır ve gidecekleri yerlere gönderilir.
- Kaba ER ve Düz ER ile birlikte lizozom oluşumuna katkı yapar.
- Genel olarak golgi aygıtının görevleri;
  1. ER ürünlerinin değişikliğe uğratılması,
  2. Bazı polisakkaritlerin sentezi,
  3. Oluşturulan ürünlerin etiketlenmesi.



### Lizozom

- Hidrolitik enzimler içeren zarla çevrili kesedir.
- İçerdiği enzimler makromoleküllerin sindiriminde kullanılır.
- Lizozom enzimleri pH 5'de optimum çalışır.
- Genel olarak lizozomun görevleri;
  1. Kullanılmayacak yapıların sindirimini sağlar.
  2. Besinlerin etrafını çevirerek monomerlerine ayrılır.

### Vakuoller

- Zarla çevrili kesecikler anlamına gelmektedir.
- Üç çeşit vakuol bulunmaktadır; besin vakuölü, kontraktil vakuoller ve merkezi vakuol.
- Besin vakuölü fagositoz ile oluşur.
- Tatlı sularda yaşayan protistlerin çoğu fazla suyu hücre dışına pompalayan kontraktil vakuollere sahiptir.
- Olgun bitki hücreleri çoğunlukla büyük bir merkezi vakuol içerir.
- Merkezi vakuolün çeviren zarın ismi tonoplasttır ve seçici-geçirgendir.
- Merkezi vakuol, küçük vakuollerin birleşmesi ile oluşur.
- Vakuoller ER ve golgiden köken alır.
- Vakuol içindeki çözeltiye hücre özsuyu denir.
- Merkezi vakuolün görevleri;
  1. Protein gibi önemli organik bileşikler depolar.
  2. Potasyum ve Klor gibi inorganik iyonları depolar.
  3. Zararlı metabolik yan ürünleri depolayarak hücre dışına bırakır.
  4. Predatörlere karşı zehirli bileşikler depolayarak savunma yapar.
  5. Renk veren pigmentleri depolar.



### Mitokondri

- Hemen hemen tüm ökaryotik hücrelerde bulunurlar.
- Bazı hücrelerde bir tane bulunabildiği gibi bazılarında yüzlerce ya da binlerce bulunabilir. Bu sayı hücrenin aktifliğine göre değişebilmektedir.
- Hücre içinde hareket eder, biçim değiştirir ve ikiye bölünürler.
- İki zarla çevrilidir. Dış zar düz, iç zar krista adı verilen kıvrımlardan oluşmaktadır.
- İçindeki sıvıya matriks adı verilir. Mitokondri matriksi çeşitli enzimleri, DNA ve ribozomları içerir.

### Kloroplast

- Klorofil pigmenti içermesinin yanı sıra fotosentezde görevli enzimleri de bulundurlar.
- İki zardan oluşan bir kılıfa sahiptirler.
- Organelin iç kısmında tilakoit adı verilen yassı kesecikler mevcuttur.
- Tilakoit dışında kalan sıvı kısım ise stroma'dır. Stroma; DNA, ribozom ve enzimleri içerir.

### Peroksizom

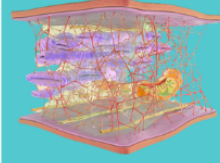
- Yağ asitlerini daha küçük moleküllere yıkarlar ve mitokondrilere gönderirler.
- İç zar sisteminin bir parçası değildir. Protein ve lipidlerin sitoplazmada bir araya gelmesi ile oluşurlar.
- H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> oluşturan enzimler içerirler.
- Karaciğerdeki peroksizomlar alkol ve diğer zararlı bileşiklerini detoksifiye etmek için bu maddelerden oksijene hidrojen aktarırlar.

### Gliksizom

- Filizlenen tohum, fotosentez yapmaya başlayana kadar beslenme kaynaklarıdır.
- Yağ asitlerini şekere dönüştüren enzimler içerirler.

### Hücre İskeleti

- Hücre iskeletinin işlevleri şu başlıklar altında incelenebilir:
  1. Yapısal destek
  2. Hücre hareketi
  3. Metabolik etkinliklerin düzenlenmesi
- Yapısal destek işlevi:
  1. Bu işlev özellikle hücre duvarı bulunmayan hayvan hücreleri için önemlidir.
  2. Birçok organel ve hatta sitoplazmik enzimleri yerli yerinde tutar.
  3. Hücrenin belirli bir kısmından hızla diğer bir kısma geçerek hücre biçiminin değişmesine yardımcı olur.
  4. Yapısal destek ile birçok organelin yeri sabittir.
- Hareket işlevi:
  1. Hücre iskeleti, hücre içi maddeleri doğrudan hareket ettirmez.
  2. Bunun için motor molekül adı verilen proteinlerle etkileşim gerekir.
  3. Motor molekül taşıyacak madde ile hücre iskeleti arasında bağlantıyı sağlayan yapılardır.
  4. Motor molekülün işlevlerine örnekler: Sil ve kamçı hareketlerinin sağlanması, kas hücrelerinin kasılması, hücre içi veziküllerin taşınması, fagositoz sırasında plazma zarının besin vakuölü oluşturması

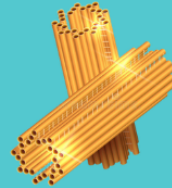


### Hücre İskeleti

- Hücre iskeletini kuran üç temel lif tipi vardır:
  1. Mikrotübüller
  2. Mikrofilamentler
  3. Ara filamentler
- Mikrotübüller
  1. Tüm ökaryotik hücrelerin sitoplazmasında bulunur.
  2. İçi boş çubuklar şeklindedir.
  3. Tübül duvarı, tubulin adı verilen proteinlerden oluşmuştur.
  4. Mikrotübülün boyu, yeni tubulin birimlerinin eklenmesi ile uzar.
  5. Yıkılan tubulin birimleri mikrotübüllerin yapımı için kullanılır.
  6. Mikrotübüller hücre bölünmesi sırasında iç ipliklerini oluşturarak kromozomların ayrılmasını sağlar.
  7. Hücreye biçim verip onu destekler.
  8. Mikrotübüller motor molekülle bağlantı kuran hücresel yapıların taşınmasına yardımcı olur.

### Sentrozom ve sentriyoller

- Mikrotübüller çekirdek yanında yer alan ve sentrozom adı verilen bölgede oluşurlar.
- Hayvan hücresinde sentrozom içinde bir çift sentriyol bulunur.
- Hücre bölünmeden önce her sentriyol kendini eşler.
- Bitkilerin çoğunda sentriyol bulunmaz.



## DENEYİN AMACI

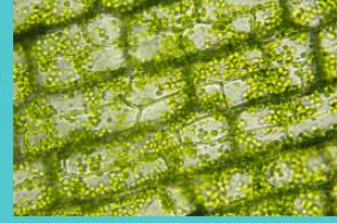
- Bitki hücrelerinin yapısını incelemek
- Hücre duvarı, kloroplastlar, hücre çekirdeği ve sitoplazma hareketlerini gözlemlemek

## MATERYALLER

- Elodea bitkisi
- Mikroskop
- Lam ve lamel
- Damlalık
- Su

## DENEYİN YAPILIŞI

- Lamin üzerine bir damla su damlatınız.
- Elodea bitkisinin yapraklarından birini lam üzerine yerleştiriniz.
- Lameli hava kabarcığı kalmayacak şekilde lamin üzerine yerleştiriniz.
- Preparatı önce düşük sonra yüksek büyütme ile mikroskopta inceleyiniz.



## GÖZLEMLER

(Mikroskopta gördüğünüz görüntüleri 3 ayrı büyütme oranında çiziniz.)

4x

10x

40x

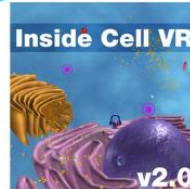
## 3D MODELLER İLE İNCELEME



Mozaik3D uygulaması

- Hücre organelleri

## SANAL GERÇEKLİK (VR) DENEYİMİ



Inside Cell VR V2 uygulaması



In The Cell VR uygulaması

## WEB 2.0 ARACI - CROSSWORDLABS



# B

## TEKNOLOJİ DESTEKLİ BİYOLOJİ LABORATUVAR DERSLERİNİN ÖRNEK FOTOĞRAFLARI

---





# C

## KULLANILAN TEST VE ÖLÇEKLERİN İZİNLER

Ynt: Purdue Uzamsal Görselleme Testi Kullanım İzni



EYÜP SEVİMLİ <eyup.sevimli@medeniye.edu.tr>  
23.01.2023 09:09

Kime: SENA YILMAZ



PUGT CEVAP ANAHTARI (2).docx  
16.63 KB

Merhaba Sena Hanım,  
Purdue Uzamsal Görselleme Testini araştırmanızda kullanabilirsiniz. Testin kendisi ve uygulama formunun geçerlik güvenirlik çalışması Yüksek Lisans tezimde mevcuttur. Cevap anahtarını ekte yolluyorum.  
İyi çalışmalar.

Assoc.Prof. Dr. EYÜP SEVİMLİ, Department of Mathematics Education, Istanbul Medeniye University-TURKEY

Gönderen: SENA YILMAZ <sena.yilmaz2@std.yildiz.edu.tr>

Gönderildi: 22 Ocak 2023 Pazar 21:40:40

Kime: EYÜP SEVİMLİ

Konu: Purdue Uzamsal Görselleme Testi Kullanım İzni

Sayın Doç. Dr. EYÜP SEVİMLİ

Sayın hocam ben Sena Yılmaz. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, Fen Bilgisi Öğretmenliği programında yüksek lisans yapmaktayım. Danışmanım Prof. Dr. Aşlı GÖRGÜLÜ ART'ın bilgisi doğrultusunda tarafınızca Türkiye'ye uyarlanan "Purdue Uzamsal Görselleme Testi"ni çalışmamda kullanmak istiyorum. Akademik ve etik kurallara uyacağımı beyan ediyorum. Bu konuda bana yardımcı olursanız sevinirim. Şimdiden çok teşekkür ederim.  
Kolay gelsin.  
Sena Yılmaz

Re: Ölçek Kullanım İzni



NURCAN UZEL <nurcanuzel@gazi.edu.tr>  
9.01.2023 15:32

Kime: SENA YILMAZ

Merhaba Sena hocam,

"Biyoloji Laboratuvarı Tutum Ölçeği"ni kullanabilirsiniz.

Akademik hayatınızda başarılar dilerim.

İyi çalışmalar.

Kimden: "SENA YILMAZ" <19517012@std.yildiz.edu.tr>

Kime: "nurcanuzel" <nurcanuzel@gazi.edu.tr>

Gönderilenler: 9 Ocak Pazartesi 2023 14:46:33

Konu: Ölçek Kullanım İzni

Sayın Doç. Dr. NURCAN UZEL

Sayın hocam ben Sena Yılmaz. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, Fen Bilgisi Öğretmenliği programında yüksek lisans yapmaktayım. Danışmanım Doç. Dr. Aşlı GÖRGÜLÜ ART'ın bilgisi doğrultusunda tarafınızdan geliştirilen "Biyoloji Laboratuvarı Tutum Ölçeği"ni çalışmamda kullanmak istiyorum. Akademik ve etik kurallara uyacağımı beyan ediyorum. Bu konuda bana yardımcı olursanız sevinirim. Şimdiden çok teşekkür ederim.

Kolay gelsin.

Sena Yılmaz

Doç. Dr. NURCAN UZEL  
Gazi Üniversitesi  
Gazi Eğitim Fakültesi  
Biyoloji Eğitimi Ana Bilim Dalı  
Tel: 0312 202 3951  
https://evresis.gazi.edu.tr/nurcanuzel

Assoc. Prof. Dr. NURCAN UZEL  
Gazi University  
Gazi Faculty of Education  
Biology Education Programme

Re: Başarı Testi Kullanım İzni



HAKKI ÇAKIR <hakkickr@gmail.com>

28.03.2023 17:13

Kime: SENA YILMAZ

Merhaba Sena,

Aşlı hocama çok selam izin istemene gerek yoktu o onay verdikten sonra akan sular durur :)

İyi çalışmalar kolay gelsin.

Hakkı Çakır

Fen bilimleri öğretmeni

28 Mar 2023 Sal 13:57 tarihinde SENA YILMAZ <sena.yilmaz2@std.yildiz.edu.tr> şunu yazdı:

Sayın HAKKI ÇAKIR,

Sayın hocam ben Sena Yılmaz. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Matematik ve Fen Bilimleri Ana Bilim Dalı, Fen Bilgisi Öğretmenliği programında yüksek lisans yapmaktayım. Danışmanım Prof. Dr. Aşlı GÖRGÜLÜ ART'ın bilgisi doğrultusunda tarafınızdan geliştirilen "Hücre Akademik Başarı Testi" ve "Hücre Bölünmesi Başarı Testi"ni çalışmamda kullanmak istiyorum. Akademik ve etik kurallara uyacağımı beyan ediyorum. Bu konuda bana yardımcı olursanız sevinirim. Şimdiden çok teşekkür ederim.

Kolay gelsin.

Sena Yılmaz



# D

## PURDUE UZAMSAL GÖRSELLEME TESTİ

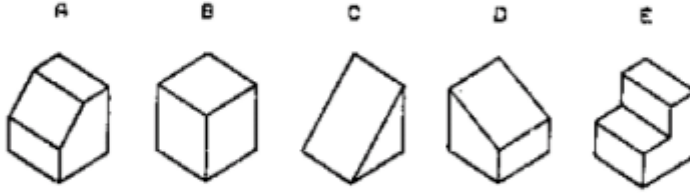
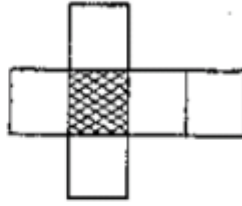
---



## BÖLÜM-1: OLUŞTURMA

### YÖNERGE

Bu testin ilk bölüm 12 sorudan oluşmaktadır. Bu sorular sizin üç boyutlu nesneleri katlayarak ne şekilde görselleştireceğinizi belirlemek üzere tasarlanmıştır. Aşağıda bu testin ilk bölümünde yer alan soru tiplerine yönelik bir örnek verilmiştir.



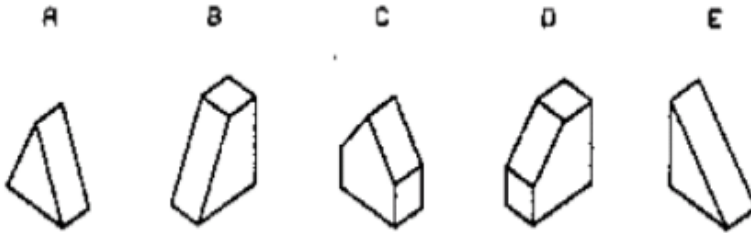
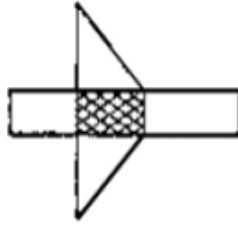
Yukarıda beş tane üç boyutlu cisim ve bir tane açılım bulunmaktadır. Açılım üç boyutlu bir nesnenin iç yüzeyini göstermektedir. Açılımdaki taralı kısımlar cismin tabanını göstermektedir. Sizden istenen;

- 1) Bu açılımın üç boyutlu nesne olarak katlandığında, zihninizde nasıl gözüktüğünü belirlemeniz,
- 2) Yapılan katlamalar ile oluşan üç boyutlu şekli, A, B, C, D, E şıkları arasından seçmenizdir.

Yukarıda gösterilen örneğin doğru cevap hangisidir?

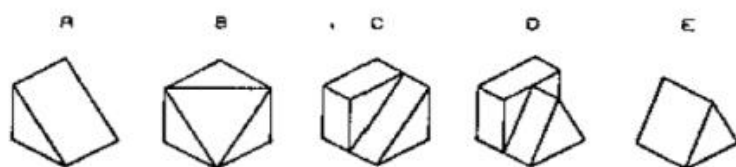
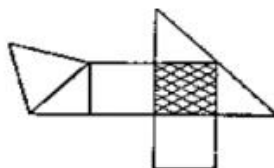
A, C, D, E şıkları yanlıştır. Verilen açılımın katlanmasıyla B şıkkındaki gibi bir nesne elde edilebilir. Bu testin üç bölümündeki her bir sorunun yalnızca bir doğru cevabı bulunmaktadır.

Şimdi aşağıdaki örneğe bakınız ve verilen açılım katlandığında elde edilebilecek üç boyutlu cismi şıklar arasından belirlemeye çalışınız? Verilen açılımın cismin içerisini ve taralı kısmın cismin alt yüzeyini gösterdiğini unutmayınız.

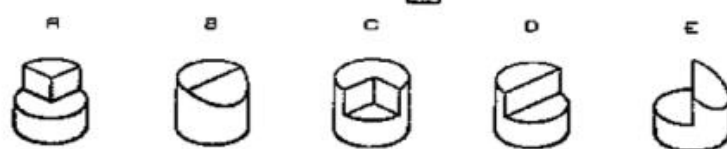
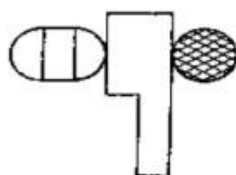


Örnekteki doğru cevap E şıkkıdır.

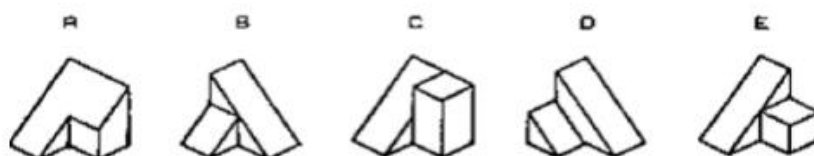
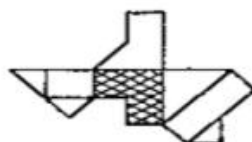
1



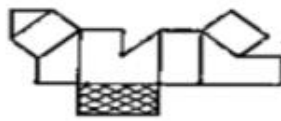
2



3



4



A

B

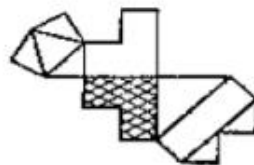
C

D

E



5



A

B

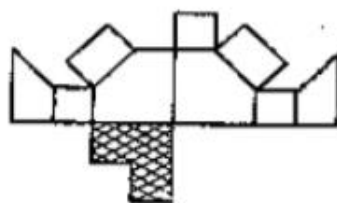
C

D

E



6



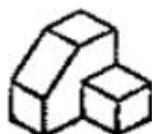
A

B

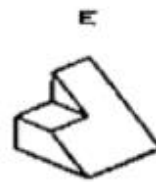
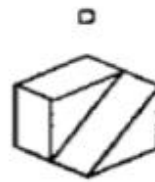
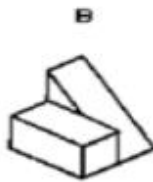
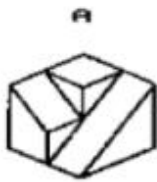
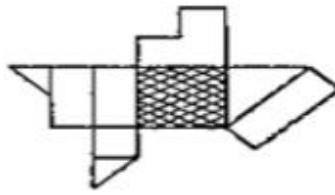
C

D

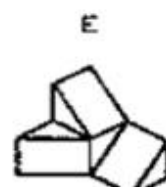
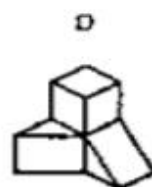
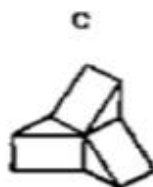
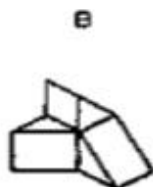
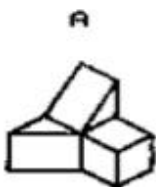
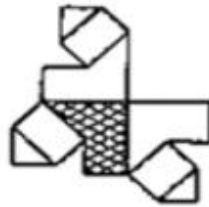
E



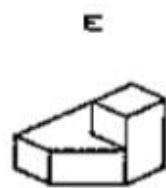
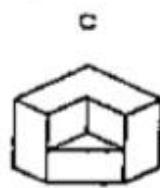
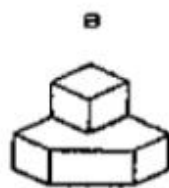
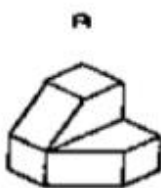
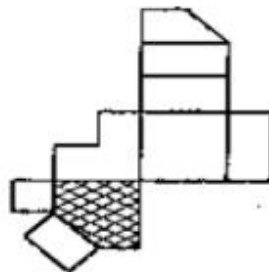
7



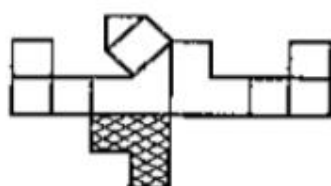
8



9



10



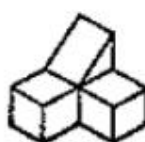
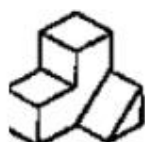
A

B

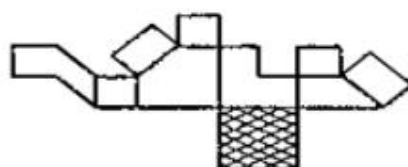
C

D

E



11



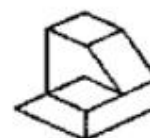
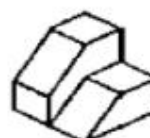
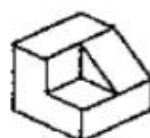
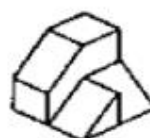
A

B

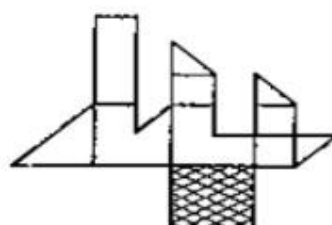
C

D

E



12



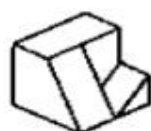
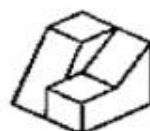
A

B

C

D

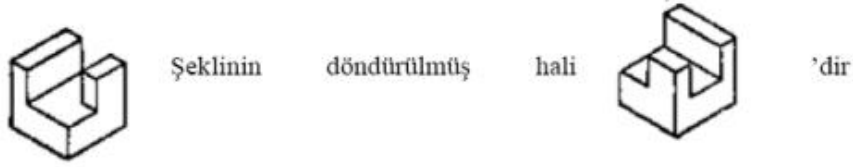
E



## BÖLÜM-2: DÖNDÜRME

### YÖNERGE

İkinci bölüm 12 sorudan oluşmaktadır. Bölümdeki sorular üç boyutlu nesnelerin döndürülmesini ne şekilde görselleştireceğinizi belirlemek üzere tasarlanmıştır. Aşağıda görülen soru tipi ikinci bölümde bulunan soru tiplerine bir örnektir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

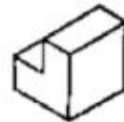
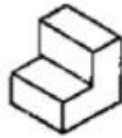
A

B

C

D

E



Sizden istenen,

- 1) Sol üst kısmında yer alan nesnenin, sağ üst kısımdaki nesneye dönüşmesi için gerekli adımları bulmanız,
- 2) Sorunun orta kısmında bulunan nesnenin tam olarak aynı adımlar ile döndürüldüğü zaman nasıl görüldüğünü bulmanız,
- 3) Orta kısımda bulunan cisim, gerekli adımlar uygulanarak döndürüldüğünde, elde edilen görüntünün verilen şıklardan hangisinde (A, B, C, D veya E ) doğru olarak gösterildiğini bulmanız, istenmektedir.

Yukarda gösterilen örnekte doğru cevap hangisidir?

A, B, C, E cevapları yanlıştır. Gerekli döndürme adımları uygulandığında D şıkkının doğru olduğu görünmektedir. Her sorunun yalnızca bir doğru cevabı olduğunu hatırlayınız.

Şimdi bir diğer örneğe geçelim. Aşağıda verilen örnekte döndürülme işlemi uygulandıktan sonra doğru pozisyonda bulunan şekli belirlemeye çalışınız.



Şeklinin döndürülmüş hali



'dir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

A

B

C

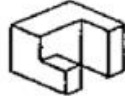
D

E

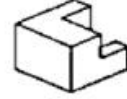


Dikkat ederseniz, bu örnekte verilen döndürme yönergesi daha karmaşıktır. Bu örnek için doğru cevap B şıkkıdır.

13



Şeklinin döndürülmüş hali



'dir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

A

B

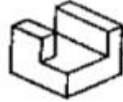
C

D

E



14



Şeklinin döndürülmüş hali



'dir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

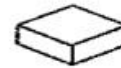
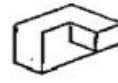
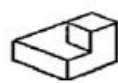
A

B

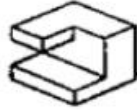
C

D

E



15



Şeklin döndürülmüş hali



'dir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

A

B

C

D

E



**16**



Şeklinin döndürülmüş hali



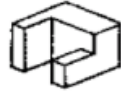
'dir?



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?



**17**



Şeklin döndürülmüş hali



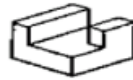
'dir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?



**18**



Şeklin döndürülmüş hali



'dir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?



19



Şeklin döndürülmüş hali



'dir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

A

B

C

D

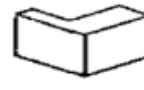
E



20



Şeklin döndürülmüş hali



'dir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

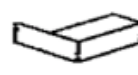
A

B

C

D

E



21



Şeklin döndürülmüş hali



'dir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?

A

B

C

D

E



22



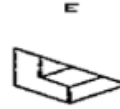
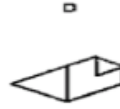
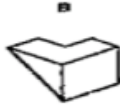
Şeklin döndürülmüş hali



'dir.



Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?



23



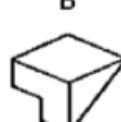
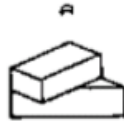
Şeklin döndürülmüş hali



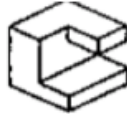
'dir.



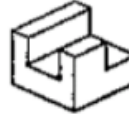
Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?



24



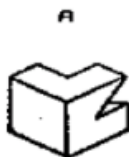
Şeklin döndürülmüş hali



'dir.



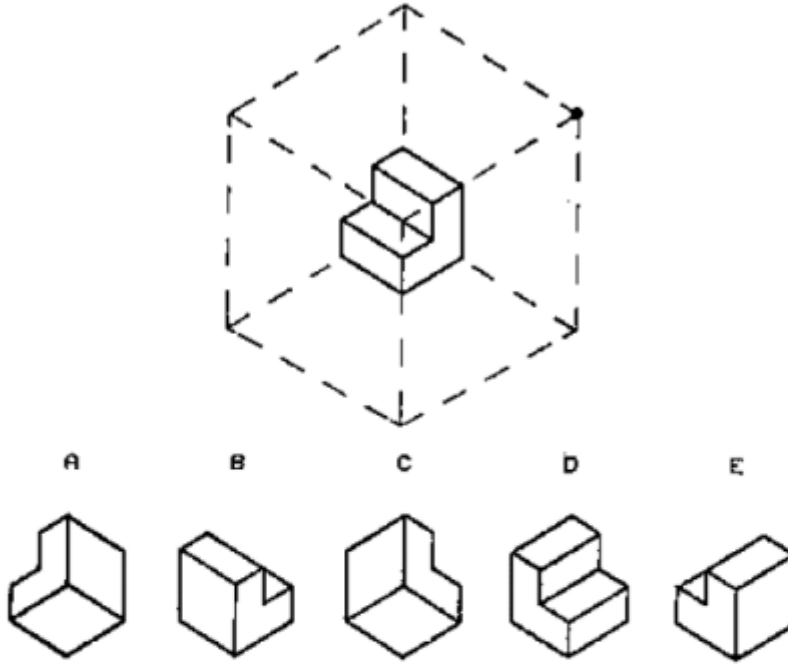
Şeklinin döndürülmüş hali aşağıdakilerden hangisidir?



### BÖLÜM-3: GÖRÜNÜMLER

#### YÖNERGE

Testin üçüncü bölümü 12 sorudan oluşmaktadır. Bu sorular, sizin çeşitli bakış açılarından, üç boyutlu cisimleri ne şekilde görselleyebileceğinizi belirlemeye yönelik olarak tasarlanmıştır. Aşağıda verilen soru, üçüncü bölümde yer alan soru tiplerine bir örnektir.



Yukarıdaki örnek saydam bir kutunun ortasına yerleştirilmiş bir cismi göstermektedir. Beş çizim aynı cismin farklı noktalardan bakıldığında oluşan görüntülerini temsil etmektedir. Saydam kutunun sağ üst köşesinde yer alan siyah nokta, cisme bakılması istenen durumu göstermektedir.

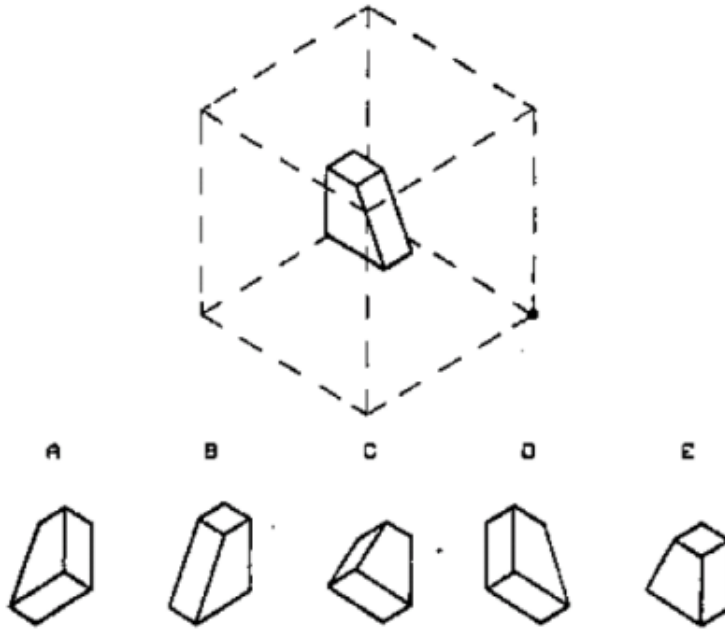
Sizden istenen;

- 1) Bu saydam kutunun köşesindeki siyah noktanın sizinle cam kutu arasında oluncaya kadar hareket etmesi gerektiğini hayal etmeniz,
- 2) Bu bakış açısı doğrultusunda saydam kutuda içerisindeki nesnenin zihninizde nasıl görüldüğünü bulmanız,
- 3) Verilen A, B, C, D ve E şıkları arasında size göre doğru olan cevabı işaretlemenizdir.

Yukarıda verilen örnekte doğru cevap hangisidir.

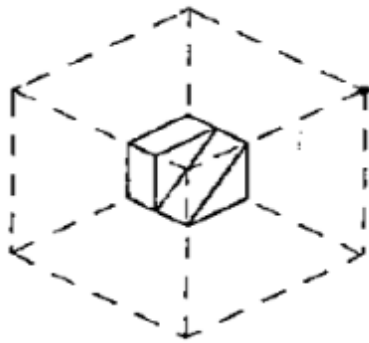
A, B, C ve D şıkları yanlıştır; sadece E şıkkı verilen bakış açısı doğrultusunda cismin görüntümünü temsil etmektedir. Önceki bölümlerde olduğu gibi her sorunun yalnızca bir doğru cevabı bulunmaktadır.

Şimdi aşağıda verilen bir sonraki örneğe bakarak, gösterilen noktadan cisme bakıldığında cismin nasıl görüldüğünü bulunuz. Nesne saydam kutunun ortasına konumlandırılmıştır. Siyah nokta, sizinle nesne arasında kalacak şekilde cismi hareket ettirerek zihninizde görselleyiniz.

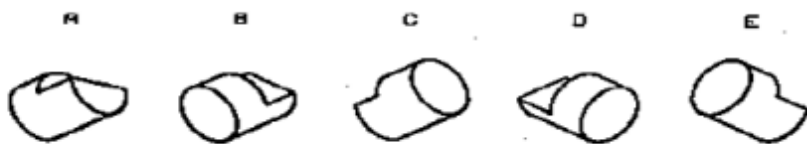
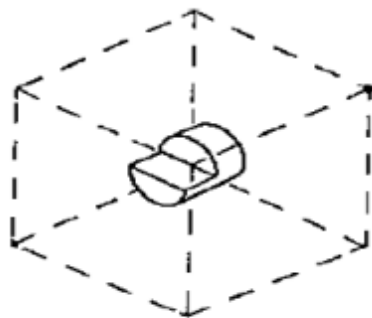


Bu örneğin doğru cevabı C şıkkıdır.

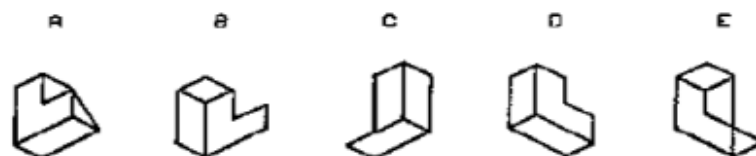
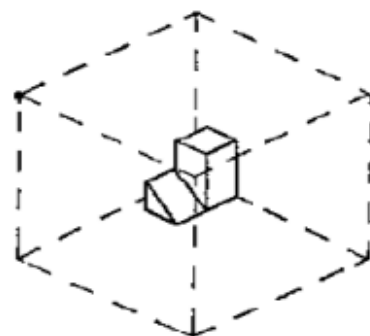
25



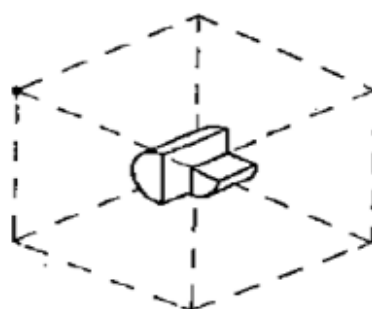
26



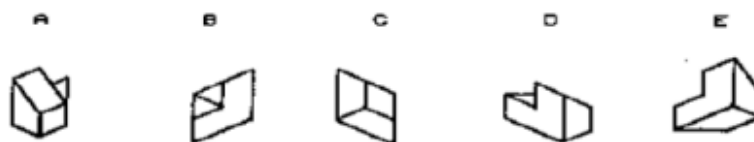
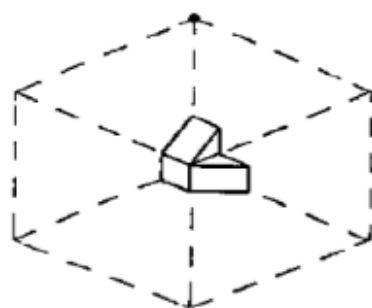
27



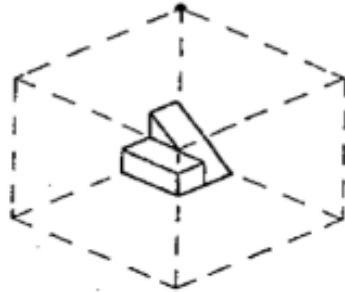
28



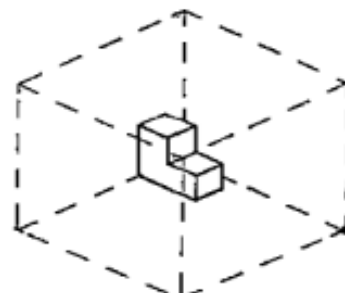
29



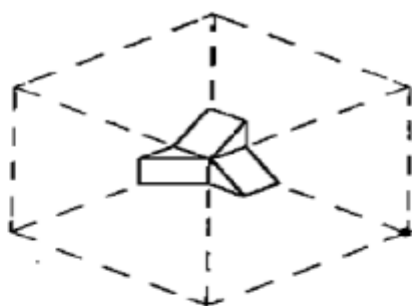
30



31



**32**



A

B

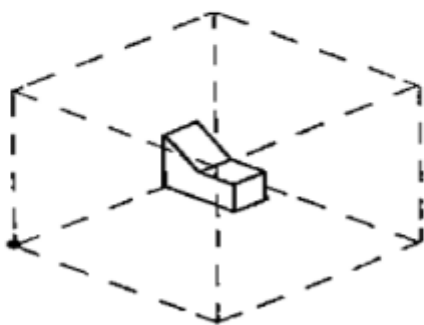
C

D

E



**33**



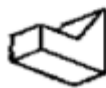
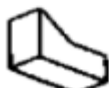
A

B

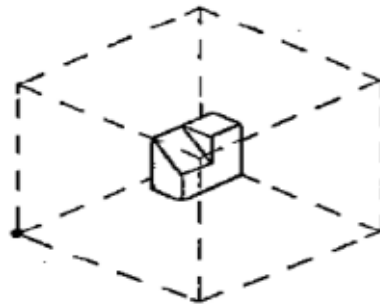
C

D

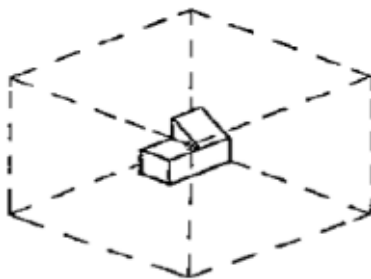
E



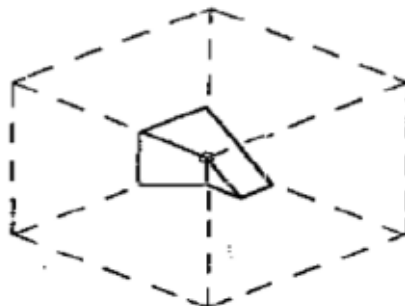
34



35



36



# E

## HÜCRE BAŞARI TESTİ

1. Organizmalar yapısal olarak birbirinden farklı iki hücre tipinin birisinden oluşur. Bunlar prokaryotik ve ökaryotik hücrelerdir. Buna göre aşağıdaki eşleşmelerden hangisi yanlıştır?

|    | Prokaryotik    | Ökaryotik  |
|----|----------------|------------|
| A) | Bakteriler     | Protistler |
| B) | Protistler     | Bitkiler   |
| C) | Arkebakteriler | Funguslar  |
| D) | Bakteriler     | Hayvanlar  |
| E) | Arkebakteriler | Protistler |

2. Aşağıda prokaryotik ve ökaryotik hücrelerin benzerlikleri için yer alan ifadelerden hangisi yanlış verilmiştir?

- A. Zarın iç kısmında sitoplazma yer alır.
- B. Bütün hücreler kalıtsal materyal taşır.
- C. Bütün hücrelerde mitokondri bulunur.
- D. Bütün hücreler plazma zarı ile çevrilidir.
- E. Bütün hücrelerde ribozom bulunur.

3. Aşağıda Prokaryotik ve Ökaryotik hücrelerin genel özellikleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Buna göre hangi şıkta hata yapılmıştır?

- A. Prokaryotik hücrede, DNA'nın bulunduğu bölge zarla çevrili değildir.
- B. Ökaryotik hücrede, sitoplazmada zarla çevrili organeller bulunur.
- C. Prokaryotik hücrede, DNA'nın yoğunlaştığı bölgelere nükleoid adı verilir.
- D. Ökaryotik hücrede, kromozomlar zarla çevrili bir organel olan çekirdekte bulunur.
- E. Prokaryotik hücreler, genellikle ökaryotik hücrelerden daha büyüktür.

4. Aşağıda hücrenin hacim yüzey alan ilişkisi ile ilgili bilgilerden

- I. Metabolik gereksinimler hücre boyutlarının üst sınırlarını belirler.
- II. Bir hücrenin boyutu büyüdükçe, hücrenin hacmi yüzey alanına oranla daha az artar.
- III. Büyük organizmalar daha büyük hücreye değil daha çok hücreye sahiptir.

hangisi doğrudur?

1. Yalnız I
2. I ve III
3. II ve III
4. Yalnız II
5. I, II ve III
5. Organizmalar yapısal olarak birbirinden farklı iki hücre tipinin birisinden oluşur. Bunlar prokaryotik ve ökaryotik hücrelerdir. Buna göre aşağıdaki eşleşmelerden hangisi yanlıştır?

|    | Prokaryotik    | Ökaryotik  |
|----|----------------|------------|
| A) | Bakteriler     | Protistler |
| B) | Protistler     | Bitkiler   |
| C) | Arkebakteriler | Funguslar  |
| D) | Bakteriler     | Hayvanlar  |
| E) | Arkebakteriler | Protistler |

6. Aşağıda prokaryotik ve ökaryotik hücrelerin benzerlikleri için yer alan ifadelerden hangisi yanlış verilmiştir?

- F. Zarın iç kısmında sitoplazma yer alır.
- G. Bütün hücreler kalıtsal materyal taşır.
- H. Bütün hücrelerde mitokondri bulunur.
- İ. Bütün hücreler plazma zarı ile çevrilidir.
- J. Bütün hücrelerde ribozom bulunur.

7. Aşağıda Prokaryotik ve Ökaryotik hücrelerin genel özellikleri ile ilgili bilgiler verilmiştir. Buna göre hangi şıkta hata yapılmıştır?

- F. Prokaryotik hücrede, DNA'nın bulunduğu bölge zarla çevrili değildir.
- G. Ökaryotik hücrede, sitoplazmada zarla çevrili organeller bulunur.
- H. Prokaryotik hücrede, DNA'nın yoğunlaştığı bölgelere nükleoid adı verilir.
- İ. Ökaryotik hücrede, kromozomlar zarla çevrili bir organel olan çekirdekte bulunur.
- J. Prokaryotik hücreler, genellikle ökaryotik hücrelerden daha büyüktür.

8. Aşağıda hücrenin hacim yüzey alan ilişkisi ile ilgili bilgilerden

IV. Metabolik gereksinimler hücre boyutlarının üst sınırlarını belirler.

- V. Bir hücrenin boyutu büyüdükçe, hücrenin hacmi yüzey alanına oranla daha az artar.
- VI. Büyük organizmalar daha büyük hücreye değil daha çok hücreye sahiptir.

hangisi doğrudur?

6. Yalnız I
7. I ve III
8. II ve III
9. Yalnız II
10. I, II ve III

5. Aşağıda verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A. Ökaryotik hücreler, plazma zarına ek olarak iç zarlarla bölmelere ayrılmıştır.
- B. Hücre zar yapısı genel olarak çift tabakalı fosfolipit veya diğer lipitlerden oluşmuştur.
- C. Çekirdeğin etrafında bir zar bulunur.
- D. İç zar sistemi elemanlarından ribozom en küçük organeldir.
- E. Çekirdek kılıfı çift zar yapısındadır.

6. Çekirdek ile ilgili aşağıda yer alan bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A. Kılıfın çekirdek içine bakan yüzeyi nükleer lamina ile döşenmiştir
- B. Hücre bölünmeye hazırlanırken kromatin iplikler yoğunlaşıp kalınlaşır ve kromozom haline gelir.
- C. Hücrenin türüne ve üreme döngüsüne göre iki ya da daha fazla çekirdekçik bulunabilir.
- D. Çekirdek kılıfı tekli zar yapısındadır.
- E. Por kompleksleri madde giriş-çıkışını düzenler.

7. Düz (Granilsüz) ER ilgili aşağıda yer alan bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A. Bu organelde bulunan enzimler yağ, fosfolipit ve steroidlerin sentezini gerçekleştirir.
- B. Bu organelin zarındaki bir enzim fosfatı uzaklaştırır ve glukoz hücreyi terk eder.
- C. Uyuşturucu etkiye sahip fenobarbitral karaciğer hücrelerindeki bu organel ile metabolize edilir.
- D. Kalsiyum iyonlarını düzenleyerek kasılmada rol oynar.

- E. Alkol ve birçok ilaç bu organelin enzimlerinin azalmasını sağlar.
- 8.** Düz Endoplazmik retikulumun kasılmadaki görevi ile ilgili aşağıda olaylar verilmiştir.
- I. Kas hücresi bir sinir hücresi tarafından uyarılır.
- II. Sisternedeki kalsiyum tekrar sitoplazmaya bırakılır.
- III. ER zarı kalsiyum iyonlarını sitoplazmadan sisternalara pompalar.
- IV. Kas hücresi kasılır.

Doğru sıralama nasıl olmalıdır?

- A. I-II-III-IV
- B. IV-II-I-III
- C. III-I-II-IV
- D. IV-I-II-III
- E. III-II-I-IV

**9.** Kaba ER ile ilgili aşağıda yer alan bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A. Kaba ER üzerinde bulunan ribozomlar karbonhidrat sentezinden sorumludur.
- B. Kaba ER'e bağlı ribozomlarda sentezlenen polipeptit zincir uzarsa sisternalara girebilir.
- C. Transisyonel ER adı verilen özgün bölgeden salgı proteinleri organeli terk ederler.
- D. ER kendi zarı üzerinde bulunan enzimler sayesinde fosfolipit öncüllerini birleştirebilir.
- E. Sisternelere geçen proteinler üç boyutlu yapılarını kazanırlar.

**10.** Ökaryotik hücrelerde bulunan düz ER ler;

- I. lipid sentezi
- II. ilaçların detoksifikasyonu
- III. kas hücrelerinin kasılması

Olaylarından hangilerini gerçekleştirirler?

- A. I-II
- B. II-III
- C. I-III
- D. I-II-III

E. Yalnız III

11. İnsanın organları ile organeller arasında bir benzerlik vardır. Buna göre aşağıdaki verilen eşleştirmelerden hangisi doğrudur?

|    | Beyin      | Damar                 | Akciğer      |
|----|------------|-----------------------|--------------|
| A. | Mitokondri | Golgi Aygıtı          | Mitokondri   |
| B. | Çekirdek   | Lizozom               | Ribozom      |
| C. | Çekirdek   | Endoplazmik Retikulum | Mitokondri   |
| D. | Çekirdek   | Endoplazmik Retikulum | Golgi Aygıtı |
| E. | Mitokondri | Endoplazmik Retikulum | Çekirdek     |

12. Ökaryotik hücrelerde;

- I. Lizozom
- II. Ribozom
- III. Golgi aygıtı

Organellerinden hangisinin ya da hangilerinin zarları iç zar sisteminin bir parçasıdır?

- A. II ve III
- B. I ve II
- C. I ve III
- D. I, II ve III
- E. Yalnız III

13. Aşağıda yer alan organellerden hangisinde verilen özellik, o organelle ait değildir?

|    | Organel      | Özellik                                           |
|----|--------------|---------------------------------------------------|
| A. | Lizozom      | Lizozom enzimleri pH 5’de optimum çalışır.        |
| B. | Vakuoller    | Zarla çevrili kesecikler anlamına gelir.          |
| C. | Golgi Aygıtı | Bazı polisakkaritleri sentezler.                  |
| D. | ER           | Üretim, depolama, ayırma ve gönderme merkezi gibi |

|    |            |                                                            |
|----|------------|------------------------------------------------------------|
|    |            | çalışır.                                                   |
| E. | Mitokondri | Bazı hücrelerde bir tane bazılarında yüzlerce bulunabilir. |

**14.** Ökaryotik hücrelerde;

- I. Düz ER
- II. Kaba ER
- III. Golgi aygıtı

Lizozomların oluşumunda yukarıda yer alan organellerden hangilerinin katkısı vardır?

- A. II ve III
- B. I ve II
- C. I ve III
- D. I, II ve III
- E. Yalnız III

**15.** Aşağıda merkezi vakuollere ait bazı özellikler verilmiştir. Buna göre aşağıdaki bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A. Olgun bitki hücrelerinin çoğunlukla büyük bir merkezi vakuol içerir.
- B. Merkezi vakuolün çeviren zarın ismi tonoplasttır.
- C. Küçük vakuoller birleşerek merkezi vakuolü oluşturur.
- D. Vakuoller, lizozomdan köken alırlar.
- E. Vakuol içindeki çözeltiye hücre özsuyu denir.

**16.** Aşağıdakilerden hangisi merkezi vakuolün görevi değildir?

- A. Protein gibi önemli organik bileşikler depolar.
- B. Zararlı metabolik yan ürünleri, hücre içine taşırlar.
- C. Predatörlere karşı zehirli bileşikler depolayarak savunma yapar.
- D. Potasyum ve klor gibi inorganik iyonları depolar.
- E. Renk veren pigmentler depolar.

**17.** Aşağıda yer alan organellerden hangisinde verilen özellik, o organelle ait değildir?

|    | Organel    | Özellik                                                             |
|----|------------|---------------------------------------------------------------------|
| A. | Mitokondri | Hücre içinde hareket eder biçim değiştirir ve ikiye bölünebilirler. |

|    |            |                                                                 |
|----|------------|-----------------------------------------------------------------|
| B. | Glioksizom | Filizlenen tohumların fotosenteze kadar beslenme kaynaklarıdır. |
| C. | Kloroplast | İç kısmında stroma adı verilen yassı kesecikler bulunur.        |
| D. | Peroksizom | Yağ asitlerini daha küçük moleküllere yıkarlar.                 |
| E. | Mitokondri | Matriks içerisinde DNA ve ribozomlar içerir                     |

**18.** Hücre iskeletinin “yapısal destek işlevleri” ile ilgili verilen bilgilerden hangisi yanlıştır?

- A. Yapısal destek işlevi hücre duvarı bulunmayan hücreler için oldukça önemlidir.
- B. Yapısal destek ile sitoplazmik enzimler yerli yerinde durur.
- C. Hücrenin belirli bir kısmından hızla diğer bir kısma geçerek hücre biçiminin değişmesine yardımcı olur.
- D. Yapısal destek ile birçok organelin yeri sabittir.
- E. Hücrenin dış yüzeyi tarafından alınan mekanik sinyaller iç kısımlara kadar iletilir.

**19.** Motor moleküllerin işlevlerine ait örneklerden hangisi yanlış verilmiştir?

- A. Sil ve kamçı hareketlerinin sağlanması
- B. Hücre biçiminin değişmesine yardımcı olması
- C. Kas hücrelerinin kasılması
- D. Fagositoz sırasında plazma zarının besin vakuolü oluşturması
- E. Hücre içi veziküllerin taşınması

**20.** Aşağıdaki özelliklerden hangisi hücre iskeleti elemanlarından mikrotübüllere ait değildir?

- A. Tüm ökaryotik hücrelerin sitoplazmasında bulunur.
- B. Yıkılan tubulin birimleri mikrotübüllerin yapımı için kullanılır.
- C. Boyu yeni tubulin birimlerinin eklenmesi ile uzar.
- D. Hücreye biçim verip onu destekler.
- E. İçi dolu çubuklar şeklindedir.

**21.** Aşağıda verilen ifadelerden hangisi doğru değildir?

- A. Mikrotübüller hücre bölünmesi sırasında iğ ipliklerini oluşturarak kromozomların ayrılmasını sağlar.

- B. Nefes borusunu döşeyen siller tutunmuş atıklarla dolu mukusu akciğerden dışarı doğru süpürür.
- C. Bitki ve hayvan hücrelerin çoğunda sentriyoller bulunur ve hücre bölünmeden önce kendini eşler.
- D. Mikrotübüller çekirdek içinde yer alan ve sentrozom adı verilen bölgede oluşurlar.
- E. Mikrotübüller motor moleküllerle bağlantı kuran hücresel yapıların taşınmasına yardımcı olur.

**22.** Aşağıda hücre yüzeyindeki ek yapılar ve özellikleri verilmiştir.

- I. Hücre duvarı → pektinler olarak bilinen kısım polisakkaritler açısından zengindir ve hücreleri birbirine yapıştırır.
- II. Hücre dışı matriks → bu yapının temel bileşenleri hücre tarafından salgılanan glikolipitlerdir.
- III. Hücreler arası bağlantılar → komşu hücrelerin birbirine tutunup etkileşmesini sağlarlar.

Yukarıda yer alan yapı ve özellik eşleşmelerinden hangileri doğrudur?

- A. II ve III
- B. I ve II
- C. I ve III
- D. I, II ve III
- E. Yalnız II

# F

## BİYOLOJİ LABORATUVARI TUTUM ÖLÇEĞİ

| TUTUMLAR                                                                      | Tamamen Katılıyorum (5) | Katılıyorum (4) | Kararsızım (3) | Katılmıyorum (2) | Hiç Katılmıyorum (1) |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|----------------|------------------|----------------------|
| 1. Laboratuvar da deney yapmak kendime olan güvenimi artırır.                 |                         |                 |                |                  |                      |
| 2. Laboratuvar derslerinde çok yetenekliyimdir.                               |                         |                 |                |                  |                      |
| 3. Laboratuvar derslerinde başarısız olmaktan ve hata yapmaktan korkarım.     |                         |                 |                |                  |                      |
| 4. Laboratuvar derslerine hazırlanırken sıkıntı ve endişe duyarım.            |                         |                 |                |                  |                      |
| 5. Biyoloji deneyleri ile ilgili daha çok bilgi edinmek isterim.              |                         |                 |                |                  |                      |
| 6. Daha uzun süre laboratuvar çalışması yapmak isterim                        |                         |                 |                |                  |                      |
| 7. Laboratuvar da deney yapmak beni her zaman korkutur.                       |                         |                 |                |                  |                      |
| 8. Laboratuvar da deney yapmak bana zaman kaybı olarak gelir.                 |                         |                 |                |                  |                      |
| 9. Laboratuvar da yapılan çalışmaların öğrenmemi kolaylaştırdığını düşünürüm. |                         |                 |                |                  |                      |

|                                                                   |  |  |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|
| 10. Her dersi laboratuvarda yapmak isterim.                       |  |  |  |  |  |
| 11. Laboratuvar ders saatlerinin artırılması çok önemlidir.       |  |  |  |  |  |
| 12. Laboratuvarda deney yaparken zaman çok zevkli geçer.          |  |  |  |  |  |
| 13. Laboratuvar dersleri biyoloji öğrenimi için gerekli değildir. |  |  |  |  |  |
| 14. Laboratuvar çalışmaları sistemli düşünme yeteneği kazandırır. |  |  |  |  |  |
| 15. Laboratuvar dersleri bilgi ve yeteneğimi göstermemi sağlar    |  |  |  |  |  |
| 16. Biyoloji laboratuvar derslerinin mesleğime katkısı yoktur     |  |  |  |  |  |

## TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR

---

### Konferans Bildirileri

1. Yılmaz, S., Arı, A. G. (2023). Fen bilimleri öğretmen adaylarının uzamsal yeteneklerinin belirlenmesi. *IX. TURKCESS Uluslararası Eğitim ve Sosyal Bilimler Kongresi*, İstanbul.

