



# HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Ana Bilim Dalı

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi

ZİHİNSEL DÖNDÜRME VE GÖRSEL UZAMSAL BELLEĞİN SANAL GERÇEKLİK  
ORTAMLARINDA GERİ GETİRME PERFORMANSINA ETKİSİ

Perihan TEKELİ

Doktora Tezi

Ankara, 2024

Liderlik, araştırma, inovasyon, kaliteli eğitim ve değişim ile

*Daha ileriye ... En iyiye ...*



# HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Ana Bilim Dalı

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi

ZİHİNSEL DÖNDÜRME VE GÖRSEL UZAMSAL BELLEĞİN SANAL GERÇEKLİK  
ORTAMLARINDA GERİ GETİRME PERFORMANSINA ETKİSİ

THE EFFECT OF MENTAL ROTATION AND VISUAL-SPATIAL ON RECALL  
PERFORMANCE IN VIRTUAL REALITY ENVIRONMENTS

Perihan TEKELİ

Doktora Tezi

Ankara, 2024

### Kabul ve Onay

Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼rl¼đ¼ne,

Perihan TEKELI'nin hazırladığı "ZİHİNSEL DÖNDÜRME VE GÖRSEL UZAMSAL BELLEĞİN SANAL GERÇEKLİK ORTAMLARINDA GERİ GETİRME PERFORMANSINA ETKİSİ" başlıklı bu çalışma j¼rimiz tarafından **Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Ana Bilim Dalı, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bilim Dalında Doktora Tezi** olarak kabul edilmiştir.

J¼ri Başkanı	Unvan Ad SOYADI	İmza
J¼ri Üyesi (Danışman)	Unvan Ad SOYADI	İmza
J¼ri Üyesi	Unvan Ad SOYADI	İmza
J¼ri Üyesi	Unvan Ad SOYADI	İmza
J¼ri Üyesi	Unvan Ad SOYADI	İmza

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki j¼ri üyeleri tarafından 23/05 /2024 tarihinde uygun gör¼lm¼ř ve Enstitü Yönetim Kurulunca ..... / ..... / ..... tarihi itibarıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. İsmail Hakkı MİRİCİ  
Eğitim Bilimleri Enstitüsü M¼d¼r¼

## Öz

Bu araştırma kapsamında görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerine göre öğrenenlerin farklı sanal gerçeklik ortamlarında aldıkları anatomi eğitimine ilişkin geri getirme performansı incelenmiştir. Sanal gerçeklik (SG) ortamı olarak başa takılan gözlük ekipmanı kullanılan sarmalayıcı sanal gerçeklik (S-SG), sesli S-SG ve fare ve klavye ile kontrol edilebilen masaüstü SG olarak üç farklı SG ortamı kullanılmıştır. Araştırma yöntemi 3x2 faktöryel desen ile yürütülmüştür. Araştırmanın çalışma grubunu gönüllü lisans öğrencilerden oluşan ve hiç anatomi eğitimi almamış 167 lisans öğrencisi oluşturmaktadır. Bu araştırmanın veri toplama araçlarını demografik bilgi formu, görsel uzamsal bellek-sayı döndürme testi ve geri getirme performans görevi oluşturmaktadır. Sonuçlar, farklı SG ortamlarında, farklı görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerine sahip öğrencilerin geri getirme performansları üzerinde etkisinin olmadığını göstermektedir. Bu çalışmadan çıkarılan sonuç, aynı eşdeğer içeriğe, materyale ve etkileşime sahip SG ortamları ve tasarımları sunulursa, öğrenenlerin bu tür ortamlarda aynı veya benzer öğrenme performanslarına ulaşabileceğidir. Bu bağlamda, SG teknolojileri öğrenme sürecine entegre edildiği zaman bedensel katılım düzeyi (bedensel hareket veya fare, klavye ile hareket) veya sarmalayıcılık derecesinden ziyade (masaüstü ekran veya başa takılabilen gözlük) sunulan içeriğin, görselin, materyal ve ortamın etkileşim tasarımı ve eş değerliğinin önemli olduğu söylenebilir. Bu bağlamda bu araştırmanın sonuçları ile hem SG öğrenme ortamlarındaki bireysel farklılıkları dikkate alması açısından, hem alanyazında raporlanan tutarsızlıkların giderilmesine getirdiği katkılar açısından hem de SG ortamlarının tasarım ve eş değer ortamların yaratılmasındaki önemin vurgulanması açısından eğitim teknolojileri, eğitim politikaları ve uygulamaları alanlarında ve teknolojileri kullanarak yatırım yapmak isteyen eğitim ve öğretim kuruluşlarına rehberlik edeceği öngörülmektedir.

**Anahtar sözcükler:** görsel uzamsal bellek, zihinsel döndürme, sanal gerçeklik, cinsiyet, geri getirme performansı

## Abstract

This study examines the recall performance of learners in different virtual reality (VR) environments based on their visual-spatial memory and mental rotation capacities. Three different VR environments were used: immersive VR (IVR) with head-mounted display equipment, audio IVR, and desktop VR controlled with a mouse and keyboard. The research was conducted using a 3x2 factorial design. The study group consisted of 167 voluntary undergraduate students who had never received anatomy training. Data collection tools included a demographic information form, a visual-spatial memory and mental rotation test, and a recall performance task. The results showed no significant effect of different VR environments on the recall performance of students with varying visual spatial memory and mental rotation capacities. The conclusion drawn from this study is that when VR environments with equivalent content, materials, and interactions are provided, learners can achieve similar learning performances in such environments. Therefore, when integrating VR technologies into the learning process, the design and equivalence of the content, visuals, materials, and interaction of the environment are more important than the level of physical involvement (physical movement or mouse and keyboard) or the degree of immersiveness (desktop screen or head-mounted display). The results of this research highlight the importance of considering individual differences in VR learning environments, addressing inconsistencies reported in the literature, and emphasizing the significance of creating equivalent VR environments. These findings are expected to guide educational technologies, educational policies, and practices, as well as educational and training institutions wishing to invest in technologies.

**Keywords:** virtual reality, visuospatial memory, mental rotation, gender, recall performance

## Teşekkür

Sadece doktora tez sürecinde değil tüm akademik gelişimimde bir bilim insanı bakışıyla beni besleyen, geliştiren, destekleyen, yüreklendiren aynı zamanda duruşuyla bana örnek olan değerli tez danışmanım Prof. Dr. Arif Altun'a sonsuz teşekkür ederim. Tez izleme komitesinde önerileri ile tezimi zenginleştiren Prof. Dr. Mehmet Deniz Demiryürek ve Doç. Dr. Gökhan Akçapınar'a çok teşekkür ederim. Tezimi inceleyerek değerli katkılar sunan Prof. Dr. Ömer Delialioğlu ve Doç. Dr. Alper Bayazıt'a çok teşekkür ederim.

Tez araştırmam boyunca her aşamada yanımda olan canım hocam Dr. Öğr. Üyesi Hatice Çıralı Sarıca ve canım arkadaşlarım Dr. Öğr. Üyesi Şeyma Çağlar Özhan, Doç. Dr. Arif Akçay, Gökçe Özen, Negin Froughisaeid, Gisu Sanem Öztaş, Tuğçe Tepgeç ve Dr. Mustafa Tepgeç'e ve destekleri için Çağlar Toğan'a sonsuz teşekkür ederim.

Tüm eğitim hayatım boyunca hep arkamda olan duruşlarıyla ve eğitimci kimlikleri ile bana örnek olan ilk öğretmenlerim annem Nevin Tekeli ve babam Turgut Tekeli'ye ne kadar teşekkür etsem az. Bu başarımlar sizlere armağan olsun...

**İçindekiler**

Kabul ve Onay .....	ii
Öz.....	iii
Abstract .....	iv
Teşekkür.....	v
Tablolar Dizini .....	ix
Şekiller Dizini .....	xii
Simgeler ve Kısaltmalar Dizini .....	xiii
Bölüm 1 Giriş .....	1
Problem Durumu .....	11
Araştırmanın Amacı ve Önemi .....	18
Araştırma Problemi.....	19
Sayıtlar .....	22
Sınırlılıklar .....	22
Tanımlar .....	23
Bölüm 2 Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar .....	24
Bedensel Biliş.....	24
Dengeleyici ve Güçlendirici Yetenek Hipotezleri .....	26
İlgili Araştırmalar.....	28
Bölüm 3 Yöntem .....	38
Araştırma Modeli .....	38
Araştırmanın Çalışma Grubu.....	39
Veri Toplama Süreci.....	42
Sanal Gerçeklik Ortamları .....	45
Veri Toplama Araçları.....	50
Verilerin Analizi.....	56



İç ve Dış Geçerlik .....	64
Bölüm 4 Bulgular, Yorumlar ve Tartışma .....	65
Öğrencilerin Görsel Uzamsal Bellek ve Zihinsel Döndürme Kapasitelerinin Farklı SG Ortamlarına Göre Geri Getirme Görev Performansları .....	65
Görsel Uzamsal Bellek ve Zihinsel Döndürme Kapasitelerinin Geri Getirme Görev Performansları Üzerinde Etkisi .....	73
Farklı SG Ortamlarına Göre Öğrencilerin Geri Getirme Görev Performansları .....	77
Öğrencilerin Görsel Uzamsal Bellek ve Zihinsel Döndürme Kapasitelerinin Cinsiyetlerine Göre Geri Getirme Görev Performansları .....	80
Sesli Sanal Gerçeklik Ortamında Eğitimci ve Öğrenci Cinsiyetine Göre Geri Getirme Görev Performansları .....	88
SG Ortamlarında Görsel Uzamsal Bellek ve Zihinsel Döndürme Kapasitelerine Göre Öğrencilerin Eğitim Uygulamasında Kalma Süreleri .....	92
Bölüm 5 Sonuç ve Öneriler .....	98
Öğrencilerin Görsel Uzamsal Bellek ve Zihinsel Döndürme Kapasitelerinin Farklı SG Ortamlarına Göre Geri Getirme Görev Performansları .....	98
Görsel Uzamsal Bellek ve Zihinsel Döndürme Kapasitelerinin Geri Getirme Görev Performansları Üzerinde Etkisi .....	100
Farklı SG Ortamlarına Göre Öğrencilerin Geri Getirme Görev Performansları ...	101
Öğrencilerin Görsel Uzamsal Bellek ve Zihinsel Döndürme Kapasitelerinin Cinsiyetlerine Göre Geri Getirme Görev Performansları .....	103
Sesli Sanal Gerçeklik Ortamında Eğitimci ve Öğrenci Cinsiyetine Göre Geri Getirme Görev Performansları .....	104
SG Ortamlarında Görsel Uzamsal Bellek ve Zihinsel Döndürme Kapasitelerine Göre Öğrencilerin Eğitim Uygulamasında Kalma Süreleri .....	104
Kaynaklar .....	107
EK-A: Gönüllü Katılım Formu .....	126
EK-B: Afiş .....	127
EK-C: Geri Getirme Performans Görevleri .....	128

EK-Ç: Araştırma Etik Komisyonu Onay Bildirimi.....	130
EK-D: Etik Beyanı.....	131
EK-E: Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu.....	132
EK-F: Thesis/Dissertation Originality Report .....	133
EK-G: Yayımlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı.....	134

## Tablolar Dizini

<b>Tablo 1</b> Araştırma Modelinin Gösterimi.....	39
<b>Tablo 2</b> Çalışma Grubunun Görsel Uzamsal Bellek ve Zihinsel Döndürme Kapasitelerine Göre Dağılımı.....	40
<b>Tablo 3</b> SG Ortam Türlerine Göre Cinsiyetin Dağılımı .....	41
<b>Tablo 4</b> SG Ortam Türlerine Göre Öğrencilerin SG Ortamı Deneyimleri Dağılımları	41
<b>Tablo 5</b> Cinsiyetlerine Göre Öğrencilerin SG Ortamı Deneyimleri Dağılımları .....	42
<b>Tablo 6</b> SG Ortam Türlerine Göre Öğrencilerin Fakülte Dağılımları.....	42
<b>Tablo 7</b> Verilerin Analiz Yöntemleri .....	56
<b>Tablo 8</b> Görev 1 Bağlamsal Göreve İlişkin Test İstatistikleri .....	57
<b>Tablo 9</b> Görev 1 Bağlamsal Görevin Madde Güçlük İndekslerine İlişkin Bulgular....	58
<b>Tablo 10</b> Maddelerin Madde Ayırt Edicilik İndeksleri.....	59
<b>Tablo 11</b> Görev1'e İlişkin Madde Silindiğinde KR20 Değişimleri.....	60
<b>Tablo 12</b> Görev 2 Bağlam Bağımsız Göreve İlişkin Test İstatistikleri .....	61
<b>Tablo 13</b> Görev 2 Bağlam Bağımsız Göreve İlişkin Madde Güçlük İndekslerine İlişkin Bulgular .....	62
<b>Tablo 14</b> Görev 2 Bağlam Bağımsız Göreve İlişkin Maddelerin Madde Ayırt Edicilik İndeksleri .....	62
<b>Tablo 15</b> Görev 2 Bağlam Bağımsız Göreve İlişkin Madde Silindiğinde KR20 Değişimleri.....	63
<b>Tablo 16</b> Görsel Uzamsal Bellek ve Sanal Gerçeklik Ortamlarına Göre Bağlamsal Görev Geri Getirme Performanslarına İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları .....	66
<b>Tablo 17</b> Görsel Uzamsal Bellek Kapasiteleri ve SG Ortamları Açısından Bağlamsal Görev (Görev1) Geri Getirme Performansının İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları .....	66
<b>Tablo 18</b> Görsel Uzamsal Bellek ve SG Ortamlarına Göre Bağlam Bağımsız Görev Geri Getirme Performanslarına İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları .....	67
<b>Tablo 19</b> Görsel Uzamsal Bellek Kapasiteleri ve Farklı SG Ortamları Açısından Bağlam Bağımsız Geri Getirme Görevinin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları.....	68
<b>Tablo 20</b> Zihinsel Döndürme ve Sanal Gerçeklik Türüne Göre Bağlamsal Görev Geri Getirme Performanslarına İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları .....	69
<b>Tablo 21</b> Zihinsel Döndürme Kapasiteleri ve Farklı SG Ortamları Açısından Bağlamsal Geri Getirme Görevinin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları.....	69

<b>Tablo 22</b> Zihinsel Döndürme ve SG Ortamlarına Göre Bağlam Bağımsız Geri Getirme Görevine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları.....	70
<b>Tablo 23</b> Zihinsel Döndürme Kapasiteleri ve Farklı SG Ortamları Açısından Bağlam Bağımsız Görev 2 Performanslarının İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları .....	71
<b>Tablo 24</b> Geri Getirme Performansları ve Görsel Uzamsal Bellek Kapasitelerine İlişkin T-Testi Sonuçları .....	74
<b>Tablo 25</b> Geri Getirme Performansı ve Zihinsel Döndürme Kapasitelerine İlişkin T-Testi Sonuçları.....	75
<b>Tablo 26</b> Farklı SG Ortamları ve Geri Getirme Performans Görevlerine İlişkin Tek Yönlü Varyans Analiz Sonuçları .....	77
<b>Tablo 27</b> Görsel Uzamsal Bellek Kapasiteleri ve Cinsiyet Açısından Bağlamsal Görev Performanslarına İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları.....	80
<b>Tablo 28</b> Görsel Uzamsal Bellek Kapasiteleri ve Cinsiyet Açısından Bağlamsal Görev Performanslarının İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları .....	81
<b>Tablo 29</b> Görsel Uzamsal Bellek Kapasiteleri ve Cinsiyet Açısından Bağlam Bağımsız Görev Performanslarına İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları .....	82
<b>Tablo 30</b> Görsel Uzamsal Bellek Kapasiteleri ve Cinsiyet Açısından Görev 2 Performanslarının İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları .....	82
<b>Tablo 31</b> Zihinsel Döndürme Kapasiteleri ve Cinsiyet Açısından Bağlamsal Görev Performanslarına İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları.....	83
<b>Tablo 32</b> Zihinsel Döndürme Kapasiteleri ve Cinsiyet Açısından Bağlamsal Görev Performanslarının İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları .....	84
<b>Tablo 33</b> Zihinsel Döndürme Kapasiteleri ve Cinsiyet Açısından Bağlam Bağımsız Görev Performanslarına İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları.....	85
<b>Tablo 34</b> Zihinsel Döndürme Kapasiteleri ve Cinsiyet Açısından Bağlam Bağımsız Görev Performanslarının İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları .....	85
<b>Tablo 35</b> Öğrenci ve Eğitmenin Cinsiyetine Göre Bağlamsal Görev Geri Getirme Performanslarına İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları.....	88
<b>Tablo 36</b> Öğrenci Cinsiyeti ve Eğitmen Cinsiyeti Açısından Görev 1 Performansının İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları .....	89
<b>Tablo 37</b> Öğrenci ve Eğitmenin Cinsiyetine Göre Bağlam Bağımsız Görev Geri Getirme Performanslarına İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları .....	90
<b>Tablo 38</b> Öğrenci Cinsiyeti ve Eğitmen Cinsiyeti Açısından Bağlam Bağımsız Görev Performansının İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları .....	91

<b>Tablo 39</b> <i>Görsel Uzamsal Bellek ve Sanal Gerçeklik Ortamlarına Göre Eğitimde Kalma Süresine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları</i> .....	93
<b>Tablo 40</b> <i>Görsel Uzamsal Bellek Kapasiteleri ve Farklı SG Ortamları Açısından Eğitimde Kalma Süreleri İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları</i> .....	94
<b>Tablo 41</b> <i>Zihinsel Döndürme ve Sanal Gerçeklik Türüne Göre Eğitimde Kalma Süresine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları</i> .....	95
<b>Tablo 42</b> <i>Zihinsel Döndürme Kapasiteleri ve SG Ortamlarına Göre Eğitimde Kalma Sürelerinin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları</i> .....	96
<b>Tablo 43</b> <i>Araştırma Sonuçları Özeti</i> .....	98

## Şekiller Dizini

<b>Şekil 1</b> Sanal Gerçeklik Türleri .....	4
<b>Şekil 2</b> Araştırma Kapsamında SG Ortamlarında Uzamsal Öğrenme Sürecinde Ele Alınan Bilişsel Durumlar.....	7
<b>Şekil 3</b> Araştırmanın Problem Durumu Unsurları .....	12
<b>Şekil 4</b> Çalışma Grubunun SG Ortamlarına Göre Dağılım Sayıları .....	40
<b>Şekil 5</b> Veri Toplama Sürecinin Aşamaları .....	43
<b>Şekil 6</b> Deney Uygulama Süreci.....	44
<b>Şekil 7</b> Farklı SG Ortamlarından Uygulama Anı Görüntüleri .....	45
<b>Şekil 8</b> Aynı Eşdeğer İçerikle Hazırlanan SG Ortamlarından Görüntüler .....	46
<b>Şekil 9</b> Üç SG Ortamının Uygulama Süreci Aşamaları .....	47
<b>Şekil 10</b> S-SG Ortamı Bölüm 1 Ekranından Yönerge Sahnesinden Bir Görüntü.....	47
<b>Şekil 11</b> S-SG Ortamı Bölüm 1 Ekranında Oyun Sahnesinden Bir Görüntü (Top Atma-Zar Oyunu) .....	48
<b>Şekil 12</b> Masaüstü SG Ortamı Bölüm 1 Yönerge Ekranından Bir Görüntü .....	49
<b>Şekil 13</b> Masaüstü SG Ortamı Bölüm 1 Ekranında Oyun Sahnesinden Bir Görüntü (Top Atma Ve Zar Oyunu) .....	50
<b>Şekil 14</b> Görsel-Uzamsal Bellek-Sayı Döndürme Testi (Birinci Alt Görev-Zihinsel Döndürme).....	51
<b>Şekil 15</b> Görsel-Uzamsal Bellek-Sayı Döndürme Testi (İkinci Alt Görev -Görsel Uzamsal Bellek).....	52
<b>Şekil 16</b> Etkinlik Skoru Formülü .....	53
<b>Şekil 17</b> Bağlamsal Göreve İlişkin Soru Örneği.....	54
<b>Şekil 18</b> Bağlam Bağımsız Göreve İlişkin Soru Örneği .....	55
<b>Şekil 19</b> Sanal Gerçeklik Ortamlarında Kullanılan Oculus Rift-S SG Gözlüğü .....	55
<b>Şekil 20</b> Görev 1 Bağlamsal Göreve İlişkin Doğru Cevapların Dağılımı .....	58
<b>Şekil 21</b> Görev 2 Bağlam Bağımsız Göreve İlişkin Doğru Cevap Dağılımları.....	61
<b>Şekil 22</b> SG Ortamları ile Zihinsel Döndürme Kapasiteleri Etkileşiminin Eğitim Uygulamasında Kalma Süresine Etkisine Yönelik Grafik.....	97

## Simgeler ve Kısaltmalar Dizini

**AG:** Artırılmış Gerçeklik

**GUB:** Görsel Uzamsal Bellek

**SG:** Sanal Gerçeklik

**S-SG:** Sarmalayıcı Sanal Gerçeklik

**ZD:** Zihinsel Döndürme

## Bölüm 1

### Giriş

Gözlerinizi kapatın ve herhangi bir öğrenme ortamında öğrencilerin biyoloji, anatomi, makine gibi her an ulaşması zor eğitim materyallerine sanal gerçeklik teknolojileri ile rahatlıkla ulaşabildiğini ve bu materyalleri istedikleri gibi büyütme, döndürme, parçalama, döndürme gibi etkileşimlerine izin veren bir dünyaya girdikleri bir ortam hayal edin. Şimdi bu ortamın klavye ve fare ile kontrol edilen masaüstü sanal gerçeklik (Masaüstü SG) ve başa takılan gözlük kullanılan sarmalayıcı (immersive) sanal gerçeklik (S-SG) ile verildiği iki farklı ortam düşünün. S-SG kullanılması daha az sarmalayıcı ve bedensel katılım düzeyi daha düşük olan masaüstü SG ortamına kıyasla öğrencilerin eğitim uygulamasında aldıkları anatomi eğitiminin geri getirme performanslarını etkiler mi? Veya S-SG ortamlarının sesli veya sessiz olması öğrencilerin geri getirme performanslarını etkiler mi?

İkinci olarak uzamsal bir öğrenme ortamı sunan bu SG ortamlarında bireysel farklılıklara sahip öğrenenlerin performansları farklılaşabilir mi? Bir başka ifadeyle, görsel uzamsal bellek veya zihinsel döndürme kapasiteleri farklı bireylerin sarmalayıcılık ve bedensel katılım düzeyleri bu ortamlardan yararlanma, geri getirme veya öğrenme sürecindeki performanslarını değiştirir mi? Bu sorulardan da anlaşılacağı üzere SG teknolojileri artık sadece 3 boyutlu ortamlar veya simüle edilmiş ortamlar sağlamakta kalmayıp eğitim teknolojileri araştırmacılarının bu ortamların etkililiğini sorguladığı bir araştırma alanı olmuştur.

Sanal Gerçeklik, izleyicinin etkileşime girebileceği üç boyutlu bir görüntünün veya ortamın bilgisayar tarafından oluşturulan algısal simülasyonu, genellikle görsel uyarılar sağlayan bir kulaklık veya gözlük ve sensörlerle donatılmış eldivenler veya diğer bedensel eklentiler gerektiren ortamlar olarak tanımlanmaktadır (Colman, 2015). SG teknolojileri kullanıcıların sarmalayıcı (immersive), üç boyutlu ortamları keşfetmelerine olanak tanır (Merchant ve ark., 2014). Farklı SG tanımlarının ortak noktası, ortamlarında nesnelere 3



boyutlu olarak sunulması ve kullanıcının etkileşime girebileceği farklı donanımlarla desteklenmesi olarak özetlenebilir.

Eğitim teknolojisi, uygun süreçler ve kaynaklar kullanarak öğrenme deneyimlerinin ve ortamlarının stratejik tasarımı, yönetimi, uygulanması ve değerlendirilmesi yoluyla bilgiyi iletirmek, öğrenmeyi ve performansı geliştirmek ve öğrenenleri güçlendirmek için kuram, araştırma ve uygulamaların etik çalışması ve uygulamasıdır (AECT, 2023). Dolayısıyla gösterim teknolojilerinin hızlı gelişimiyle eş zamanlı olarak 3 boyutlu ortamlar, Sanal Gerçeklik (SG) ve Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojileri gibi farklı gösterim yöntemlerinin son birkaç yılda büyük ölçüde artmakta ve tüketici pazarında uygun fiyatlı yüksek çözünürlüklü cihazların piyasaya çıkmasıyla birlikte eğitim alanının yanında sağlık, turizm, ticaret, eğlence gibi alanlarda kullanımı yaygınlaşmakta ve yeni bir araştırma alanı oluşturmaktadır. Özellikle 2000'ler ve sonrasında internetin ve bilgisayar teknolojilerinin gelişimi ile, SG ekipmanları ve uygulamaları, eğitimde daha geniş bir kullanım alanı bulmuş ve çevrimiçi eğitim platformlarında etkileşimli öğrenme araçları olarak kullanılmaya başlanmıştır (Dede, 2009). Uçuş simülatörleri ve askeri eğitim programları bu dönemde SG teknolojilerinden yararlanan ilk alanlar olmuştur. Henüz yeni bir teknoloji olarak sayılan SG uygulamalarının derslere entegre edilme konusunda belirsizliklerin, eksikliklerin ve çabaların olduğu da gözlemlenmektedir. Dolayısıyla, eğitim teknolojileri alanında bu teknolojilerin öğrenme ortamlarına nasıl entegre edilebileceğini araştıran çalışmalar önem arz etmektedir.

SG uygulamalarının eğitim teknolojileri alanında kullanımı aşağıda sıralanan avantajları beraberinde getirmektedir:

- SG ortamları, sanal dünyalardaki yapıları gerçek gibi algılayarak öğrenilen bilgilerin ve becerilerin gerçek dünyaya transferini kolaylaştırır (Rose ve ark., 2000).

- Öğrenmeyi anlamlı hale getirme, bilgi aktarımını kolaylaştırma, soyut kavramları somutlaştırma ve zor konuları anlaşılır şekilde sunulmasını sağlar (Wu ve ark., 2013).
- Öğrencilerin öğrenmeleri için gerekli olan materyal, özellik, durum ile doğrudan etkileşime girerek keşfetmelerini sağlar (Lee ve Wong, 2014).
- Ayrıntılı gözlem için daha küçük, gözlemlenemeyen daha hassas yapıların büyütülmesini kolaylaştırır (Jang ve ark., 2017; Nicholson ve ark., 2006).
- SG ortamındaki etkinlikler esnasında kullanıcılar kinestetik beceriler kazanmaktadır (Freina ve Canessa, 2015).
- Gerçek durumda kullanılması etik olmayan durumlar için kullanılması avantaj sağlar (Tannenbaum ve Bennett, 2015).
- Öğrencilerin güvenli bir ortamda karmaşık ve zorlu görevleri tekrar tekrar yapmalarına olanak sağlar (Hamilton ve ark., 2021).

SG teknolojilerinin temel üç özelliği vardır. Bunlar; etkileşim (interactivity), buradalık (presence) ve daldırmadır (immersion) (Ryan, 2015; Walsh ve Pawlowski, 2002). Etkileşim, bir kullanıcının SG ortamını gerçek zamanlı olarak değiştirebilme derecesi olarak tanımlanabilir (Steuer, 1992). Buradalık, fiziksel olarak başka bir yerde olsa bile, bir yerlerde veya ortamda olma hissini öznel deneyimi olarak tanımlanabilir (Witmer ve Singer, 1998). Daldırma ise fiziksel olmayan bir dünyada fiziksel olarak mevcut olma algısı olarak tanımlanır (Freina ve Ott, 2015).

Alanyazında SG teknolojilerinin farklı şekillerde sınıflandırıldığını görebiliriz. Bazı araştırmacılar SG türlerini/ortamlarını donanımsal farklılıkları nedeniyle masaüstü SG ve sarmalayıcı SG (S-SG) olarak iki türde (Lee ve ark., 2010) ele alırken, bazı araştırmacılar ise sarmalayıcılık dercelerine göre üç türde ele almaktadır. Örneğin; Costello (1997) SG teknolojilerini daldırma veya sağladığı buradalık hissine göre üç türde **Tamamen sarmalayıcı** (fully-immersive) SG (S-SG), **yarı sarmalayıcı** (semi-immersive) SG ve

çoğunlukla Masaüstü SG veya geleneksel SG olarak geçen **sarmalayıcı olmayan** (non-immersive) masaüstü SG olarak ele almaktadır (Şekil 1). Bu araştırma kapsamında SG, Costello (1997)'nin sarmalayıcılık derecesine göre sınıflandırması temel alınmıştır.

## Şekil 1

### Sanal Gerçeklik Türleri



S-SG, başa takılan bir ekrana veya oda boyutunda bir ekrana yansıtılan 360° görseller ile tamamen sanal etkileşimli ve duyuşal uyarınları simüle edebilen ölçekli, kesintisiz sanal ortamlardır (Chen ve ark., 2004; Dalgarno ve ark., 2002; Pfandler ve ark., 2017; Strangman ve Hall, 2003). S-SG ortamında bireyler tamamen 3 boyutlu bir dünya ile sarmalanır ve kendilerini bu dünyanın sanki bir parçasıymış gibi hissederek ve diğer iki türe göre kıyasla buradalık hissini en yoğun düzeyde verirler. Piyasada Apple vision pro, meta quest, oculus, HTC vive gibi üst düzey donanımlardan google cardboard gibi daha uygun düşük maliyetli seçeneklere kadar başa takılan gözlük (Head mounted display-HMD) modelleri bulunmakta ve hepsinin çalışma prensibi temel olarak aynıdır. İkinci SG tür olan Masaüstü SG ise; 2 boyutlu bir ekran üzerinden 3 boyutlu olarak sunulmakta ve sanal ortam uygulaması standart bir ekran ve fare, klavye, oyun konsolu (joystick), veri eldiveni, dokunmatik ekran, kulaklık gibi araçlar kullanılarak monitör aracılığı ile görüntülenmektedir (Chen ve ark., 2004; Costello, 1997; Gazit ve ark., 2006; Strangman ve Hall, 2003).

Masaüstü SG uygulamaları donanım açısından S-SG ortamlarına göre daha az maliyet ve çaba gerektirir (Costello, 1997; Lee ve Wong, 2014). Yarı sarmalayıcı SG ise daha büyük ekrana sahip monitör veya projeksiyon gibi geniş görüntü sunma imkânı olan ortamlar olarak düşünülebilir. Yarı sarmalayan projeksiyon sistemleri olarak da bilinir özellikle uçuş alanlarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Geniş görüş alanı sayesinde masaüstü SG ortamlarına göre daha yüksek buradalık ve daldırma hissi yaşatır. Ancak, yansıtılan görüntünün kalitesi önemli bir husustur. Bozulmaları önlemek için yansıtılan görüntünün geometrisinin ekranın şekline göre kalibre edilmesi, çözünürlüğü, gibi unsurlar önemlidir (Costello, 1997). Özetle, SG uygulamaları bir masaüstü bilgisayarda 3 boyutlu geometrik şekillerin bilgisayarla görüntülenmesinden, laboratuvarında yüksek düzeyde etkileşimli, tamamen sarmalayıcı çok-duyulu ortamlara kadar farklı şekillerde de olabilir (Ausburn ve Ausburn, 2004; Mikropoulos ve Natsis, 2011).

Eğitim araştırmacıları, SG uygulamalarının avantajlarını göz önünde bulundurarak ve bu teknolojilerin potansiyelini öğrenme süreçlerine aktarabilmek için farklı disiplinlerde çeşitli ortamlar tasarlayarak, öğrenme süreçlerini dönüştürmeye yönelik yenilikçi yöntemler geliştirerek öğrenmeye etkilerini incelemektedirler. Bazı araştırmacılar SG teknolojileri ile gerçek dünya arasındaki bu doğal bağlantının uzamsal yeteneklerini destekleyebileceğini ifade etmektedir (Gecu-Parmaksiz ve Delialioğlu, 2020). Uzamsal yeteneğin de bazı derslerdeki başarı üzerinde doğrudan etkisinin olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (Delialioğlu ve Aşkar, 1999).

Uzamsal yetenek, alanyazında uzamsal biliş, uzamsal zekâ, uzamsal düşünme ve uzamsal algı olarak farklı kavramlar ile de ifade edilmektedir (Hardless ve ark., 2015; Rafi ve ark., 2005). Uzamsal yeteneklerimizi, ofisinizde koltukların nerede konumlandığını hatırlamak, anahtarları veya bir eşyanızı son koyduğunuz yeri hatırlamak, gece karanlıkta gezinirken yönünüzü bulabilmek, daha önce gidilen yerleri tekrar hatırlamak veya basit bir oyun oynarken bile günlük hayatımızda fark etmeden kullanmaktayız. Uzamsal yeteneklerin, 3 boyutlu uygulama ortamlarında gerçekleştirilen öğrenme sürecinde özellikle

de SG ortamlarında önemli bir etken olduğu düşünülmektedir (Höffler ve Leutner, 2011; Huk, 2006; Keehner ve ark., 2004). Garg ve ark. (2001) uzamsal yetenek soyut görsel imgeler üretme, saklama ve manipüle etme yeteneği olup en temel düzeyde, uzamsal düşünme, uzamsal uyarınları kodlama, hatırlama, geri çağırma, dönüştürme, eşleştirme ve akıl yürütme ile ilgili zihinsel işlemleri kapsayan çok yönlü bir yapıdır (Hegarty ve Waller, 2005; Linn ve Petersen, 1985; Lohman, 1979). Linn ve Petersen (1985) ise uzamsal yeteneği dilsel olmayan sembolik bilginin temsili, dönüştürme, üretme ve hatırlama olarak tanımlamaktadır. Kısaca uzamsal yetenek, zihinsel görüntüleri manipüle ve formüle etme yetkinliği olarak tanımlanmaktadır (McGee, 1979a).

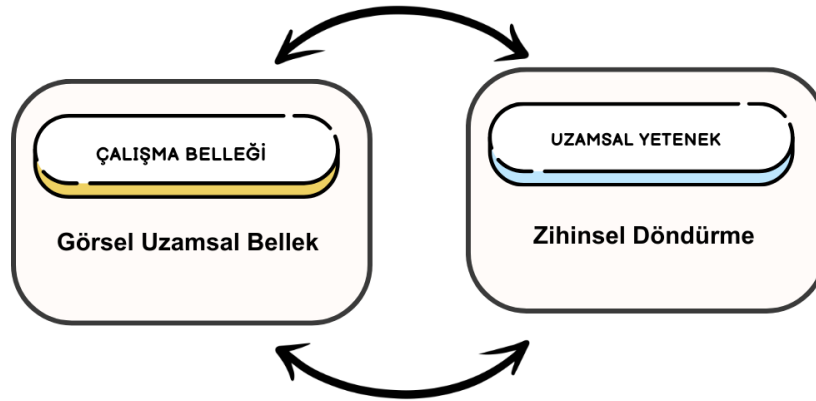
Uzamsal yetenek alanyazınında, uzamsal yetenek bir boyut olarak algılanmakta ancak ilgili alt faktörlerine ilişkin araştırmacıların farklı önermeleri bulunmaktadır. Uzamsal yetenek bazen zihinsel döndürme ile; bazen uzamsal yönelim, uzamsal ilişki, uzamsal görselleştirme, uzamsal algı gibi farklı yetenekleri kapsayan ve uzamsal yetenek kavramını temsil eden uzamsal alt faktörler ile açıklanmaktadır (Carroll, 1993; Eliot ve Smith, 1983; Linn ve Petersen, 1985; Lohman, 1979; McGee, 1979b). Bu faktörlerin bazen tek bazen de birden fazlası birlikte düşünülerek, uzamsal yetenek üst kavramı olarak tanımlanmaktadır. Örneğin, Linn ve Petersen (1985) uzamsal yeteneği uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı olarak üç alt faktörde ele almaktadır. Carroll (1993) uzamsal yeteneği, uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme olarak iki alt faktörde ele almaktadır. Maier (1996) ise uzamsal yeteneği geniş bir perspektiften ele alarak uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme, uzamsal yönelim, uzamsal algı ve uzamsal ilişki olmak üzere beş alt faktörde ele almaktadır.

Eğitim uygulama ortamlarında kullanılan 3 boyutlu simülasyonlar, görseller ile SG uygulamaları özellikle uzamsal yeteneklerin ve görevlerin buradaki yerinin anlaşılmasında önemli bir araştırma alanı olmuştur (Burigat ve Chittaro, 2007; Uz ve Altun, 2014). Bazı araştırmacılara göre de S-SG ortamındaki 3 boyutlu bir ders, bir 2 boyutlu video dersten daha uzamsal bir öğrenme deneyimi fırsatı sunmaktadır (Parong ve Mayer, 2021). Bu

araştırma kapsamında bireysel farklılık olarak öğrencilerin SG ortamındaki uzamsal öğrenme sürecinde uzamsal yetenek alt boyutu olarak ele alınan faktörlerden biri zihinsel döndürme yeteneğidir (Bkz. Şekil 2).

## Şekil 2

*Araştırma Kapsamında SG Ortamlarında Uzamsal Öğrenme Sürecinde Ele Alınan Bilişsel Durumlar*



Zihinsel döndürme, kişinin zihnindeki iki 2 boyutlu veya 3 boyutlu nesnelere döndürme, bükme, tersine çevirme ve manipüle etme yeteneğidir (Hegarty ve Waller, 2005; Linn ve Petersen, 1985). Bu, bireyin uzamsal görselleştirmesi olarak kabul edilir (Linn ve Petersen, 1985). Uzamsal algı ise çevreyle etkileşime girebilme ve kişinin vücut yönelimi tarafından yönlendirilebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Thurstone, 1950). Ancak, uzamsal yetenek tanımı ve alt faktörleri/sınıflandırmaları hala günümüzde tartışmalı ve net bir ayrımı yoktur. Bu nedenle uzamsal yetenek araştırmalarında ele alınan alt faktörler çalışmalar da bir sınırlılık olarak düşünülmektedir (Höffler, 2010). Bu faktörler için tipik belirteçler zihinsel rotasyon testleri, form tahtası testleri ve yüzey geliştirme testlerini içerir (örneğin, kâğıt parçalarının katlanmasını ve açılmasını görüntüleme yeteneğini test eder (Ekstrom, 1976; Hegarty ve Waller, 2004).

Bu araştırmada bireysel farklılık olarak, SG ortamlarında öğrencilerin uzamsal öğrenme süreçlerinde ele alınan ikinci faktör olan çalışma belleği alt boyutunda yer alan görsel uzamsal bellek seçilmiştir (Bkz., Şekil 2). Çalışma belleği, bilişsel görevler yerine

getirilirken bilgiyi geçici olarak tutan ve işleyen bir bellek sistemidir (Solso ve ark., 2007). Çalışma belleği; sınırlı kapasiteye sahip bir “çalışma alanı” içeren “depolama” ve “bilgi işleme” talepleri arasında bölünen bir yapı olarak özetlenebilir. Çalışma belleği, yeni ve eski bilgilerin devamlı olarak birleştirildiği, dönüştürüldüğü ve aktarıldığı bir çalışma masası (workbench) olarak kavramsallaştırılabilir (Solso ve ark., 2007). Çalışma belleğinde görsel imgeleri tekrarlama ve uzamsal bilgiyi tutmadan sorumlu görsel uzamsal bellek vardır (Terry, 2011). Bilginin tutumu geçici olarak ya görsel uzamsal bellekte ya da fonolojik bellek olan alt sistemlerde gerçekleşir. Örneğin, bir nesnenin görsel özelliklerini ve uzamsal ilişkilerini hatırlamak veya zihinsel olarak nesnelere döndürmek ve manipüle etmek görsel uzamsal çalışma belleği türünün fonksiyonları arasındadır.

Zihinsel döndürme yeteneği ve görsel-uzamsal bellek, sanal gerçeklik (SG) ortamlarında öğrenme üzerinde belirgin etkilere sahip olan iki ayrı, fakat ilişkili bilişsel süreçtir. Görsel-uzamsal bellek, bir nesnenin veya sahnenin görsel ayrıntılarını hatırlama yeteneğidir, zihinsel döndürme ise bu nesne veya sahnenin zihinde döndürülerek farklı açılardan görülebilmesi yeteneğidir. Her ikisi de uzamsal görevlerde ve problem çözmede önemli rol oynar, ancak zihinsel döndürme daha dinamik bir süreci ifade ederken, görsel-uzamsal bellek daha çok statik görsel bilgilerin tutulmasına işaret eder. Uttal ve ark. (2013) tarafından yapılan çalışmalar, zihinsel döndürme yeteneğinin, özellikle SG ortamlarında önemli olduğunu ve uzamsal görevlerin performansını doğrudan etkileyebileceğini göstermiştir. Öte yandan, Moreno ve Mayer (2002) görsel-uzamsal belleğin öğrenme materyallerinin entegrasyonunda kritik bir rol oynadığını belirtmişlerdir. Her iki yetenek de bir nesnenin uzamsal ilişkilerinin ve görsel ayrıntılarının işlenmesiyle ilgili olup, birbirlerini tamamlayıcı nitelikte etkileşimler sergiler. SG ortamlarının tasarımında bu bilişsel süreçlerin dikkate alınması, bireysel farklılıkların daha iyi anlaşılmasını ve öğrenme deneyimlerinin kişiselleştirilmesini sağlayabilir.

SG ortamlarında kullanıcılar, öğrenilen bilgileri gerçek dünya bağlamlarına benzer şekillerde deneyimleyebilir ve bu deneyim onların bilgileri daha iyi hatırlamalarına katkıda

bulunabilir (Mania ve Chalmers, 2001). Geri getirme, bilginin bellekte nasıl işlendiği ve saklandığı hakkında önemli bilgiler sağlar (Roediger III ve Karpicke, 2006). Geri getirme, bireylerin bellekte saklı olan bilgileri veya deneyimleri bilinçli olarak hatırlama sürecidir. Bu, bellek izlerinin aktif bir şekilde erişilip kullanıldığı bir süreçtir ve genellikle belirli ipuçları veya bağlamlar tarafından tetiklenir (Kahana ve ark., 2024). Bağlamsal ipuçları ve ilişkilendirme gibi bellek stratejileri, geri getirme başarısını artırabilir ve bu stratejilerin öğrenme ortamlarında nasıl kullanıldığını incelemek, daha etkili öğretim tasarımlarının geliştirilmesine yardımcı olabilir (Smith ve Vela, 2001).

3 boyutlu öğrenme ortamlarında bağlamsal (contextual) ve bağlam bağımsız (context free) görev farklılıklarının öğrenci performansı ve öğrenme deneyimi üzerinde önemli etkileri olabilir. Bağlamsal görevler, öğrencilere öğrenme materyalini daha anlamlı ve ilişkilendirilebilir bir şekilde sunarak, bilgiyi daha etkili bir şekilde hatırlamalarını sağlar. Bağlam bağımsız görevler ise, genellikle izole edilmiş bilgi parçalarını işlemeyi gerektirir ve bu durum, öğrencinin bilgiyi işlemesi ve hatırlaması için daha fazla bilişsel çaba harcamasını gerektirebilir (Levie ve Lentz, 1982). Bu yetenek, özellikle zorlayıcı ve kompleks görevlerde başarı için önemlidir. Bu nedenle, bağlamsal ve bağlam bağımsız görevlerde öğrencilerin görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme düzeylerinin görev performanslarını nasıl etkilediği incelenmiştir. Bu farklı görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme düzeylerine sahip öğrencilerin öğrenme performanslarının nasıl değerlendirilebileceği konusunda eğitimcilere yol gösterebilir.

SG ortamlarına işitsel, dokunsal ve diğer duyuşsal geri bildirimlerin eklenmesi bilişsel işleme ve bilginin akılda tutulmasına yardımcı olabilecek çok boyutlu bir deneyim sağlar (Ragan ve ark., 2012). Aynı zamanda bedensel öğrenme perspektifinden bakıldığında bedensel katılımı beraber görsel ve işitsel uyarıların birlikte sunulması motor-duyuşsal özelliklerin daha verimli işlenmesini sağlayabilir (Quak ve ark., 2015). Ek olarak sesli ve sessiz S-SG ortamlarının karşılaştırması öğrenme, ipucu, uyarlanabilirlik, esneklik açısından öğrenen performansını nasıl etkilediğini anlamak için önemlidir (Dede, 2009;



Slater ve Wilbur, 1997; Wickens, 2002) Bu bağlamda, bu çalışmaya, “sesli” S-SG ortamı da dahil edilerek işitsel olarak öğrenme süreçlerini nasıl etkileyebileceğini de görmek için gerçek radyoloji görüntüleri işlenerek hazırlanan ayak anatomisine ilişkin aynı eş değer içeriğe ve materyale sahip üç SG ortamı (Sesli S-SG-Sessiz-S-SG-Masaüstü SG) tasarlanmıştır.

Görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme gibi uzamsal süreçlerin işe koşulduğu alanlardan birisi de anatomi eğitimi alanıdır. 3 boyutlu görselleştirme teknolojilerin anatomi öğrenmesine yardımcı olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Yamine ve Violato, 2015). Öğrenme anatomisi öğrencilerin yapıları farklı yönlerden görmelerini, bitişik yapıları koordine etmelerini ve yapıları bütünleştirmelerini gerektirir (McLellan, 1998). Bu görevler yüksek derecede uzamsal bilişsel kaynaklar gerektirir (Stull ve ark., 2009). Bu kapsamda çeşitli uzamsal görevlerde gözlemlenen bireysel farklılıkların çeşitli anatomik yapıların incelendiği farklı anatomi öğretimlerinde öğrenme performansını etkilediğini gösteren araştırmalar mevcuttur (Garg ve ark., 2001; Hegarty ve Waller, 2005; Luursema ve ark., 2006; Nguyen ve ark., 2012). Mazman (2013) öğrenme süreçlerine etki eden bilişsel özelliklerin en önemlileri arasında uzamsal yönelim, uzamsal bellek ve zihinsel döndürme becerilerini göstermektedir.

Bedensel biliş kuramı, öğrenmenin yalnızca zihinsel bir etkinlik olmadığını, aynı zamanda fiziksel deneyimlerle de iç içe geçtiğini öne sürer (Wilson, 2002). S-SG ve masaüstü SG ortamlarında, öğrencilerin bedensel ve zihinsel katılım düzeylerinin farklı şekillerde olduğu bilinmektedir (Slater ve Sanchez-Vives, 2016). Skulmowski ve Rey (2018) bedensel öğrenmeyi bedensel katılımları düşük ve yüksek şeklinde farklı boyutlara ayırmıştır. Bedensel katılım öğrenme görevinde ne kadar bedensel aktivitenin olduğunu ifade etmektedir. Örneğin animasyon izlemek, jestler, oturmak düşük bedensel katılımı ifade ederken, ayakta gezinmek, el kol hareketleri gibi bedensel hareketler yüksek bedensel katılımı ifade eder. Bu perspektiften bakıldığında, S-SG ortamı yüksek bedensel katılım grubuna girerken, masaüstü SG düşük bedensel katılım grubuna girmektedir. Dolayısıyla

bu araştırmada SG ortamları karşılaştırılırken diğer bir yandan bedensel katılım düzeylerine göre de öğrencilerin performansları değerlendirilmiştir.

Bedensel  ğrenme, öğrencileri fiziksel yapıların yokluğunda zihinsel imgeleme veya simülasyonlarla meşgul olmaya hazırlar (Barsalou, 1999). Anatomik yapıları hayal etme ve zihinsel olarak manipüle etme yeteneği çok önemli bir beceridir (Stull ve ark., 2010). Anatomik yapıları farklı a ıllardan görme, görsel derinlik hissi, dokunma hissi gibi özellikle 3 boyutlu anatomi eğitimi ortamları için çok önemlidir (Klatzky ve Lederman, 2011). Ders kitabındaki bir sayfanın aksine  ğrenci, SG sayesinde tıp eğitiminde üç boyutlu bir modelle fiziksel olarak etkileşime girebilir, onun fiziksel yapısını anlayabilir. SG uygulamaları anatomik olarak doğru uygulanırsa normal ve anormal yapısal anatominin  ğretileme biçiminde devrim yaratma potansiyeline sahiptir (Maresky ve ark., 2019). Dolayısıyla bu çalışmada uzamsal yetenek gerektiren görevlerle hazırlanacak olan uygulama ortamları ile anatomi eğitiminde ayak anatomisi konusu ele alınması planlanmıştır.

Öğrencilere yönelik hazırlanan bu öğrenme ortamında öğrenciler her üç SG ortamdan birine atanmış ve bu ortamda aynı etkileşimlerle hazırlanan anatomik yapıya ait ayak kemikleri tutma, bırakma, 360  döndürme, büyütme, küçültme ve diğer yapılara (kemiklere) göre konumlarını görme gibi çeşitli uzamsal faaliyetlerde bulunmuşlardır. Öğrenciler, hazırlanan ortamlarda anatomik yapıyı çalıştıktan sonra yine aynı SG ortamında sunulan geri getirme performans görev sorularını cevaplamıştır. Bu bağlamda bu araştırma kapsamında görsel uzamsal bellek ve uzamsal yeteneğin zihinsel döndürme alt boyutuna odaklanılarak öğrencilerin hazırlanan SG ortamlarındaki geri getirme performansları incelenmiştir.

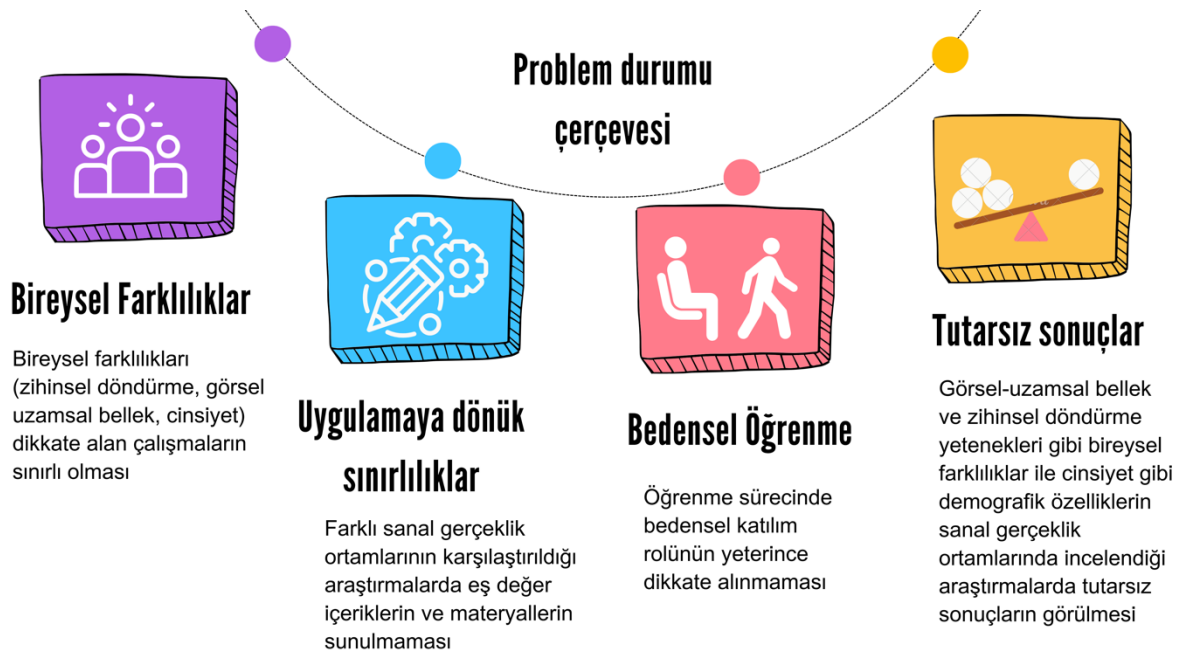
### **Problem Durumu**

SG teknolojileri öğrenme ortamlarında önemli potansiyele sahiptir. Özellikle eğitim alanında, SG'nin  ğrenci katılımını ve öğrenme sonuçlarını iyileştirme yeteneği, birçok araştırmanın odak noktasını oluşturmuştur (Merchant ve ark., 2014). Ancak, bu ortamların

bireysel öğrenme ihtiyaçlarına duyarlı bir şekilde tasarlanıp tasarlanmadığı konusunda mevcut alanyazında belirgin bir boşluk bulunmaktadır. Özellikle, SG ortamlarını karşılaştıran araştırmalarında eş değer ortam içerik, görsel tasarımları konusunda bir eksiklik göze çarpmaktadır. Ek olarak, görsel-uzamsal bellek ve zihinsel döndürme yetenekleri gibi bireysel farklılıklar ile cinsiyet gibi demografik özellikler ve ortamların tasarımı SG ortamlarındaki deneyimleri önemli ölçüde etkileyebilir ((Sorby, 2009). Araştırmanın problem durumunu oluşturan unsurlar Şekil 3'te verilmiş ve bu çerçevede anlatılmıştır.

### Şekil 3

*Araştırmanın Problem Durumu Unsurları*



SG ortamları türüne bağlı olarak öğrenenlere farklı öğrenme deneyimleri sunabilmektedir. Farklı SG ortamlarında öğrencilerin öğrenme performanslarını karşılaştıran bir dizi deneysel çalışma yapılmıştır (Ahn ve ark., 2014; Figueroa ve ark., 2017; Jang ve ark., 2017; Kozhevnikov ve Dhond, 2012; Lee ve Wong, 2014; Lindgren ve ark., 2016; Shi ve ark., 2020). Lindgren ve ark. (2016) öğrencilerin öğrenme performanslarını karşılaştırdıkları S-SG ile masaüstü SG ortamlarında hazırlanan aynı 3 boyutlu simülasyonu

her iki ortam da kullanmış ve S-SG ortamını kullanan öğrencilerin daha iyi öğrenme sonuçlarına ulaştığını ifade etmiştir. Lee ve Wong (2014) ise; masaüstü SG ve iki boyutlu öğrenme ortamlarının öğrenme etkililiğini farklı uzamsal yeteneklere sahip öğrenenler üzerindeki etkilerini araştırmış ve sonuç olarak, düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin masaüstü SG öğrenme ortamında iki boyutlu öğrenme ortamına göre daha fazla fayda sağladığını bulmuşlardır. Benzer bir şekilde; Luursema ve ark. (2006) farklı görsel-uzamsal yeteneklere sahip öğrencileri anatomi eğitimi için üç boyutlu ve iki boyutlu (bilgisayarlı tomografi resimleri) ortamlarda öğrencilerin; 3 boyutlu ve etkileşimli grubun verilen görevlerde önemli ölçüde daha iyi performans gösterdiğini ve düşük görsel-uzamsal yeteneğe sahip katılımcıların, 3 boyutlu ortamda 2 boyutlu ortama göre yüksek görsel-uzamsal belleğe sahip olanlardan daha fazla yararlandığını açıklamıştır. Ancak sınırlı da olsa benzer çalışmalar da zıt bulgulara rastlamak da mümkündür. Örneğin; yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrenenlere, kontrol ve aktif öğrenme sağlandığında daha iyi bir öğrenme ve performans göstermeleri beklenir ancak Lee ve ark. (2010) yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin daha endişeli olduğunu saptamıştır. Garg ve ark. (2002) ise zayıf uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin daha dezavantajlı olabileceğini belirtmiştir. Bazı araştırmalar ise düşük uzamsal yetenekli katılımcıların genellikle 3 boyutlu ortamlarda daha fazla zorluk yaşadıklarını bulmuşlardır (Huk, 2006; Keehner ve ark., 2008). Dolayısıyla SG ortamlarının ele alındığı çalışmalarda görsel-uzamsal bellek ve zihinsel döndürme yetenekleri gibi bireysel farklılıkların öğrenme sürecindeki rolü hala tartışmalıdır.

SG karşılaştırmalarında genellikle başa takılan gözlükle yapılan uygulamaları içeren S-SG ortamları ile klavye ve fare ile kontrol edilebilen masaüstü SG ortamları karşılaştırılmaktadır. S-SG ortamları adından da anlaşılacağı üzere kullanıcıyı daha çok sarmalayan ortamlar iken masaüstü SG ortamı sarmalayıcı olmayan ortamlardır. Ancak bu ortamlarda araştırma sonuçlarını yorumlarken sadece ortam farkını ele almak yetersiz kalabilir. Nitekim bu ortamlarda kullanıcıların maruz kaldığı bedensel katılım düzeyleri de farklılaşmaktadır. Dolayısıyla bu ortam karşılaştırmalarını ele alırken bedensel katılım

düzeylerini de göz önünde bulundurularak yorumlamak gereklidir. S-SG ortamındaki etkileşimler, öğrencilerin doğal dünya ile etkileşim kurma biçimlerine daha uygun olduğu için daha fazla duyuşsal ve motor beyin alanını aktive eder ve bu da daha derin öğrenme ve geri getirme performanslarını destekler (Jacobson, 2011). Öte yandan, masaüstü SG genellikle daha az bedensel hareket gerektirir. Masaüstü SG belirli öğrenme türleri için etkili olabilirken, fiziksel etkileşim eksikliği, derinlemesine bilişsel ve motor becerilerin kazanılmasında sınırlayıcı olabilir. Çünkü bilgiyi öğrenme ve hatırlama şeklimiz uzamsal bilgiye bağlıdır ve algılama veya hareket etme şeklimizden etkilenir (Lages ve Bowman, 2018; Waller ve Greenauer, 2007). Dolayısıyla beden, eylem ve mekân arasındaki ilişkiler göz önüne alındığında, fiziksel hareket yoluyla uzamsal yetenekleri harekete geçiren SG ortamlarını bedensel katılım gerektiren S-SG ile bedensel katılım düzeyi daha düşük olan masaüstü SG açısından da ele alınmalıdır.

Yukarıdaki ele alınan SG ortamlarının karşılaştırılmasında benzer çalışmalara bir eleştiri olarak Keehner ve ark. (2008) bazı araştırmalarda eğitim uygulaması sürecinde öğrencilere sunulan farklı ortamlardaki öğrenmelerine ilişkin görsellerin, içeriğin veya ortamların aynı eş değerlikte olmadığını ifade etmektedir. Nitekim Mayer (2002) ortamlarının karşılaştırmalı analizinde, içerik ve tasarım açısından eş değer ortamların sunmanın önemini vurgulamaktadır. Ancak, farklı ortam türlerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda öğrenciye sunulan malzemenin, tasarım yapısının, görselin ve içeriğin aynı olması sağlanamadığı ve eş değerliğinin kontrol altına alınmadığı görülmektedir. Örneğin; Luursema ve ark. (2006) çalışmalarında üç boyutlu ortam ile iki boyutlu ortama ait öğrenme performanslarına araştırmış ancak ortamlarda sunulan görsel sunumlar birbiriyle eş değer olmadığı görülmektedir. Üç boyutlu ortamda anatomik yapıyı temsil eden simülasyon var iken, iki boyutlu ortamda tomografi görüntüleri kullanılmıştır. Bu durumda her iki ortamda kullanılan görsellerin eş değer olmamasından kaynaklı çalışmanın sonuçları etkilenmiş olabilir. Villena Taranilla ve ark. (2022) da tarih dersinde S-SG ye kıyasla geleneksel ders kitabını karşılaştırmıştır. Hsu (2019) ve Lee ve Wong (2014) da benzer şekilde masaüstü

SG ve iki boyutlu ortamlarda görsel eş değeri olmayan görseller kullanmıştır. Dolayısıyla farklı ortam türlerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda öğrenciye sunulan malzemenin, tasarım yapısının, görselin ve içeriğin aynı olması sağlanarak eş değeri kontrol altına alınması gerekmektedir.

Geri getirme, bireylerin bellekte saklı olan bilgileri veya deneyimleri bilinçli olarak hatırlama sürecidir. Anatomi konusunda yetkin olabilmek için kişinin 3 boyutlu yapıları görselleştirebilmesi, zihinsel olarak manipüle edebilmesi ve anatomi çeşitli düzlemlerde sunulduğunda bu bilgiyi hatırlayabilmesi gerekir (Fernandez ve ark., 2011). Bu, bellek izlerinin aktif bir şekilde erişilip kullanıldığı bir süreçtir ve genellikle belirli ipuçları veya bağlamlar tarafından tetiklenir (Kahana ve ark., 2024). Anatomi öğretmenin birden fazla yolu olmasına rağmen, öğrencilerin uzamsal yeteneği, yapıları farklı açılardan ve yönlerden gösteren öğrenme kaynaklarını kullanırken kritik bir rol oynar (Garg ve ark., 2001). Dolayısıyla bu araştırmada geri getirme performans görevi olarak sunulan bağlamsal (contextual) ve bağlam bağımsız (context free) görev farklılıklarının öğrenci performansı ve öğrenme deneyimi üzerinde önemli etkileri olabilir.

Bağlamsal görevler, öğrencilere öğrenme materyalini daha anlamlı ve ilişkilendirilebilir bir şekilde sunarak, bilgiyi daha etkili bir şekilde hatırlamalarını sağlar. Bağlam bağımsız görevler ise, genellikle izole edilmiş bilgi parçalarını işlemeyi gerektirir ve bu durum, öğrencinin bilgiyi işlemesi ve hatırlaması için daha fazla bilişsel çaba harcamasını gerektirebilir (Levie ve Lentz, 1982). Bu yetenek, özellikle zorlayıcı ve kompleks görevlerde başarı için önemlidir. Bu nedenle, bağlamsal ve bağlam bağımsız görevlerde öğrencilerin görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme düzeylerinin görev performanslarını nasıl etkilediği incelenmiştir. Bu farklı görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme düzeylerine sahip öğrencilerin öğrenme performanslarının nasıl değerlendirilebileceği konusunda eğitimciler için yol gösterebilir.

Buna ek olarak, sesin eklenmesiyle zenginleştirilen sarmalayıcı SG ortamları, öğrenme sürecini daha da derinleştirebilir. Sesin, özellikle görsel-uzamsal görevlerde,

öğrenme performansını ve belleği destekleyebileceği gösterilmiştir (Atkinson, 1972). Bu nedenle, sesin varlığının, SG ortamlarında öğrenme üzerindeki bilişsel ve duyuşsal etkilerini keşfetmek, eğitim teknolojilerinin gelecekteki yönünü şekillendirebilir. Bedensel biliş, öğrenmenin sadece zihinsel süreçlerle sınırlı kalmayıp, fiziksel deneyimler ve duyuşsal girdilerle desteklenmesi gerektiğini vurgular. Bu çerçevede, sesin kullanımı, özellikle SG ortamlarında, öğrencilerin uzamsal algılarını, duyuşsal tepkilerini ve bilişsel işlemlerini derinleştiren bir araç olarak ön plana çıkabilir (Wilson, 2002). Bu bağlamda üçüncü bir ortam olarak S-SG ortamına kemikler seslendirilerek eğitmen sesinin de eklenmesi ile Sesli S-SG ortamı da araştırma kapsamına dahil edilmiştir.

Öte yandan; bir dizi çalışma da sanal ortamların algılanmasında cinsiyet farklılıklarına işaret etmektedir (Sandstrom ve ark., 1998). Örneğin, erkekler ve kadınlar sanal ortamlarda gezinirken farklı ipuçlarına odaklanırlar ve sanal içeriğin gerçekliğini farklı şekillerde algırlar (Lombard ve ark., 1997). Tottenham ve ark. (2003) ile Spiers ve ark. (2008) kadınların hem üç boyutlu hem de iki boyutlu ortamlarda daha iyi performans sergilediklerini söylerken; Jackson ve Rushton (2006) erkekler 3 boyutlu ortamlarda daha başarılı olduğunu ifade etmiştir. Bu cinsiyet farklılıklarının çevresel faktörler (Baenninger ve Newcombe, 1989; Gaulin ve Hoffman, 1988), biyolojik faktörler (Kimura ve Hampson, 1994; Williams ve ark., 1990) ve bunların etkileşiminden kaynaklandığı görüşleri vardır (Coluccia ve Louse, 2004). Gaulin ve Hoffman (1988), uzamsal yeteneklerdeki cinsiyet farklılıklarının nedeninin deneyim ve öğrenme gibi çevresel faktörler olabileceğini ifade etmiştir. Farklı uzamsal yetenek seviyeleri, erkeklerin ve kadınların uzamsal faaliyetlerde geçirdikleri zamanın farklı olmasından kaynaklanıyor olabilir (Coluccia & Louse, 2004). Nitekim bilgisayar kullanımının öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirdiği görüşü de vardır (Dixon, 1995). Lawton ve Morrin (1999) erkekler uzamsal becerilerin gelişimini artıran etkinliklerde daha fazla deneyime sahip olduğunu, (Coluccia & Louse, 2004) erkeklerin yüksek uzamsal bileşenlere sahip oyunlar oynadıklarını, Webley (1981) ise erkeklerin yeni çevreleri keşfetmelerine kızlardan daha sık izin verildiğini ifade etmiştir bu nedenle erkeklerin

uzamsal yeteneklerinin daha iyi olmasında çevresel faktörlerin de etkisi kabul edilmektedir. 2024 yılında hala böyle midir? Kadınların da son 20 yılda mobil oyunlar, 3 boyutlu oyunlar, navigasyon vb. teknolojideki gelişmelerle beraber uzamsal faaliyetlerinin katılımlarının arttığını düşünürsek acaba günümüzde bu farklılıkları etkisiz denecek kadar azalmış olabilir mi? Nitekim, Feng ve ark. (2007) aksiyonlu bir video oyunu ile 10 saatlik bir eğitimin ardından katılımcıların hem uzamsal dikkat hem de zihinsel döndürmede önemli kazanımlar elde ettiğini ve kadınların erkeklerden daha fazla faydalandığını bulmuşlardır. Aksiyon video oynamanın uzamsal dikkatteki cinsiyet farklılıklarını ortadan kaldırdığını ve zihinsel döndürme yetenekleri arasındaki farklılıkları azalttığını bulmuşlardır. Dolayısıyla bu açıdan bakıldığında günümüzde kadınların da uzamsal faaliyetlere katılımlarının artması ile cinsiyet farklılıkları azalmış olabilir bu nedenle uzamsal görevler içeren ortamlarda cinsiyet farklılıklarını araştıran güncel araştırmalara ihtiyaç vardır. Ek olarak, cinsiyet etkisinde sadece öğrencilerdeki cinsiyet farklılıklarının öğrenme sonuçlarının etkisinin yanında öğretmen cinsiyetinin de öğrenme performanslarını etkilediğine dair araştırmalar vardır (Hoffmann ve Oreopoulos, 2009; Solanki ve Xu, 2018).

Öğrenme ortamlarında öğretmen sesinin birçok öğrencinin öğretmeniyle yaşadığı en kişisel etkileşim olabileceği anlamına geldiği söylenmektedir (Doubleday ve Lee, 2016). Öğrenciler öğretmenin sesine maruz kaldıktan sonra onunla bir bağ hissedebilirler (Pedelty ve Kuecker, 2014). Dolayısıyla bu araştırmada sesli sanal gerçeklik ortamında öğrenci ve öğretmen cinsiyetinin öğrencilerin geri getirme performansları üzerindeki etkisi de incelenmiştir.

Özetle, öğrencilerin görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasiteleri gibi bireysel farklılıkların, SG öğrenme ortamları üzerindeki etkisinin hala tam olarak ortaya konulmadığı ve alanyazındaki bulgularda da sonuçların bir tutarlılık göstermediği görülmektedir (Lee ve Wong, 2014; Lee ve ark., 2010; Lindgren ve ark., 2016). Alanyazındaki SG öğrenme ortamlarında yapılan araştırmalarda farklı sonuçların ortaya çıkmasındaki sebeplerden biri öğrenenlerin özelliklerinin dikkate alınmamasıdır (Chen ve



ark., 2004). İkinci olarak öğrenenlerdeki bireysel farklılıkların (Hauptman ve Cohen, 2011) göz ardı edilmesi ve çalışmaya dahil edilmemesidir. Üçüncü olarak ise içerik, görsel ve materyal bakımından aynı eş değeriğe sahip uygulama ortamlarının sunulamamasıdır. SG ortamlarının daha etkili öğrenme çıktıları sunabilmesi ve bireylerin öğrenme performanslarının iyileştirilmesi ve öğrenme sorunları ile baş edebilmesi için bireysel farklılıkları dikkate alan eğitim teknolojileri alanındaki çalışmalara ihtiyaç artmaktadır. Bu bağlamda, bu araştırmada hazırlanan aynı içerik, materyal ve içeriği sunan üç sanal gerçeklik ortamı (Sesli S-SG-Sessiz S-SG-Masaüstü SG) sunarak farklı görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerine sahip öğrenenler üzerinde oluşacak geri getirme performans farklılıkları incelenmiştir.

### **Araştırmanın Amacı ve Önemi**

Bu çalışmanın amacı, öğrencilerin görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerinin farklı SG öğrenme ortamlarında (Sessiz S-SG- Sesli S-SG- Masaüstü SG) geri getirme performansları üzerindeki etkisini incelemektir. Bu amaçla bu araştırma farklı görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitesine sahip öğrencilere göre uygun öğrenme ortamlarının tasarlanması, geri getirme performanslarının iyileştirilmesi ve önerilerde bulunması açısından da önem kazanmaktadır. Ek olarak alanyazındaki anlaşmazlığı gidermeye yönelik bir çaba olarak, farklı SG ortamlarındaki bilişsel süreci araştırmayı amaçlamaktadır.

Araştırmanın alanyazına katkılarını üç farklı açıdan incelemek mümkündür:

1. Farklı SG öğrenme ortamlarında görsel-uzamsal bellek ve zihinsel döndürme yetenekleri gibi bireysel farklılıkların ve cinsiyetin öğrenme deneyimleri üzerindeki etkisi yeterince dikkate alınmamaktadır. Bu bağlamda alanyazındaki bu boşluğa **bireysel farklılıkların** ele alınması ile katkı sağlanabilir.

2. SG ortamlarının diğer SG ortamları veya 2 boyutlu ortamlar ile karşılaştırılmasında ortamlarda **eş değer görsellerin** veya içeriklerin kullanılmaması çalışma sonuçlarında tutarsızlıklar oluşturmuş olabilir. Bu kapsamda öğrenciye aynı görsel bilgi ve içerik ile eş değer üç öğrenme ortamı sunularak SG ortamlarındaki performansları incelenmiştir.
3. SG ortamları bedensel katılımlarına veya düzeylerine bağlı olarak da iki boyutlu ortamda masaüstü SG ve üç boyutlu ortamda sunulan SG teknolojilerine göre öğrenenlere farklı öğrenme deneyimi ortamları sunabilmektedir. Ancak bu ortamlarda vücudun ve öğrenmede **bedensel katılım rolünün** yeterince dikkate alınmadığı görülmektedir. Bu çalışma alanyazındaki bu boşluğun doldurulması ile önem kazanmaktadır.

### **Araştırma Problemi**

Bu çalışmada farklı görsel-uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitesine sahip öğrencilerin geri getirme görev performanslarının farklı SG öğrenme ortamlarına göre anlamlı farklılık gösterip göstermediği araştırılmaktadır. Geri getirme görev performansları bağlamsal (görev 1) ve bağlam bağımsız (görev 2) olmak üzere iki alt boyutta ele alınmıştır. Ayrıca, geri getirme görev performanslarında öğrenci cinsiyeti ve öğretmen cinsiyetinin de ortak etkisi araştırılmıştır. Sanal gerçeklik uygulamalarında ile öğrenenlerin eğitimi tamamlama süreleri alınarak öğrenenlerin öğrenme hızları da görsel uzamsal yetenek ve zihinsel döndürme kapasiteleri açısından ve SG ortam türleri açısından karşılaştırılmıştır. Bu amaçla hazırlanan alt problemlere aşağıda yer verilmiştir.

### **Alt Problemler**

Bu araştırma kapsamında aşağıda yer alan alt araştırma problemlerine cevap aranmıştır:

1. Görsel-uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerine göre öğrencilerin farklı SG ortamlarındaki geri getirme performansları anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

- a. Görsel-uzamsal bellek kapasitelerine göre:
    - i. Görsel-uzamsal bellek kapasitelerine göre öğrencilerin bağlamsal görev (Görev 1) performansları SG ortamlarına göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
    - ii. Görsel-uzamsal bellek kapasitelerine göre öğrencilerin bağlam bağımsız görev (Görev 2) performansları SG ortamlarına göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
  - b. Zihinsel döndürme kapasitelerine göre:
    - i. Zihinsel döndürme kapasitelerine göre öğrencilerin bağlamsal görev (Görev 1) performansları SG ortamlarına göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
    - ii. Zihinsel döndürme kapasitelerine göre öğrencilerin bağlam bağımsız görev (Görev 2) performansları SG ortamlarına göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
2. Öğrencilerin görsel-uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerine göre geri getirme performansları anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
- a. Öğrencilerin görsel-uzamsal belleklerine göre bağlamsal görev (Görev 1) ve bağlam bağımsız görev (Görev 2) performansları anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
  - b. Öğrencilerin zihinsel döndürme kapasitelerine göre bağlamsal görev (Görev 1) ve bağlam bağımsız görev (Görev 2) performansları anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
3. Farklı SG ortamlarına göre öğrencilerin geri getirme performansları anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
- a. Farklı SG ortamlarına göre öğrencilerin bağlamsal görev (Görev 1) performansları anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
  - b. Farklı SG ortamlarına göre öğrencilerin bağlam bağımsız görev (Görev 2) performansları anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

4. Görsel-uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerine göre öğrencilerin geri getirme performansları cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
  - a. Görsel-uzamsal bellek kapasitelerine göre:
    - i. Görsel-uzamsal bellek kapasitelerine göre öğrencilerin bağlamsal görev (Görev 1) performansları cinsiyete göre anlamlı bir farklılık var mıdır?
    - ii. Görsel-uzamsal bellek kapasitelerine göre öğrencilerin bağlam bağımsız görev (Görev 2) performansları cinsiyete göre anlamlı bir farklılık var mıdır?
  - b. Zihinsel döndürme kapasitelerine göre:
    - i. Zihinsel döndürme kapasitelerine göre öğrencilerin bağlamsal görev (Görev 1) performansları cinsiyete göre anlamlı bir farklılık var mıdır?
    - ii. Zihinsel döndürme kapasitelerine göre öğrencilerin bağlam bağımsız görev (Görev 2) performansları cinsiyete göre anlamlı bir farklılık var mıdır?
5. Öğrencilerin sesli sanal gerçeklik ortamında geri getirme performansları eğitmenin cinsiyetine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?
  - a. Öğrencilerin cinsiyete göre sesli sanal gerçeklik ortamında bağlamsal görev (Görev 1) performansları eğitmenin cinsiyetine göre anlamlı bir farklılık var mıdır?
  - b. Öğrencilerin cinsiyete göre sesli sanal gerçeklik ortamında bağlam bağımsız görev (Görev 2) performansları eğitmenin cinsiyetine göre anlamlı bir farklılık var mıdır?
6. Farklı SG ortamlarında görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerine göre öğrencilerin eğitim uygulamasında kalma süreleri anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

- a. Öğrencilerin eğitimde kalma süreleri görsel uzamsal bellek kapasiteleri ve SG ortamlarının ortak etkisine göre anlamlı farklılık göstermekte midir?
- b. Öğrencilerin eğitimde kalma süreleri zihinsel döndürme kapasiteleri ve SG ortamlarının ortak etkisine göre anlamlı farklılık göstermekte midir?

### **Sayıtlılar**

Sanal gerçeklik ortamlarında yenilik etkisi veya ön deneyimlerinin performanslarını etkilememesi için hazırlanan yönerge ve oyun bölümünün bu etki ve ön deneyimlerini ortadan kaldıracağı veya azaltacağı varsayılmıştır. Alan uzmanı ile hazırlanan geri getirme performans görevinin yeterli ve güvenilir olduğu kabul edilmiştir. Uygulama sürecinde araştırmacı tarafından kontrol edilemeyen değişkenlerin tüm katılımcıları aynı oranda etkilediği varsayılmaktadır.

### **Sınırlılıklar**

Çalışmada geri getirme performansı olarak sanal ortamlarda uygulama sonundaki geri getirme performans puanları alınmıştır. Eğitim uygulamasında kemikleri çalışırken bir sıra belirtilmemiştir. Öğrenciler özgürce istediği kemikle etkileşime girmiştir. Her bir öğrencinin aynı sıra ile kemikleri çalışmaması bir sınırlılık olabilir. Eğitim uygulaması için öğrencilere minimum bir süre verilmemiş ama maksimum çalışma süresi 15 dakika ile sınırlıdır. Geri getirme performansı bu çalışma kapsamında hazırlanan sorular ile sınırlı kalmıştır. Ancak geri getirme performans görevi ölçmede sınırlı kalmış olabilir.

Araştırma farklı sanal gerçeklik ortamlarında hazırlanan anatomik yapı eğitim uygulamasına katılan ve geri getirme performans görevlerini cevaplayan 2022/2023 bahar ve 2023/2024 güz dönemi çeşitli bölüm ve fakültelerden katılan anatomi eğitimi almamış gönüllü lisans öğrenciyle yürütülmüştür. Bu nedenle çalışmanın bulguları hazırlanan sanal

gerçeklik eğitim uygulaması ile sınırlı ve söz konusu çalışma grubuyla sınırlıdır. Ayrıca bu araştırmada sanal gerçeklik ortamlarındaki eğitim uygulaması konusu anatomik yapıya ilişkin ayak kemikleri ile sınırlıdır

## Tanımlar

**Sarmalayıcı Sanal Gerçeklik (S-SG):** Başa takılan bir ekrana/gözlüğe yansıtılan veya oda boyutunda bir ekranda üç boyutlu bir ortam ile tamamen sanal, kişiyi adı üstünde sarmalayan sarmalayıcı ortamlar olarak tanımlanır (immersive virtual reality).

**Masaüstü Sanal Gerçeklik (Masaüstü SG):** Sanal ortamın bir pencere veya portal üzerinden standart bir ekran aracılığıyla monitörde görüntülendiği sarmalayıcı olmayan sanal gerçeklik ortamlarıdır (Non-immersive virtual reality).

**Uzamsal Bellek:** Uzamsal bellek, bir organizmanın çevredeki uzamsal uyarılar hakkında zihinsel bir temsil edinmesini ve bu çevrede etkin bir şekilde gezinmesini sağlayan bellek türüdür (Barnes, 1989).

**Çalışma Belleği:** Bilgilerin işlendiği, tutulduğu ve manipüle edildiği bellektir.

**Görsel Uzamsal Çalışma Belleği:** Sınırlı bir süre boyunca uzamsal veya görsel bilginin depolanması ve işleme kapasitesini ölçer.

**Zihinsel Döndürme:** 3 boyutlu nesnelere uzayda döndürebilme ve bunu zihinsel olarak canlandırılabilme yeteneği olarak tanımlanabilir.

**Uzamsal Yetenek:** Bilgiyi kodlama, üretme, saklama, geri çağırma ve dönüştürmenin yanı sıra nesnelere şekil, konum, boyut, mesafe, yön, hareket, dönüştürme vb. gibi uzamsal özelliklerinin bilişini içerir (Lohman 1993; Ahmed ve Blustein 2005).

**Geri getirme:** Bellekten geçmişteki bilgilerin geri çağırılmasına ilişkin zihinsel süreci ifade eder. Kodlama ve depolamanın yanı sıra belleğin üç temel sürecinden biridir.

## Bölüm 2

### Araştırmanın Kuramsal Temeli ve İlgili Araştırmalar

Bu araştırmanın kuramsal temelini, bilişsel süreçlerin yalnızca zihinsel süreçlerle sınırlı olmadığını, bireyin bedeni ve çevresel etkileşimlerle derinden ilişkili olduğunu öne süren bedensel biliş (embodied cognition) ve bilişsel psikolojide öğrenme süreçlerine bireysel farklılıkların nasıl etki ettiğini inceleyen dengeleyici ve güçlendirici yetenek hipotezleri oluşturmaktadır.

#### Bedensel Biliş

Bedensel biliş (Embodied cognition), bilişsel süreçlerin yalnızca zihinle sınırlı olmadığını, bireyin bedeni ve çevresel etkileşimlerle derinden ilişkili olduğunu öne süren bir kuramdır (Barsalou, 1999; Beilock, 2015; Glenberg, 2010; Shapiro, 2014). Bedensel biliş kuramı, öğrenme ve düşünmenin soyut zihinsel aktivitelerden ziyade, somut fiziksel ve sosyal deneyimlerle şekillendiğini vurgular (Wilson, 2002). Shapiro (2014), bu kuramın temelini, zihinsel süreçlerin bedensel hareketler, algısal deneyimler ve çevresel etkileşimlerle nasıl iç içe geçtiğini anlamak üzerine kurar. Eğitim teknolojileri alanındaki gelişmelere paralel olarak bedensel biliş, bedensel öğrenme temelinde uygulamalı bir boyut kazanmıştır. Örneğin, SG ve artırılmış gerçeklik (AR) gibi teknolojiler, öğrencilerin öğrenme materyalleriyle daha etkileşimli ve somut yollarla bağlantı kurmalarını sağlayan uygulamalar ile bedensel biliş kuramının öğretim pratiklerine entegrasyonunu teşvik etmektedir (Johnson-Glenberg ve ark., 2021).

Bedensel biliş kuramını bilişsel bilimin geleneksel görüşlerine meydan okuyarak bilişsel süreçlerin bedensel deneyimlerle iç içe geçmiş bir şekilde gerçekleştiğini öne sürer. Bilişsel süreçler, bu kurama göre, sadece beyinde gerçekleşen işlemler değil, aynı zamanda bedensel hareketler ve çevresel etkileşimlerle iç içe geçmiş dinamiklerdir.

Bedensel biliş kuramı, algılama, hareket etme ve düşünme sistemlerinin özünde birbirine bağlı olduğunu ve insan bilişinin modaliteye özgü temsillerden oluştuğunu belirtir.

Bedenselleştirilmiş öğrenme alanının büyümesi nedeniyle, bedensel bilişe farklı yaklaşımlara, eğitim ortamlarına yönelik potansiyellerine ve bunların etkililiğinin güncel gösterimlerine daha yakından bakmak gerekmektedir. Bedensel öğrenme çalışmalarının çoğu dijital ortamlardan ziyade dijital teknoloji kullanılmadan sıradan öğretim ortamlarında gerçekleşmiştir (Chandler ve Tricot, 2015; Mavilidi ve ark., 2019; Rüter ve ark., 2015). Gelişen teknoloji ile bireyler sadece el parmaklarını kullanarak teknoloji ile bütünleştikleri ortamlar yerine artık bedenlerini daha çok kullanabilecekleri motor becerilerini kullanma imkânı bulabilecekleri ortamlar, uygulamalar (örn: sanal gerçeklik, karma veya artırılmış gerçeklik vb.) gelişmeye başlamıştır. Doğal fiziksel hareketler de (jestler, dokunma, vücut konumlandırma, hareket) bu yeni teknolojiler ve ara yüzler üzerinden desteklenmektedir.

SG ve AG ortamları kullanıcıların 3 boyutlu teknolojileri sayesinde kullanıcıyı sarmalayarak daha gerçek bir ortamda olma hislerini artırma fırsatı sağlar (Lee ve Wong, 2014). Ancak bu teknolojiler gerçekçi görsel ve işitsel deneyimler sunabilir ama kullanıcıların fiziksel hareketleri ve duyuşsal geri bildirimleri sınırlıdır. Örneğin, SG ortamında kullanıcı sanal bir objeyi tutma, döndürme, bırakma gibi etkileşimlere girebilir ancak bu objenin ağırlığını veya dokusunu fiziksel olarak hissedemez. Bu durum, öğrenme veya görev performansı üzerinde dolaylı yollardan etkili olabilir (Slater, 2009). Dolayısıyla SG ve AR gibi ortamlarda daha çok bedensel bilişin bir uzantısı olan zayıf bedensellik (weak embodiment) kavramı ortaya çıkar. Çünkü bu ortamlarda, kullanıcıların fiziksel dünyayla olan etkileşimleri sınırlıdır veya simüle edilmiş formatta sunulur, bu da deneyimin "tam olarak bedenselleştirilmiş" olmadığı anlamına gelir. Zayıf bedensellik, bilişsel süreçlerin ve algıların, fiziksel ve duyuşsal deneyimlerle sınırlı bir entegrasyonunu ifade etmektedir ve daha çok SG, AR gibi ortamlarda karşımıza çıkmaktadır.

Alanyazında bedensel biliş ile ilgili bedensel hareketlerin farklı kapsam, düzey ve boyutları ile çalışmalar yapıldığı görülmektedir. Örneğin; Johnson-Glenberg ve ark. (2014) çalışmalarında tüm vücut hareketlerini ele alan öğrenme ortamları ilgili çalışmışlardır diğer bir yandan Wakefield ve Goldin-Meadow (2021) ve Nathan (2008) daha sınırlı hareketler



ile örneğin jestler, mimikler, parmak hareketleri çalışmaları yapıldıkları görülmektedir (Johnson-Glenberg ve ark., 2014; Lindgren ve ark., 2016; Ruitter ve ark., 2015). Sınırlı hareketler ile yapılan çalışmaların (örneğin; parmaklarla ve diğer basit el hareketleriyle izleme aktivitelerinin gerçekleştirilmesi) sonuçlarına bakıldığında etkileşim tasarımında bedensel katılımı ilgili çok küçük değişikliklerin bile öğrenme performansını etkileyebileceği görülmektedir. Daha yüksek düzeyde bedensel katılım içeren yapılan çalışmalarda ise uygulamaya atanan katılımcıların daha yüksek bilgi tuttuklarını tespit edilmiştir. SG, uygulamaları daha yüksek düzeyde bedensel katılım ve deneyimler sağlayarak üç boyutlu sanal ortamlardaki karmaşık yapıları inceleme şansı sunmaktadır (Jang ve ark., 2017). Diğer dijital araçlarla karşılaştırıldığında SG, öğretilen ve gerçek bağlamlar arasında becerilerin transferini sağlamak için gerçekçi, sürükleyici simülasyonu destekler ve gerçek zamanlı aktif öğrenme için çok kullanıcı, bedensel ve etkileşimli bir alan sağlar (Cheng ve Wang, 2011). S-SG uygulamaları masaüstü SG veya 2 boyutlu ekranlarda yapılan uygulamalara kıyasla daha yüksek düzeyde bedensel katılım sağlayarak üç boyutlu sanal ortamlardaki karmaşık yapıları inceleme şansı sunmaktadır. Dolayısıyla S-SG uygulamalarını sarmalayıcı olan-sarmalayıcı olmayan veya yarı sarmalayıcı gibi türlerde incelemenin yanında bu uygulamaların sunduğu bedensel deneyimler de araştırmalara dâhil edilmelidir.

### **Dengeleyici ve Güçlendirici Yetenek Hipotezleri**

Güçlendirici yetenek hipotezi ve dengeleyici yetenek hipotezi, bilişsel ve eğitim psikolojisinde öğrenme süreçlerine bireysel farklılıkların nasıl etki ettiğine ilişkin iki önemli kuramdır. Her iki hipotez de bireysel farklılıkların öğrenme deneyimleri ve performans üzerinde nasıl bir rol oynayabileceğine dair farklı perspektiflerden çerçeveler sunmaktadır. Bu hipotezler, eğitim teknolojilerinin tasarımında bireysel farklılıkların önemini vurgulamaktadır ve bireysel farklılıkların yeterince dikkate alınmamasını eleştirmektedir.

Dengeleyici yetenek hipotezine göre (ability-as-compensator hypothesis); düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrenenlerin SG ortamları ile desteklenebileceğini öne sürer. SG ortamları, bilginin görselleştirilmesini kolaylaştıran bir tür dış temsil sağlar (Sun ve ark., 2019). Çünkü düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrenciler kendi görselleştirmelerini bilişsel olarak tekrar yapılandırmakta güçlük çektikleri için 3 boyutlu ortamlar zihinsel temsilleri oluşturmalarına yardımcı olur ve sanal gerçeklik ortamlarında avantajlı konuma geçerler (Hegarty ve Sims, 1994; Lee ve Wong, 2014; Mayer ve Sims, 1994; Moreno ve Mayer, 2002). Bir başka ifadeyle, 3 boyutlu görselleştirmeler veya animasyonlar düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrenciler için bir “bilişsel protez” görevi görebilir (Hegarty ve Kriz, 2008). Yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrenciler ise bu tür ortamlardan pek fayda sağlamazlar. Böylelikle düşük ve yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrenciler dengelenir. Örneğin; Luursema ve ark. (2017) çalışmalarında farklı görsel-uzamsal yeteneklere sahip öğrencileri anatomik öğrenme için üç boyutlu ve iki boyutlu (bilgisayarlı tomografi resimleri) ortamlarda kıyasladıkları çalışmada düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin; 3 boyutlu ortamda 2 boyutlu ortamdaki kadar yararlandığını bulmuştur. Lee ve Wong (2014), masaüstü SG ve iki boyutlu öğrenme ortamlarının öğrenme etkililiğini farklı uzamsal yeteneklere sahip öğrenenler üzerindeki etkilerini araştırmış ve düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin masaüstü SG ortamında daha fazla fayda sağladığını bulmuştur. Özetle, bu araştırmalar dengeleyici yetenek hipotezi ile uyumludur ve düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrencilere için 3 boyutlu görselleştirme yöntemlerinin sunulması öğrenme süreçlerinde kolaylaştırıcı etki sağlamıştır.

Güçlendirici yetenek hipotezinde ise (ability-as-enhancer hypothesis), uzamsal yeteneğin güçlendirici bir rol oynayabileceği görüşü hâkimdir. Bir başka ifade ile yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrenciler yeterli bilişsel kapasiteye sahip oldukları için sanal gerçeklik ortamlarından veya statik görsellerden ziyade dinamik görsellerden daha çok faydalanırlar (Hegarty, 2005; Huk, 2006; Mayer ve Sims, 1994). Bu hipoteze göre düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrenciler ise daha dezavantajlı durumdadır. Örneğin; Garg ve

ark. (1999) düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrencilere çoklu görüşümler (multiple views) sunmanın anatomiyi öğrenmelerini önemli ölçüde engellediğini bulmuştur. Benzer şekilde Keehner ve ark. (2008) düşük uzamsal yeteneğe sahip katılımcıların genellikle 3 boyutlu modellerde daha fazla zorluk yaşadıklarını bulmuştur. Huk (2006) 3 boyutlu modellerin hücre biyolojisinin anlaşılması üzerindeki etkisini inceledikleri araştırmada yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrenciler 3 boyutlu modellerden daha fazla yararlanırken, düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrenciler daha az yararlanmıştır.

Özetle, alanyazında her iki hipotezi de hem destekleyecek hem çürütecek birbirine zıt çalışmalar mevcuttur. Her iki hipotez de bireysel yeteneklerin öğrenmeye etkisini kabul eder, ancak ana fark, bu yeteneklerin rolünün nasıl modellendiğidir. Güçlendirici hipotezi, yeteneklerin öğrenmeyi nasıl doğrudan güçlendirebileceğine odaklanırken, dengeleyici hipotezi, yeteneklerin zayıflıkları nasıl dengeleyebileceğini ele alır. Yukarıdaki iki farklı görüşten hareketle SG ve öğrenme arasındaki bağlantıyı etkileyen temel ve bilişsel süreçler hakkında hala çok az şey bilinmekte ve daha fazla araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır. Dolayısıyla, bu araştırmanın ikinci önemli noktası medya karşılaştırmasının da ötesine geçerek bireysel farklılıkları dikkate alan bir çalışma olmasıdır.

## **İlgili Araştırmalar**

### ***Farklı SG Ortamlarını Karşılaştıran Çalışmalar***

Tai ve ark. (2022) İngilizce dil öğrenimi dersinde S-SG ile video eğitim uygulama ortamlarını karşılaştırmıştır. Deney grubunda öğrenciler S-SG ortamında uygulamaya katılırken kontrol grubunda, öğrencilere video izletilmiştir. Katılımcıların kelime öğrenimini değerlendirmek için kelime testleri, algı anketi ve görüşmeler yapılmıştır. Bulgular S-SG ortamına katılan öğrencilerin kelime öğrenme ve hatırlamada video izleyen gruba göre daha başarılı olduklarını göstermiştir. S-SG ortamına katılan öğrenciler kelimeleri daha iyi hatırlamış ve kelime öğrenimi için S-SG 'nin daha çok motivasyon sağladığını belirtmişlerdir. Öğrenciler, S-SG ortamında gerçekleştirilen etkileşimli ve gerçekçi senaryolar aracılığıyla

kelimeleri aynı bağlam içinde öğrenme imkânı bulmuşlardır. Video grubundaki öğrenciler bu ortamda etkileşimin eksik olduğunu ve dikkatlerinin kolayca dağıldığını bildirmişlerdir. Bu çalışma, S-SG teknolojisinin dil öğreniminde potansiyel bir araç olarak nasıl kullanılabileceğini göstermektedir. Ancak yine bir ortam karşılaştırma çalışması sayılabilecek bu araştırmada aynı eş değer içerik ve etkileşimlerin dikkate alınarak ortamların tasarlanmaması çalışmanın sonuçlarını etkilemiş olacağı düşünülebilir.

Johnson-Glenberg ve ark. (2021) farklı etkileşim düzeyleri ve platformların öğrenme üzerindeki etkilerini incelemiştir. 3 boyutlu olarak sunulan S-SG ortamı ile 2 boyutlu olarak sunulan masaüstü bilgisayar ortam deneyimlerini bedensel öğrenme açısından kıyaslamaktadır. Çalışma 2x2x3 faktöryel desende yürütülmüştür. Birinci faktör ortamın sarmalayıcılık derecesi (S-SG ve PC); ikinci faktör uygulama düzeyi (bedensel katılım düşük-yüksek); üçüncü faktör üç testten oluşmaktadır (ön test- son test- takip). Araştırma bulgularında daha yüksek bedensel katılım düzeyi olan S-SG gruplarının (aktif içerik manipülasyonu ile) öğrenmede daha yüksek başarı gösterdiği bulunmuştur. Ancak, bedensel katılım düzeyi düşük olan SG grubu, masaüstü bilgisayar grubuna kıyasla önemli ölçüde daha düşük performans göstermiştir. Bu, sadece platformun değil, aynı zamanda kullanıcıların içeriği nasıl deneyimlediklerinin de öğrenme üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir. Bu çalışmadan çıkan en önemli sonucun, SG uygulamalarının her zaman iyi olmadığı ve bu ortamların etkililiğinin etkileşim ve tasarımlarına bağlı olduğu vurgulanmıştır.

Parong ve Mayer (2021) sarmalayıcı sanal gerçek ortamlarının diğer çoklu öğretim ortamlarından daha etkili olup olmadığını incelemiştir. Tarih dersini sarmalayıcı sanal gerçeklik ortamında ve sarmalayıcı olmayan bir ortam olan video ile iki farklı ortamda öğrencilere uygulamışlardır. Sonuç olarak video dersleri izleyen öğrencilerin transfer testlerinde S-SG ortamına göre daha iyi performans gösterdiği ancak öğrenme performansı açısından, S-SG kullananlar ile video dersi izleyen öğrenciler arasında belirgin bir fark göstermemiştir. S-SG ortamında, katılımcıların dikkatini daha fazla çektiğini ve daha fazla

buradalık hissi yaşattığını göstermiştir. Deneye katılan öğrencilerin ön bilgi seviyeleri, bireysel farklılıkları, deneyimleri gibi faktörlerin S-SG ortamında tarih öğrenme sürecini etkileyebileceği belirtilmiştir. Bu çalışma, tarih eğitiminde sarmalayıcı sanal gerçeklik ortamlarının potansiyelini anlamak ve gelecekteki araştırmalar için bir temel oluşturmak açısından önemlidir.

Makransky, Terkildsen & Mayer (2019) bilim laboratuvarı simülasyonunu S-SG ve Masaüstü SG ortamlarında sanal bellek sarayları yöntemini kullanarak hatırlama üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Çalışmaya toplam 40 öğrenci katılmıştır. S-SG ortamındaki sanal bellek saraylarının, masaüstü durumuna kıyasla üstün bir bellek geri çağırma yeteneği sağladığını bulmuşlardır. Öğrencilerin %70'i S-SG ortamının kendilerine üstün bir uzamsal farkındalık duygusu sağladığını ve bunun başarıları için önemli olduğunu iddia etmiştir. Öğrencilerin yaklaşık üçte biri, bilgileri kendi bedenleriyle ilişkilendirerek sanal hafıza sarayı kurgusunu aktif olarak kullandıklarını belirtmiştir ve bunun S-SG ortamında bilgiyi vücudun etrafındaki uzamsal bağlamla ilişkilendirme yeteneği sayesinde olduğunu ifade etmişlerdir. Sanal bellek sarayları fikri kullanılarak düzenlenen büyük miktardaki bilginin daha iyi hatırlanması yoluyla üretkenliği artıran, daha akılda kalıcı deneyimler yaratmak için sanal ortamları kullanılabileceği vurgulanmaktadır.

Makransky, Borre-Gude & Mayer (2019) tıp eğitiminde S-SG ve geleneksel öğrenme yöntemlerini karşılaştırarak bu ortamların kalp anatomisi öğrenimine olan etkisini incelemişlerdir. Deneysel olarak yürütülen bu çalışmaya tıp fakültesi lisans öğrencileri katılmıştır. Kontrol grubu normal geleneksel yöntemle eğitime devam ederken, S-SG grubu Oculus Rift-S gözlük ile 30 dakikalık SG uygulamasında kalp anatomisi eğitimi almıştır. Hem deney hem kontrol grubu deney öncesi 10 soruluk çoktan seçmeli bir ön testi cevaplamıştır. Uygulama sonrası tekrar her iki grup deney sonrası farklı sorulardan oluşan ama aynı içeriğe sahip ikinci testi cevaplamıştır. Araştırmanın bulguları, S-SG ortamının öğrencilerin kalp anatomisini daha derinlemesine anlamalarına yardımcı olduğunu göstermektedir. Üç boyutlu ve interaktif bir ortamda kalp yapılarını inceleyen öğrenciler, geleneksel yöntemlere

kıyasla daha yüksek bir öğrenme performansı sergilemiştir. Ayrıca, öğrenciler sanal gerçeklik deneyiminden memnuniyet duydukları ve bu teknolojinin kendi öğrenme süreçlerini destekleyici olduğunu belirtmişlerdir. Sonuç olarak, bu çalışma sanal gerçeklik teknolojisinin tıp eğitimindeki potansiyelini göstermektedir. Sanal gerçeklik araçlarının, özellikle karmaşık anatomik yapıların öğrenilmesi konusunda, öğrencilere daha etkili bir öğrenme deneyimi sunabileceği öne sürülmektedir.

Krokos ve ark. (2019) hatırlamaya yardımcı olmak için uzamsal bir anımsatıcı olarak kullanılan bellek saray tekniğini başa takılan S-SG ile masaüstü SG ortamlarına uyarlayarak katılımcıların geri hatırlama performanslarını incelemişlerdir. Hem eğitim hem de geri getirme performans testi aşamaları aynı sanal bellek sarayı içinde gerçekleşmektedir. Katılımcılar hem masaüstü SG hem de başa takılan S-SG ekranlarını kullanmışlardır. Çalışmaya 30 erkek, 10 kadın toplamda 40 kişi katılmış ve her bir katılımcı için yaklaşık 45 dakika sürmüştür. Çalışma sonucunda S-SG koşulundaki katılımcıları masaüstüne kıyasla geri getirme performansı ve doğru cevaplama oranlarının daha yüksek olduğunu bulmuşlardır.

Greenwald ve ark. (2018) elektrik ve manyetizma konularını ele alan aynı deney setini S-SG ile geleneksel bir 2 boyutlu öğrenme ortamında performans ve öğrenme süresi bakımından karşılaştırılmıştır. Araştırmaya 18-22 yaşları arasında 20 öğrenci katılmıştır. Bulgulara göre 2 boyutlu ve SG ortamları arasında önemli bir farklılık çıkmamıştır. Ancak öğrencilerin eğitim uygulamasını tamamlama sürelerinde önemli farklılıklar bulunmuştur. Öğrenciler, S-SG ortamında elektrostatik aktiviteleri tamamlamak için daha fazla zaman harcamıştır. Bu sonucu, S-SG ortamının daha etkileşimli ve derinlemesine bir deneyim sunduğu için olabileceği şeklinde yorumlamışlardır. Bu farklılıklar, öğrencilerin farklı öğrenme ortamlarında farklı hızlarda çalıştıklarını göstermektedir. Ancak, bu durum her öğrenci için geçerli olmayacağı ve bireysel farklılıklar da göz önünde bulundurulmuş farklı çalışmalara ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır.

Gao ve ark. (2018) sanal gerçeklikte kavisli bir görsel duvar düzeninin öğrenme ve geri getirme süreçlerini kolaylaştırmak için yeni bir yapay yer işaretinin (3 boyutlu görsel pin) üç yer işaretiyle (ızgara, görüntü ve bağlantı) birlikte uygulanmasının etkilerini incelemiştir. Araştırmada, katılımcıların kavisli duvarın görsel olarak karmaşık yapısını anlamalarına yardımcı olmak için sanal ortamda yapay yer işaretlerinin kullanımının etkilerini araştırmıştır. Bulgular, yapay yer işaretlerinin katılımcıların kavisli duvar düzenini anlamalarını kolaylaştırdığına ve geri getirmelerine yardımcı olduğunu göstermektedir. Bu çalışma sanal gerçeklikte karmaşık alanları öğrenme ve geri getirme performanslarını geliştirmek için yapay yer işaretlerinin kullanılabilirliğini göstermiştir.

Lindgren ve ark. (2016) etkileşimli bir S-SG ile aynı simülasyonun masaüstü versiyonu kullanan öğrencilerin performansını karşılaştırarak fen dersi öğrenme çıktıları üzerindeki etkilerini araştırmaktadır. Bu çalışma için meteor adlı oda boyutunda bir simülasyon geliştirilmiştir. Simülasyonu kullanan öğrencilerden, bir asteroidin yerçekimi kuvvetlerinin yakınına geldiğinde yörüngesi hakkında tahminlerde bulunmaları istenmiştir. Çalışmaya 113 yedinci sınıf öğrencisi katılmıştır. Öğrenciler seçkisiz olarak deney ve kontrol gruplarına atanmış ve deney grubu tüm vücut versiyonu kullanırken kontrol grubu masaüstü versiyonu kullanmıştır. Simülasyonu kullandıktan sonra, katılımcılara kuvvetler ve hareket, gezegen, astronomi kavramları ile bilim tutumları ve etkinlikleri hakkında sorular sorulmuş ve ön ve son testler web tabanlı bir anket aracılığıyla toplanmıştır. Öğrencilerin bedensel katılım derecesi, hislerini ve yetenekleri hakkındaki görüşleri için altılı bir likert ölçeği öğrencilere uygulanmıştır. Çalışmanın sonuçlarında, fare ve klavye kontrolleriyle aynı simülasyonu kullanan gruba kıyasla, bedensel katılımı yüksek etkileşimli S-SG kullanılan grupta fizikte kavramları canlandırma ve kritik fikirleri deneyimlemenin önemli öğrenme kazanımlarına yol açtığını ve daha olumlu tutumlar gösterdiklerini ifade etmişlerdir.

Passig ve ark. (2016) S-SG ve Masaüstü SG ortamlarını değerlendirme aracı olarak nasıl farklılar oluşturduğunu gözlemlemek için karşılaştırmışlardır. Araştırmaya ilkökul düzeyinde 117 çocuk katılmıştır. Çalışma deneysel yöntem ile yürütülmüştür. Bulgular, S-

SG ortamına katılan çocukların özellikle öğretim aşamasından iki hafta sonra transfer problemlerinde en yüksek bilişsel değiştirilebilirliği göstermiştir. Çocukların bilişsel değiştirilebilirliğinin yalnızca öğretimin gerçekleştirildiği temsil tarzından değil, aynı zamanda çocukların bilgisayarla etkileşim ve aracılık stratejilerinden de etkilendiği görülmüştür.

Özetle yukarıdaki araştırmalar sarmalayıcılığı daha yüksek S-SG ortamları ile diğer masaüstü SG veya 2 boyutlu ekranlarda sunulan öğrenme ortamlarını karşılaştırmış ve farklı sonuçlar bulmuştur. Bu farklılığın birinci nedeni sanal gerçeklik ortamları her konu için uygun olmayabilir. İkincisi bu ortamları tasarlarırken karşılaştırılan ortamların birbirine içerik ve materyal açısından denk olmaması çalışma sonuçlarını etkilemiş olabilir. Üçüncüsü sanal gerçeklik ortamları ile diğer ortamlar karşılaştırılırken bireysel farklılıkların yeterince dikkate alınmadığı ve bu grupların buna dikkat edilerek tasarlanmadığı göze çarpmaktadır. Bir sonraki başlıkta bu ortamları bireysel farklılıkları da dikkate alarak karşılaştıran çalışmalara yer verilmiştir.

### ***Bireysel Farklılıklar Bağlamında Sanal Gerçeklik Çalışmaları***

Sun ve ark. (2019) farklı uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin SG ve geleneksel öğrenme yöntemiyle yapılan öğrenme ortamlarındaki öğrenme performanslarını karşılaştırmıştır. 2 (yüksek ve düşük uzamsal yetenek) x 2 (sunum slaytları ve SG tabanlı öğrenme ortamları) faktöryel desende yürütülen bu çalışmaya 32 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerin uzamsal yeteneği, Vandenberg ve Kuse (1978) tarafından geliştirilen zihinsel döndürme testi kullanılarak ölçülmüştür. Çalışmada bir grup öğrenci S-SG ortamında astronomi eğitimi alırken bir grup öğrenci sunum slaytlarından oluşan geleneksel bir ortamda astronomi eğitimi almıştır. Bulgular geleneksel öğrenme grubundaki düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrencilere kıyasla daha fazla bilişsel yük taşıdığını bulmuştur. S-SG ortamı ise yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrenciler için bilişsel yükü azaltmış ve öğrenme performanslarını arttırmıştır. Bu sonuçların dengeleyici yetenek hipotezi ile bir yere kadar uyumlu olduğunu vurgulamışlardır. Düşük



uzamsal yeteneğe sahip öğrenciler her iki ortam da benzer performans göstermiştir. Bu sonuçlar, S-SG ortamlarının öğrenme üzerindeki potansiyelini ve öğrencilerin bireysel farklılıklarının S-SG tabanlı öğretimde nasıl bir etki yaratabileceğini göstermektedir.

Luursema ve ark. (2017) çalışmalarında farklı görsel-uzamsal yeteneklere sahip öğrencileri anatomik öğrenme için üç boyutlu ve iki boyutlu (bilgisayarlı tomografi resimleri) ortamlarda kıyaslamışlardır. Sonuçlar, üç boyutlu grubun verilen görevlerde önemli ölçüde daha iyi performans gösterdiğini ve düşük görsel-uzaysal yeteneğe sahip katılımcıların, 3 boyutlu ortamdaki yüksek görsel-uzaysal yeteneğe sahip olanlarla kıyasla daha fazla yararlandığını göstermiştir.

Huk (2006) farklı uzamsal yetenek kapasitelere sahip öğrencilerin farklı öğrenme ortamlarındaki performanslarını incelemiştir. Çalışma 2x2 faktöryel desende (3 boyutlu ortam- geleneksel ortam x zihinsel döndürme-görselleştirme) 106 biyoloji öğrencisi ile yürütülmüştür. Bulgular, yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrencilere göre üç boyutlu modellerle öğrenme sürecinden daha fazla fayda sağladığını göstermiştir. Yüksek uzamsal yeteneğe sahip olan öğrencilerin, düşük uzamsal yeteneğe sahip olan öğrencilere kıyasla 3 boyutlu modelleri daha uzun süre kullanmışlardır. Bunu düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerde bilişsel yükten kaynaklanabileceği veya bu öğrenciler için daha 3 boyutlu modellerin daha dikkat dağıtıcı etkiye sahip olabileceği şeklinde yorumlamışlardır. Ancak, düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrenciler için 3 boyutlu modellerin faydası daha az olduğu ve bazı durumlarda geleneksel öğrenme yöntemlerinin daha etkili olduğu ifade edilmiştir.

Smith ve Middleton (2003) hazırladıkları iki farklı ortam olan etkileşimli geometri uygulaması ile etkileşimi olmayan izlenebilir uygulamayı öğrencilerin görsel-uzamsal yeteneğine etkisini araştırmıştır. Araştırmaya 32 erkek öğrenci katılmıştır. Ve araştırmanın sonucunda etkileşimli geometri uygulaması ile etkileşimi olmayan izlenebilir ortam arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Ancak düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin etkileşimli geometri uygulamasında daha iyi performans gösterdiği

saptamışlardır. Etkileşimli olmayan uygulamada ise yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin daha iyi performans gösterdiğini bulmuşlardır.

Shi ve ark. (2020) iki boyutlu, üç boyutlu ve SG ortamlarında farklı görsel dikkat kalıplarının öğrenme görevlerinde uzamsal bilginin nasıl elde edildiğini ve uzamsal belleğin gelişimini incelemiştir. Çalışmaya 63 kişi katılmıştır. Bina uyumsuzluklarını belirlemeleri istenen çalışmada uygulama ortamı ile gerçek bina arasında 28 uyumsuzluk tasarlanmıştır. Örneğin; eksik pencere, kapı, kolonların yerinin değiştirilmesi, eksik havalandırma delikleri vb.. Deneyde, iki boyutlu, üç boyutlu ve S-SG gruplarına rastgele atanan katılımcılar tanıdık olmayan bir binanın tasarımını gözden geçirmesi ve ezberlemesi için beş dakika verilmiş ve ardından 15 dakika içinde tasarım ile gerçek gözlemler arasındaki tutarsızlıkları belirlemek için gerçek binaya gitmeleri istenmiştir. Gerçek bina ile uygulama ortamındaki bina tasarımındaki tutarsızlıkları belirlemeleri istenmiştir. Katılımcıların bakış pozisyonlarını ölçmek için göz takibi kullanılmıştır. İki boyutlu ve üç boyutlu grupları için monitöre monte edilen Tobii eye tracker 4C kullanılırken, S-SG grubu için, katılımcıların bakış hareketi verileri, SG gözlüğüne gömülü bir göz izleyici tarafından kaydedilmiştir. Sonuç olarak; uzamsal bellek gelişimi ve görsel dikkat arasında pozitif bir ilişki görülmüş ve üç boyutlu ve S-SG gruplarının genel uzamsal bellek gelişimi, iki boyutlu gruplardan daha iyi olduğunu saptamışlardır. S-SG grubundaki katılımcılar en yüksek etkili dikkat oranına iki boyutlu grubundaki katılımcılar ise en düşük etkili dikkat oranlarına sahip olmuş ve üç boyutlu ve S-SG gruplarının genel uzamsal bellek gelişimi, iki boyutlu gruplardan daha iyi olmuştur.

Lee ve Wong (2014) biyoloji dersinde masaüstü SG tabanlı öğrenme ortamının farklı uzamsal yeteneklere sahip öğrenenler üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Ön test-son test yarı deneysel desen kullanılan bu çalışmaya 431 lise öğrencisi katılmıştır. Deney grubundaki öğrenciler masaüstü SG ile kurbağa anatomisi dersi alırken, kontrol grubundaki öğrenciler slaytlardan oluşan geleneksel öğrenme yöntemleri ile derse katılmıştır. Her iki gruba da ön test, son test ve uzamsal yetenek testi uygulanmıştır. İki öğrenme türü arasındaki öğrenme içeriği farklılıklarını en aza indirmek için PowerPoint slaytlarında

masaüstü SG uygulamasına benzer metinler ve renkli resimler kullanılmış, ancak animasyon kullanılmamıştır. Kontrol gruplarında farklı okullardan ve sınıflardan farklı öğretmenler bulunmaktadır. Deneysel gruptaki masaüstü SG uygulamasını kullanan öğrenciler anatomik yapıyı döndürme, kaydırma, yakınlaştırma ve farklı bakış açılarından görebilecekleri şekilde tasarlanmıştır. Bulgulara göre, masaüstü SG kullanan öğrenciler daha iyi performans göstermiştir. Deney ve kontrol gruplarında düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin performansında önemli bir fark görülürken, yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrenenlerin performansında istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmamıştır. Sonuç olarak masaüstü SG tabanlı öğrenme ortamının, öğrencilere göre düşük uzamsal yetenekli öğrencilere daha fazla fayda sağladığını bulmuşlardır.

Jang ve ark. (2017) sanal bir iç kulak anatomik yapısını 3 boyutlu bir ortamda doğrudan etkileşime giren ve etkileşime girmeden pasif olarak görüntüleyen tıp öğrencilerini karşılaştırmışlardır. Öğrencilerin aynı görüntüye maruz kalması için yapıyı doğrudan manipüle eden öğrencilerin ekran kaydı alınarak aynı kayıt eşleştirildikleri öğrenciye pasif olarak izletilmiştir. Çalışmaya yaşları 20 ile 38 arasında değişen 76 tıp öğrencisi katılmıştır. Katılımcılar iç kulakla ilgili herhangi bir anatomi eğitimi almamışlardır. Öğrencilerin iç kulak anatomisine aşinalıkları için alan uzmanı ile geliştirilen bir anket uygulanmıştır. Uzamsal yeteneği ölçmek için ise 3 boyutlu bir yapıyı zihinsel olarak döndürme ve görselleştirme yeteneğini değerlendiren zihinsel döndürme testini uygulamışlardır. Ortamla etkileşime giren SG grubu joystick kullanarak iç kulak anatomik yapısını incelemiş daha sonra pasif izleme grubu diğer grubun hareketlerinin kaydını izledi. Böylelikle her iki grubun da tam olarak aynı bilgileri görüntülemesi sağlandı. Sonuçlar, SG grubundaki katılımcıların, son testte gözlemlenen yapıları başarılı bir şekilde oluşturma (çizme) olasılığının, izleme grubuna göre daha yüksek olduğunu göstermektedir. Ayrıca, manipülasyon (etkileşim grubu), düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrencilere, yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrencilere göre daha fazla fayda sağlamıştır.

Özetle yukarıda bahsedilen çalışmalar, farklı SG tabanlı öğrenme ortamlarını genellikle geleneksel öğrenme ortamlarıyla karşılaştırmıştır, ancak SG tabanlı öğrenme ortamlarının olası faydalarının yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrenciler için mi yoksa düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrenciler için mi daha fazla olduğu belirsizliğini korumaktadır. Bu bağlamda öğrenenlerin bireysel farklılıkları dikkate alınarak, farklı SG ortamlarındaki performansların öğrenenlerin bilişsel süreçlerini nasıl etkilediği üzerine daha çok araştırmalara ihtiyaç vardır.

## Bölüm 3

### Yöntem

Bu bölüm, araştırma modeli, çalışma grubu, veri toplama süreci, veri toplama araçları (sanal gerçeklik ortamları, geri getirme performans görevi, görsel uzamsal bellek-sayı döndürme testi, demografik bilgi formu) ve verilerin analizi, iç ve dış geçerlilik başlıklarından oluşmaktadır.

#### Araştırma Modeli

Bu çalışmada 3x2 gruplar arası faktöryel deneysel desen kullanılmıştır. Faktöryel desende, bağımlı değişken üzerinde aynı anda iki veya daha fazla bağımsız değişkenin etkisi incelenir (Büyüköztürk ve ark., 2008). Gruplar arası faktöryel desende bağımsız değişkenin seviyeleri desende önemli hale gelir. Faktöryel desen, bağımsız değişkenlerin düzeyleri esas alınarak kurgulanır. Faktöryel desen, farklı faktörlerin birbirleriyle nasıl etkileşime girdiğini de ortaya koyar (Montgomery, 2017). Bu bağlamda çalışmadaki bağımsız değişkenlerden olan farklı ortam türleri üç (Sessiz S-SG- Sesli S-SG- Masaüstü SG) ortamdır. İkinci faktör (görsel-uzamsal bellek ve zihinsel döndürme) iki farklı yetenek grubunu içermektedir.

Araştırmada gruplar oluşturulurken öncelikle öğrencilere yüksek ve düşük görsel uzamsal bellek (GUB) ve zihinsel döndürme kapasitelerini belirlemek amacıyla iki yetenekten (GUB ve zihinsel döndürme) oluşan "Görsel-Uzamsal Bellek-Sayı Döndürme Testi" uygulanmıştır. Sonuçlara göre yüksek ve düşük GUB ve zihinsel döndürme kapasitelerine sahip öğrenciler grup1, grup 2 ve grup 3'ten birine seçkisiz olarak atanmıştır. Oluşan 6 farklı durum özetlenmiştir (Tablo 1). Her bir gruba aynı uygulama farklı SG ortamlarında verilmiş uygulama sonunda son test olarak geri getirme performans görevi uygulanmıştır.

**Tablo 1***Araştırma Modelinin Gösterimi*

Gruplar (faktör1)	Uzamsal Yetenek Düzeyleri (Faktör 2)	Bellek Kapasiteleri	İŞLEM (Eğitim uygulaması)	Son test (Geri getirme görevi)
Grup1 (Sessiz S-SG)	Görsel Uzamsal bellek-	Düşük Yüksek	X1	T
	Zihinsel Döndürme	Düşük Yüksek	X1	T
Grup2 (Sesli S-SG)	Görsel Uzamsal- bellek	Düşük Yüksek	X1	T
	Zihinsel Döndürme	Düşük Yüksek	X1	T
Grup 3 (Masaüstü SG)	Görsel Uzamsal bellek-	Düşük Yüksek	X1	T
	Zihinsel Döndürme	Düşük Yüksek	X1	T

- G1: Sessiz S-SG Ortamı
- G2: Sesli S-SG
- G3: Masaüstü SG
- X1: Uygulama
- T: Geri Getirme Performans Görevi

**Araştırmanın Çalışma Grubu**

Araştırmanın çalışma grubu, anatomi eğitimi ile ilgili bir eğitim veya ders almamış 230 gönüllü lisans öğrenciden oluşmaktadır. 230 öğrenciye görsel-uzamsal bellek sayı döndürme testi uygulanmış ve bu testin alt boyutlarına göre GUB ve zihinsel döndürme kapasitelerine göre düşük ve yüksek katılımcılar belirlenerek gruplara ayrılmıştır (Tablo 2). Bu 230 öğrenciden ulaşılabilen 172 öğrenci i üç farklı sanal gerçeklik ortamından birine katılmıştır. 172 öğrenciden beş öğrencinin verisine teknik bir sıkıntıdan dolayı ulaşılamadığı için çıkarılmıştır. Böylece çalışmaya 167 öğrenci ile devam edilmiştir. Gönüllü öğrencilere ulaşmak için afiş hazırlanmış ve kampüsün farklı yerlerine asılmıştır ayrıca sosyal medya

hesaplarından da duyuru yapılmıştır. İletişime geçen gönüllü öğrencilere uygun bir gün ve saat belirlenerek çalışmaya katılımları sağlanmıştır.

**Tablo 2**

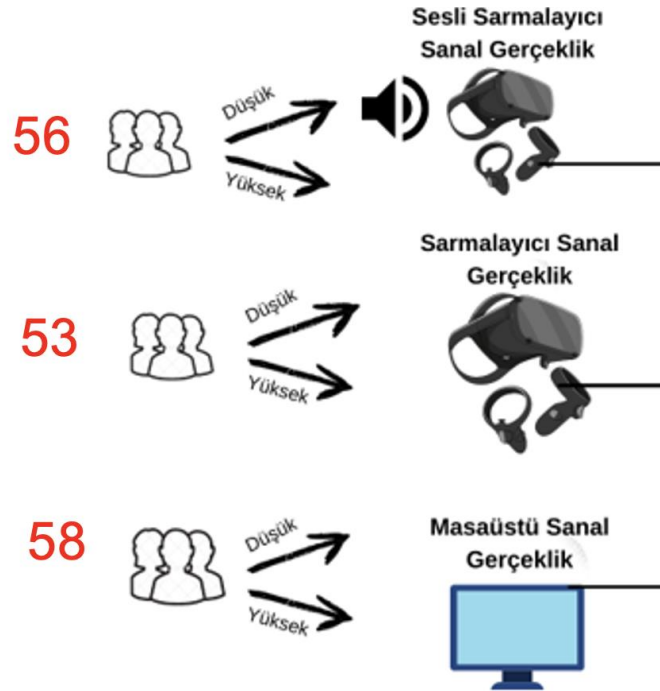
*Çalışma Grubunun Görsel Uzamsal Bellek ve Zihinsel Döndürme Kapasitelerine Göre Dağılımı*

		Zihinsel Döndürme		Toplam
		Düşük	Yüksek	
Görsel Uzamsal Bellek	Düşük	59	45	104
	Yüksek	64	62	126
Toplam		123	107	230

Çalışma grubunu oluşturan 167 gönüllü öğrencinin 56'sı sesli S-SG ortamına, 53'ü sessiz S-SG ortamına ve 58'i masaüstü SG ortamına katılmıştır (Şekil 4).

**Şekil 4**

*Çalışma Grubunun SG Ortamlarına Göre Dağılım Sayıları*



Araştırmanın çalışma grubunu oluşturan 167 öğrencinin 84'ü kadın, 83'ü erkektir. Katılımcıların SG ortamlarına göre cinsiyet dağılımları Tablo 3'te verilmiştir. Buna göre Masaüstü SG ortamına katılan öğrencilerin 28'i erkek, 30'u kadın olmak üzere toplam 58 öğrenci katılmıştır. Sesli S-SG ortamına katılan öğrencilerin 31'i erkek, 25'i kadın olmak üzere toplam 56 öğrenci katılmıştır. Sessiz S-SG ortamına katılan öğrencilerin 24'ü erkek, 29'u kadın olmak üzere toplam 53 öğrenci katılmıştır.

**Tablo 3**

*SG Ortam Türlerine Göre Cinsiyetin Dağılımı*

SG Türleri	Erkek	Kadın	Toplam
Masaüstü SG	28	30	58
Sesli S-SG	31	25	56
Sessiz S-SG	24	29	53
Toplam	83	84	167

Araştırmaya katılan öğrencilerin önceki SG ortamı deneyimlerinin katıldıkları SG ortam türlerine göre dağılımları tablo 4'te verilmiştir. Buna göre Masaüstü SG ortamına katılan öğrencilerin 8'inin kısmen SG deneyimi var, 8'inin SG deneyimi var, 42'sinin SG deneyimi yoktur. Sesli SG ortamına katılan öğrencilerin 9'unun kısmen SG deneyimi var, 6'sının SG deneyimi var, 41'inin SG deneyimi yoktur. Sessiz SG ortamına katılan öğrencilerin 8'inin kısmen SG deneyimi var, 10'unun SG deneyimi var, 35'inin SG deneyimi yoktur.

**Tablo 4**

*SG Ortam Türlerine Göre Öğrencilerin SG Ortamı Deneyimleri Dağılımları*

SG türleri	Kısmen	Var	Yok	Toplam
Masaüstü SG	8	8	42	58
Sesli S-SG	9	6	41	56
Sessiz S-SG	8	10	35	53
Toplam	25	24	118	167

Araştırmaya katılan öğrencilerin cinsiyetlerine göre SG ortamı deneyimleri dağılımları tablo 5'te verilmiştir Araştırmaya katılan 83 erkek öğrencinin SG ortam



deneyimleri 33'ünün kısmen var, 11'inin var ve 39'unun hiç yoktur. Araştırmaya katılan 84 kadın öğrencinin 3 boyutlu ortam deneyimleri 48'inin kısmen var, 11'inin var ve 25'inin hiç yoktur (Tablo 5).

**Tablo 5**

*Cinsiyetlerine Göre Öğrencilerin SG Ortamı Deneyimleri Dağılımları*

Cinsiyet	Kısmen	Var	Yok	Toplam
Erkek	33	11	39	83
Kadın	48	11	25	84
Toplam	81	22	64	167

Araştırmaya sekiz farklı fakültenen katılan öğrencilerin SG ortam türlerine göre dağılımları Tablo 6'da verilmiştir. Buna göre Edebiyat fakültesinden katılan öğrenci sayısı 17, eğitim fakültesinden katılan öğrenci sayısı 80, fen fakültesinden katılan öğrenci sayısı 2, güzel sanatlar fakültesinden katılan öğrenci sayısı 7, hukuk fakültesinden katılan öğrenci sayısı 2, İktisadi idari bilimler (İİBF) fakültesinden katılan öğrenci sayısı 19, iletişim fakültesinden katılan öğrenci sayısı 4, Mühendislik fakültesinden katılan öğrenci sayısı 36'dır. Toplamda 8 farklı fakültenen 167 öğrenci çalışmaya katılmıştır.

**Tablo 6**

*SG Ortam Türlerine Göre Öğrencilerin Fakülte Dağılımları*

Fakülteler	Masaüstü SG	Sesli SG	Sessiz SG	Toplam
Edebiyat	8	4	5	17
Eğitim	29	17	34	80
Fen	0	2	0	2
Güzel Sanatlar	1	1	5	7
Hukuk	1	0	1	2
İİBF	9	5	5	19
İletişim	2	2	0	4
Mühendislik	8	25	3	36
Toplam	58	56	53	167

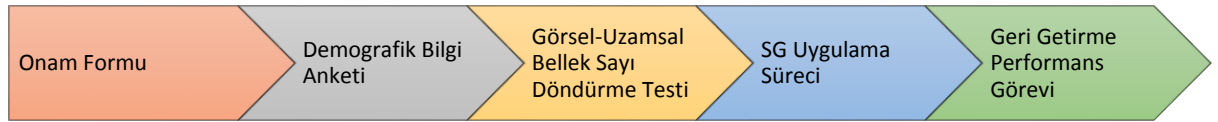
**Veri Toplama Süreci**

Veri toplama sürecinin aşamaları onam formu, demografik bilgi anketi, GUB sayı döndürme testi, SG uygulama süreci ve geri getirme görevi olmak üzere beş aşamadan

oluşmaktadır (şekil 5). Veri toplama sürecinde öncelikle gönüllü katılımcılar çalışmanın amacı, uygulama süreci ve çalışmanın etik iznini kapsayacak şekilde hazırlanan onam formu bilgilendirilmiştir. Ardından demografik bilgi anketi ile katılımcılar yaş, cinsiyet, 3 boyutlu ve SG ortam kullanım deneyimleri ve daha önce 3 boyutlu ve SG ortamlarında bir rahatsızlık yaşayıp yaşamadıkları gibi bilgiler alınmıştır. Daha önce 3 boyutlu ve SG ortamlarında rahatsızlık yaşadığını belirten katılımcılar çalışmaya dahil edilmemiştir. Daha sonra katılımcılara GUB-sayı döndürme testi uygulanmıştır.

### Şekil 5

#### Veri Toplama Sürecinin Aşamaları

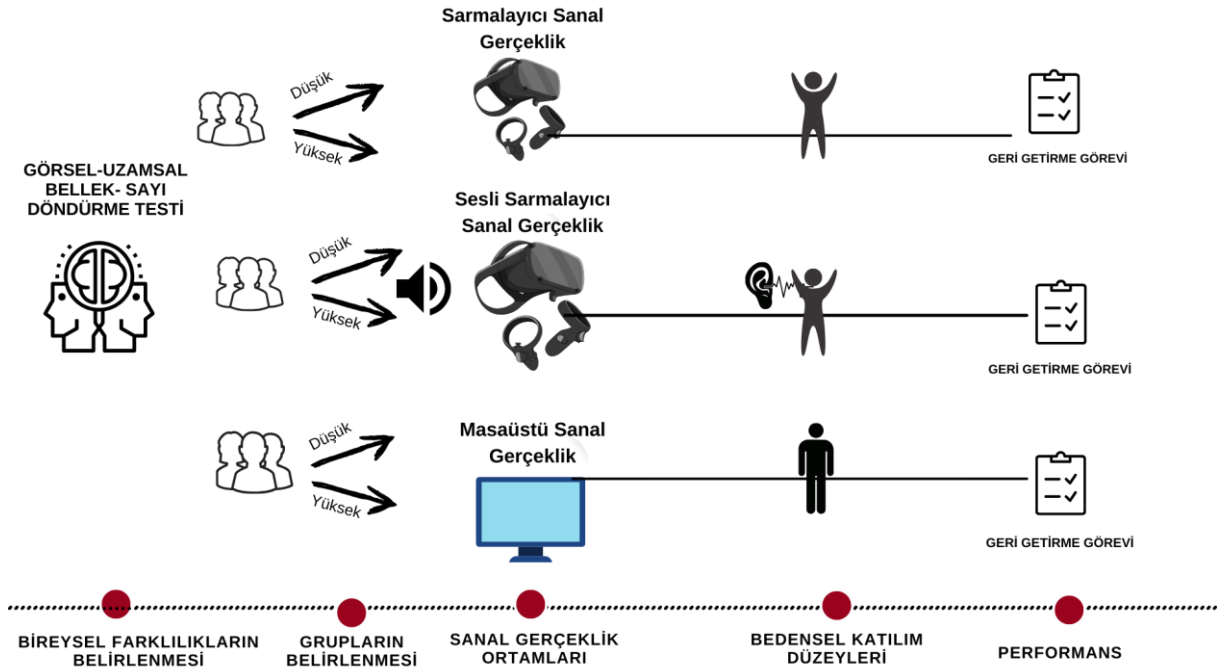


Görsel uzamsal çalışma belleği-sayı döndürme testi sonuçlarına göre öğrenciler düşük uzamsal yetenek ve yüksek uzamsal yetenek kapasitelerine göre SG uygulaması için Grup 1, Grup 2 ve Grup 3'e atanmışlardır (Şekil 6). Uygulama sürecinde Grup 1'deki öğrenciler sessiz SG ile uygulamaya katılırken, Grup 2'dekiler sessiz S-SG ortamının seslendirilmiş hali olan sesli S-SG ortamına katılmıştır. Grup 3'tekiler aynı uygulamaya ait masaüstü SG ortamını kullanarak klavye ve fare ile bir monitör başında uygulamaya katılmıştır (Şekil 7). Her üç sanal ortamda da uygulama toplam olarak her bir öğrenci için yaklaşık 30-35 dakika sürmüştür. Bu süre zarfında öğrenci eğitim uygulaması bölümünde maksimum 15 dakika kalabilmiştir. Veri toplanırken gerekli hijyen kurallarına dikkat edilmiştir. Her bir katılımcı için SG gözlük için tek kullanımlık göz bandı kullanılmıştır. Uygulama öncesi katılımcıların elleri dezenfekte edilmiştir. Her bir katılımcıya SG gözlüğü takılmadan önce yönergede olmasına rağmen kısaca joystickleri nasıl kullanacağı, kullanması gereken etkileşim tuşları ve bu tuşlara parmaklarını nasıl konumlandırması

gerektiği gösterilmiştir. Masaüstü SG ortamı kullanan katılımcılara ise klavye ve fare ile ortamla etkileşime geçeceği tuşlar gösterilmiştir.

## Şekil 6

### Deney Uygulama Süreci

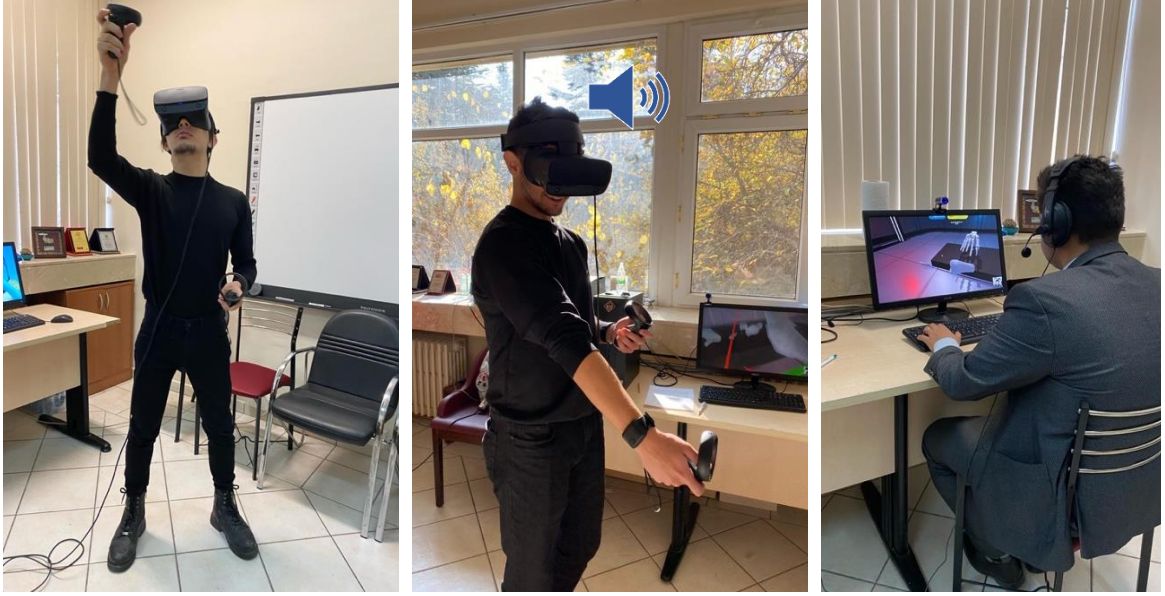


Her üç SG ortamında da öğrenciler ardışık olarak üç bölümden oluşan aşamalara katılmışlardır. Birinci bölümde öğrenciler, SG ortamında kullanılabilirlik sorunlarından kaçınmak için araştırmacı tarafından hazırlanan SG ortamı kullanımına yönelik dizi yönergeyi takip etmişlerdir. Yönerge bittikten sonra zar ve top oyunları ile tutma, atma ve döndürme gibi oyunlar oynayarak oyun konsolları (joystick) kullanımına alışmaları ve ortama ısınmaları sağlanmaya çalışılmıştır. Öğrenci kendisini ortam kullanımına hazır hissettikten sonra ikinci bölüm olan eğitim uygulamasında anatomik yapıyı incelemeye geçmektedir. Eğitim uygulamasında anatomik yapıyı inceleyip, çalışmışlardır ve maksimum kalma süresi 15 dk ile sınırlandırılmıştır. Anatomik yapıya ait eğitim uygulaması bölümünün bitmesinin ardından üçüncü bölüme geçerek iki farklı türde geri getirme performans görevi olarak hazırlanan bağlamsal ve bağlam bağımsız geri getirme görevlerini cevaplamışlardır.

Her öğrencinin eğitimde kalma süresi ve geri getirme performans görevi skorları otomatik olarak kişi bazında uygulama veri tabanına kaydedilmiştir.

## Şekil 7

### *Farklı SG Ortamlarından Uygulama Anı Görüntüleri*



Sessiz S-SG ortamı

Sesli S-SG ortamı

Masaüstü SG ortamı

## Sanal Gerçeklik Ortamları

Bu araştırmada öğrencilerin, GUB ve zihinsel döndürme kapasite düzeylerinin farklı SG ortamlarında geri getirme performansına olan etkisini incelemek amaçlanmıştır. Bu amaçla üç farklı sanal gerçeklik ortamı geliştirilmiş ve her bir SG ortamı aşağıda ayrıntılı olarak anlatılmıştır. Aynı materyal ve eş değer içeriğe sahip 3 boyutlu SG ortamları; hem S-SG hem sesli S-SG hem de masaüstü SG için uygun olacak şekilde Unity programında hazırlanmıştır. Kemikler Tıp Fakültesi Radyoloji ana bilim dalından alınan gerçek kemik görüntüleri olup tomografi görüntülerinden Blender ve Osirix yazılımları ile elde edilerek, obj formatına dönüştürülmüş ve UNITY'e aktarılmıştır. Dolayısıyla aynı eş değer içeriğe ve materyale sahip üç ortam tasarlanmıştır (bkz: Şekil 8). Sesli S-SG ortamı sessiz S-SG ortamının eğitim uygulaması anatomik yapı içeren bölümünün seslendirilmiş versiyonudur. Sesli S-SG ortamında içerik ve uygulama tamamen aynıdır tek farklılık öğrenci kemikler ile

etkileşime girdiğinde kemiklerin isimlerini sesli olarak da duymaktadır. Masaüstü SG de eğitim uygulaması olan anatomik yapı seslendirilmemiştir. Geliştirilen her üç sanal gerçeklik ortamı aşağıda alt başlıklarda ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

### Şekil 8

*Aynı Eşdeğer İçerikle Hazırlanan SG Ortamlarından Görüntüler*



S-SG Eğitim Uygulama Sürecinden Bir Sahne



Masaüstü SG Eğitim Uygulama Sürecinden Bir Sahne

### **Sessiz Sarmalayıcı Sanal Gerçeklik Ortamı**

Birinci ortam olan sessiz S-SG ortamında; öğrenci Oculus Rift'S SG gözlüğü ve oyun konsolu/kumandası ile eğitim uygulamasına katıldığı ortamdır. Bu ortam sessiz S-SG uygulamasıdır. Her üç SG ortamı gibi sessiz S-SG uygulama süreci de üç bölümden oluşmaktadır (Şekil 9). Birinci bölümde öğrencinin eğitim uygulamasını kullanamamadan kaynaklı sorunların önüne geçmek için ortam özelliklerini ve oyun kumandasını nasıl kullanacağına dair yönerge ve top atma ve zar atma-tutma-döndürme oyunlarını içeren ısındırma oyunlarından oluşmaktadır (Şekil 10 ve Şekil 11). İkinci bölüm eğitim uygulamasına geçiş yapılan ayak anatomisine ait kemiklerin çalışılacağı ortamdır. Burada öğrenciler ayak anatomisine ait ayak kemiklerini tek tek çalışabilir, oyun kumandası ile tutabilir, bırakabilir, 360° döndürebilir ve sanal ortamda yürüyerek kemiklerin etrafında gezinebilir. Her bir kemik ile etkileşime girdiğinde etkileşime girdiği kemiğin ismini sanal ortamın sağ üst bölümünde de görebilmektedir. Eğitim uygulamasında öğrenenlerin

anatomik yapıyı inceledikleri süreçte minimum çalışma süresi için sınır verilmemiş ancak maksimum çalışma süresi 15 dakika ile sınırlı tutulmuştur. Eğitim uygulamasında öğrenci çalıştıktan sonra kendisini hazır hissettiğinde “kendimizi değerlendirelim” bölümü olan üçüncü bölüme geçiş yapar. Değerlendirme bölümü geri getirme performans görevi olarak hazırlanan toplamda 18 çoktan seçmeli sorudan oluşmaktadır.

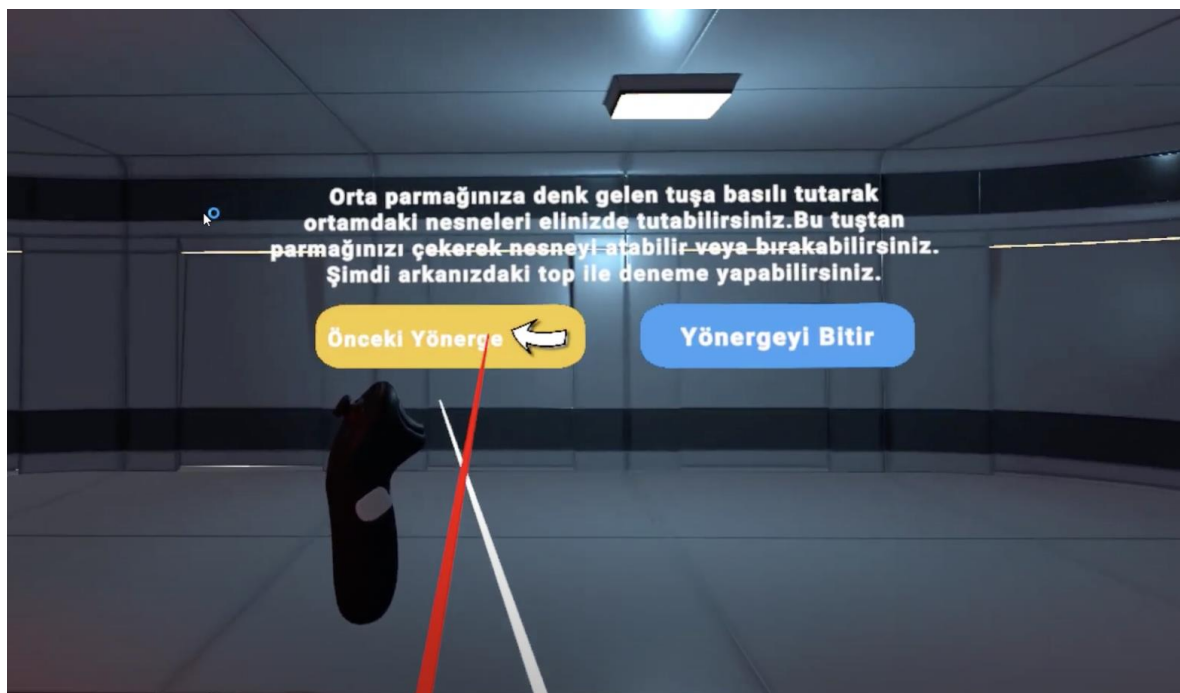
### Şekil 9

Üç SG Ortamının Uygulama Süreci Aşamaları



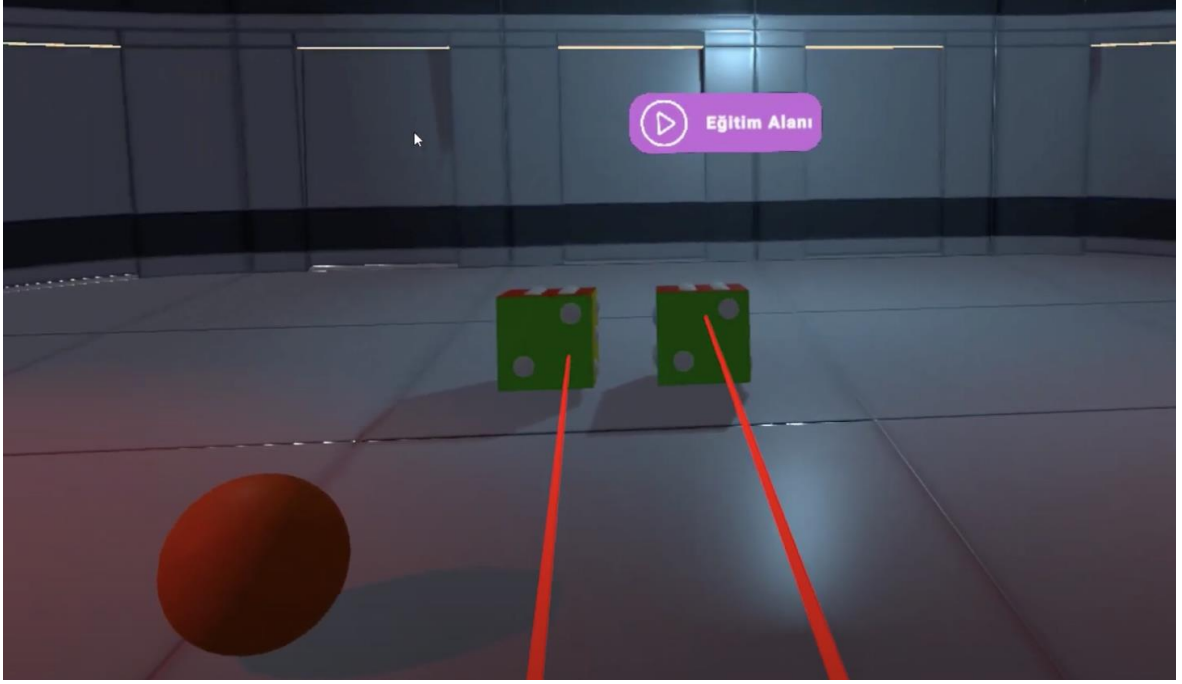
### Şekil 10

S-SG Ortamı Bölüm 1 Ekranından Yönerge Sahnesinden Bir Görüntü



## Şekil 11

*S-SG Ortamı Bölüm 1 Ekranında Oyun Sahnesinden Bir Görüntü (Top Atma-Zar Oyunu)*



### **Sesli Sarmalayıcı Sanal Gerçeklik Ortamı**

İkinci ortam olan Sesli S-SG ortamında; birinci ortam olan sessiz S-SG ortamının seslendirilmiş versiyonu kullanılmıştır. Tek farklılık, birinci sanal ortam olan sessiz S-SG'de etkileşime girdiği her kemiğin sadece ismini sanal ortamda sağ üst bölümünde görebilirken, sesli S-SG ortamda hem ismini görebilmekte hem de eş zamanlı olarak kemiğin ismini sesli olarak da duymaktadır. Öğrenci eğitim uygulaması sürecini tamamladıktan sonra "kendimizi değerlendirelim" butonuna tıklayarak geri getirme performans görev sorularını cevaplamıştır.

### **Masaüstü Sanal Gerçeklik Ortamı**

Üçüncü ortam olan ve aslında 2 boyutlu bir ekran üzerinde 3 boyutlu olarak UNITY çıktısı alınan Masaüstü SG ortamında ise, birinci ortam S-SG ile aynı eşdeğer içerik, materyal ve görsel (obj nesnelere) hazırlanmıştır. Ancak bu ortamda S-SG ortamlarından farklı olarak öğrenciler fare ve klavye kullanarak ortam ve kemiklerle 2 boyutlu bir ekran

aracılığı ile etkileşime girebilmektedir. Yine diğer iki S-SG ortamında olduğu gibi öğrenciler kemikleri tutabilir, bırakabilir, 360 derece döndürebilir ve kemiğin ismini sanal ortamın sağ üst bölümünde görebilir. Öğrenci diğer sesli ve sessiz S-SG ortamlarında olduğu gibi masaüstü SG ortamında da birinci bölümde; yönergeleri takip eder ve top atma, zar tutma oyunlarına oynayarak ortama ısınması sağlanmaktadır (Şekil 12). Kullanıcı zar atma ve top oyununu oynadıktan sonra kendini ortamı kullanmaya hazır hissettiğinde “eğitim alanı” butonunu tıklayarak eğitim uygulaması olan Bölüm 2’ye geçiş yapmaktadır (Şekil 13). Aynı şekilde diğer ortamlarda olduğu gibi bu ortamda da eğitim uygulamasında anatomik yapı olan ayak kemiklerine maksimum 15 dakika süre sınırı ile çalışır. Etkileşimi girdiği her kemiğin ismini ekranın sağ üst tarafında görebilir ancak sesini duyamaz. Eğitim uygulamasını da tamamladıktan sonra yine diğer ortamlar da olduğu gibi üçüncü bölüm olan “kendimizi değerlendirelim” bölümüne geçerek geri getirme performans görevini yerine getirir. Kendimizi değerlendirelim bölümünde geri getirme performans görev sorularını cevaplar. Öğrenciler kendimizi değerlendirelim bölümünde hangi SG ortamına katıldıysa yine aynı SG ortamında soruları cevaplamaktadır.

## Şekil 12

*Masaüstü SG Ortamı Bölüm 1 Yönerge Ekranından Bir Görüntü*





### Şekil 13

*Masaüstü SG Ortamı Bölüm 1 Ekranında Oyun Sahnesinden Bir Görüntü (Top Atma Ve Zar Oyunu)*



### Veri Toplama Araçları

Araştırmada veri toplama araçları olarak geri getirme performans görevi, GUB-sayı döndürme testi ve araştırmacı tarafından hazırlanan katılımcıların demografik bilgilerinin alınacağı form kullanılmıştır. Alt başlıklarda bu veri toplama araçları anlatılmıştır.

### **Görsel-Uzamsal Bellek-Sayı Döndürme Testi**

Bu çalışma kapsamında Blasko ve ark. (2004) tarafından geliştirilen ve Mazman ve Altun (2013) tarafından yenilenerek uyarlanan "Görsel-Uzamsal Bellek-Sayı Döndürme Testi" kullanılmıştır. E-prime 2.0'da aracı kullanılarak uyarladıkları bu test bu araştırma kapsamında E-prime 3.0 için kullanıma hazır hale getirilmiş ve E-prime 3.0 kullanılarak veriler bulut depolama yardımı ile toplanmıştır. Testin norm çalışması Mazman ve Altun (2013) tarafından yapılmış ve güvenilirliği için test tekrar test güvenilirlik katsayıları zihinsel döndürme skorları ve GUB skorları olmak üzere testin iki alt boyutu için tepki süreleri ve doğruluk bakımından incelenmiştir.

Çeşitli uzamsal görevlerin yer aldığı bu testte gösterilen sayıları zihinde döndürme ve döndürülen sayıların yönlerinin tepe noktalarını akılda tutma (görsel uzamsal bellek) olarak iki tür alt görev bulunmaktadır. Teste ilişkin örnek ekran görüntüsü aşağıda verilmiştir (şekil 14). Görsel 3, katılımcıların uzamsal testte zihinsel döndürme yaptığı 27 görevden biridir. Katılımcı, ekranda görülen sayı düz ise klavyeden “D” harfine, ayna görüntü bir başka ifadeyle ters bir görüntü ise “A” tuşuna basmıştır ve her bir soruda verdikleri cevabın doğruluk puanları ve tepki süreleri E-Prime 3.0 yazılımı yardımı ile kaydedilmiştir. Bu görev katılımcının zihinsel döndürme yaptığı uzamsal yetenek görevini içermektedir. Çünkü zihinsel döndürme yeteneği, katılımcıların üç boyutlu nesnelere zihinsel olarak ne kadar hızlı ve doğru bir şekilde döndürebildiklerini değerlendirir.

#### Şekil 14

*Görsel-Uzamsal Bellek-Sayı Döndürme Testi (Birinci Alt Görev-Zihinsel Döndürme)*

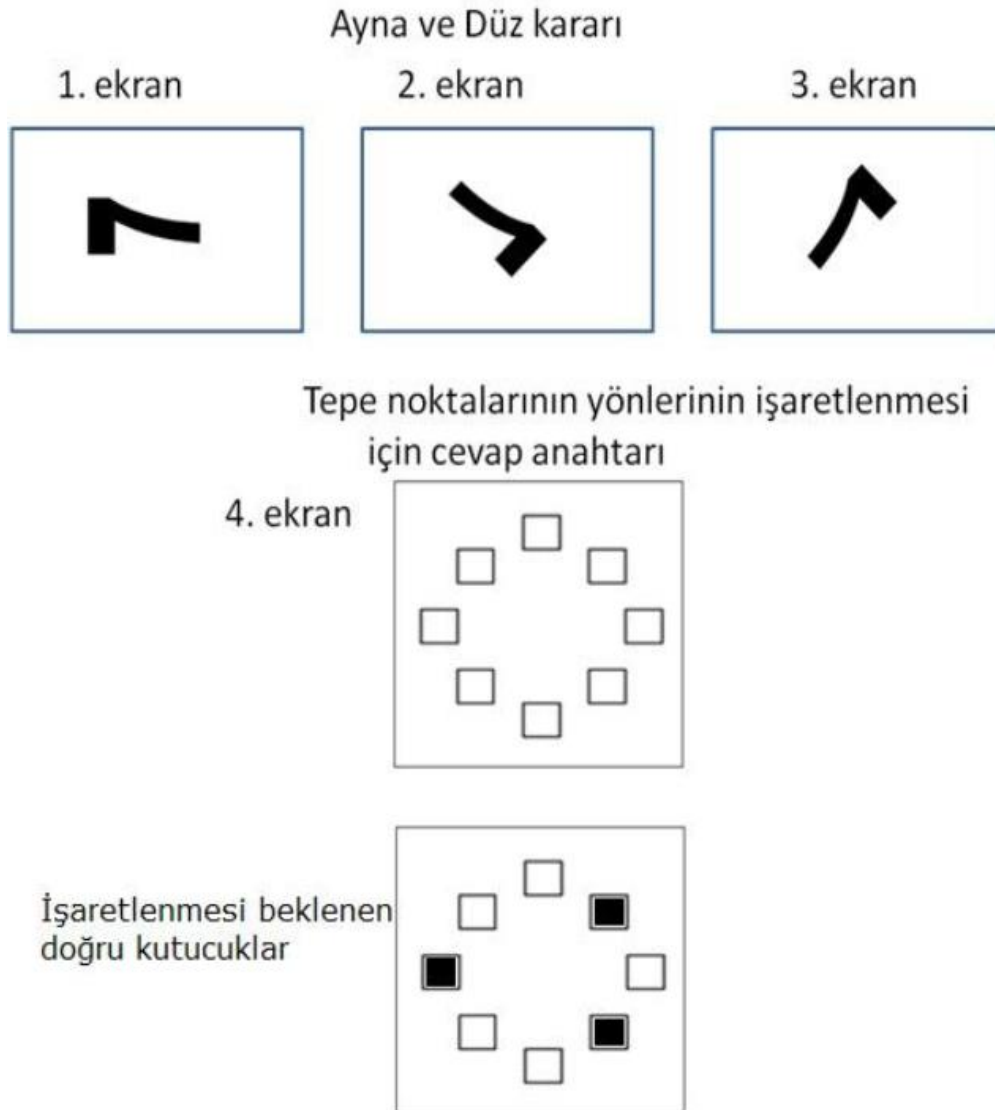


Katılımcılardan ekranda görünen rakamların ters mi düz mü olduğuna karar verirken aynı zamanda gördükleri rakamların tepe noktalarının hangi yönü gösterdiğini akılda tutmaları da istenmektedir. İşte sayıların tepe noktalarının hangi yöne baktığını hatırlamaları gereken bölüm çalışma belleği ile ilişkilendirilen GUB aşamasıdır. Çünkü görsel uzamsal çalışma belleği, bireyin uzamsal bilgileri kısa süreli bellekte tutma ve bu bilgileri işleme kapasitesini ölçer. Çalışma belleğinde bilgi tutumu geçici olarak ya GUB ya da fonolojik bellekte gerçekleşir. Şekil 15'te 1,2,3. Ekranda öğrenci ayna mı düz mü görüntü olduğuna karar vermiş ve 4. Ekranda bu 7 rakamının tepe noktalarının ilk üç ekranda hangi yöne baktığını hatırlayıp işaretlemesi beklenmektedir. Dolayısıyla bu aşamada yoğun

olarak görsel uzamsal çalışma belleğini kullanmaktadır. Bu şekilde git gide zorlaşan 9 set soru gelmiştir. Görsel uzamsal çalışma belleği sorusuna verilen cevabın doğru sayılması için tüm tepe noktalarının yönlerine verilen cevabın doğru işaretlenmesi beklenmektedir.

### Şekil 15

*Görsel-Uzamsal Bellek-Sayı Döndürme Testi (İkinci Alt Görev -Görsel Uzamsal Bellek)*



Bilişsel testlerin ölçülmesi genellikle testin amacına ve ölçmek istediği bilişsel yeteneklere bağlı olarak farklılık gösterir. Bruyer ve Brysbaert (2011) bilişsel testlerin ölçülmesi sonucunda doğruluk ve tepki sürelerini iki farklı puan yerine tek bir puan olarak ağırlıklandırmanın daha anlamlı olacağını belirtmişlerdir. Çünkü doğru sayısı ve tepki süresi arasında karşılıklı bir ilişki vardır. Bilişsel testlerde doğru sayısı ve tepki süresini beraber

ele alarak tek bir değişken puan üreten birtakım formüller önerilmektedir (Luft ve ark., 2013; Ratcliff, 2002; Townsend ve Ashby, 2014). Bu araştırmada ise Luft vd. (2013) tarafından önerilen toplam doğru sayısından yanlış sayısının çıkarılarak toplam ortalama tepki süresine bölünmesi ile hesaplanan genel etkinlik skoru indeksi (IES=inverse efficiency score) ile GUB ve zihinsel döndürme skorları hesaplanmıştır (Şekil 16).

## Şekil 16

*Etkinlik Skoru Formülü*

$$\text{Etkinlik skoru} = \frac{\text{Doğru cevap sayısı}-\text{Yanlış cevap sayısı}}{\text{Ortalama tepki süresi}}$$

## ***Geri Getirme Performans Görevi***

Farklı sanal gerçeklik ortamlarında anatomi eğitimi almamış katılımcıların ortamda almış oldukları ayak kemik anatomisi eğitim uygulamasındaki öğrenme süreçlerini değerlendirme amacıyla geri getirme performans görevi hazırlanmıştır. Çalışmaya anatomi dersi veya eğitimi almayan öğrenciler dâhil edildiği için ön bilgilerinin olmadığı varsayılmış ve ön test yapılmamıştır.

Geri getirme performans görevi bağlamsal görev (Görev 1) ve bağlam bağımsız görev (Görev 2) olmak üzere iki alt görevden oluşmaktadır. Görev 1’de (Bağlamsal görev) öğrenciye sorulan kemik, bütün kemik yapısı içinde diğer komşu kemikleri de görebileceği şekilde sorulmaktadır. Başka bir ifadeyle öğrencilerin bir objeyi (kemik) çevresiyle birlikte hatırlamalarını sağlar. Bu, bilgiyi daha geniş bir bağlamda işleme ve entegrasyon yeteneğine dayanır (Godden ve Baddeley, 1975). GUB, öğelerin uzaysal konumlarını veya ilişkilerini hatırlama yeteneğini test eder ve bu bağlamsal görevde önemli bir rol oynayabilir. Bu süreç, öğrencilerin hem görsel bilgiyi hem de uzamsal bilgiyi kullanarak bir zihinsel harita veya model oluşturmalarını gerektirir. Öğrenciler, görsel uzamsal belleklerini kullanarak,

sorulan kemiğin yerini ve çevresindeki diğer kemiklerle olan bağlantılarını hatırlamaya çalışırlar.

Görev 2’de ise (bağlam bağımsız görev) kemikler ekrana tek tek gelmektedir. Öğrenci kemiği ilişkin soruyu cevaplarken diğer komşu kemikleri veya ayak anatomisine ait yapıyı görememektedir. Bu da öğrencilerin yalıtılmış bilgileri hatırlamaları ve zihinsel olarak yeniden yerleştirmeleri gerekmektedir, bu da farklı bir zihinsel süreci işaret eder (Tulving ve Thomson, 1973). Öğrenciler soruları cevaplarken süre sınırı verilmemiştir.

Her üç SG uygulamasında eğitim uygulamasında ayak anatomisine ait kemikleri öğrenciler çalıştıktan sonra kendilerini hazır hissettiklerinde “kendimizi değerlendirelim” butonuna tıklayarak yaparak devam ettikleri SG ortamında geri getirme performans görevlerine ilişkin Görev 1 (bağlamsal görev) ve Görev 2’yi (bağlam bağımsız görev) cevaplamıştır. Böylelikle eğitim uygulaması ile geri getirme performans görevi öğrencinin katıldığı aynı ortamda sunulmuştur. Şekil 17’de masaüstü SG ortamından bağlamsal ve bağlam bağımsız (Şekil 18) göreve ait soru ekranları verilmiştir. Görüldüğü üzere Şekil 17’te anatomik yapı bütün olarak bağlamı içerisinde verilerek soru gelmiştir. Şekil 18’de ise kemikler tek tek ekranın sol tarafında gelmekte ve o kemiğe ilişkin soru gelmektedir.

## Şekil 17

### *Bağlamsal Göreve İlişkin Soru Örneği*



## Şekil 18

*Bağlam Bağımsız Göreve İlişkin Soru Örneği*



## **Sarmalayıcı Sanal Gerçeklik Ortamları için Kullanılan SG Gözlüğü**

Bu araştırma kapsamında geliştirilen üç farklı sanal gerçeklik ortamının ikisi sarmalayıcı sanal gerçeklik ortamı olduğu için iki ortamda (Sessiz S-SG ve Sesli S-SG) başa takılan SG gözlük ve joystick kullanılmıştır. Bu araştırma kapsamında kullanılan SG gözlüğü Oculus Rift-S modelidir (Şekil 19). Oculus yazılımı ile bilgisayara entegre çalışabilmektedir. Kullanıcının hangi yöne baktığını sanal ortama aktarır ve harici sensörlere gerek kalmadan sanal ortam içinde hareket edebilmesini sağlar. İki adet joystick (kumandası) bulunmaktadır. Bu kumandalar yardımı ile kullanıcı sanal ortamdaki nesnelere farklı etkileşimlere girebilmektedir.

## Şekil 19

*Sanal Gerçeklik Ortamlarında Kullanılan Oculus Rift-S SG Gözlüğü*



### **Demografik Bilgiler Formu**

Katılımcıların iletişim bilgileri, yaş, cinsiyet, sınıf, SG deneyimleri ve daha önce 3 boyutlu veya SG ortamlarında rahatsızlık yaşayıp yaşamadıkları gibi bilgileri almak için araştırmacı tarafından hazırlanmıştır. Bu formdaki bilgilere göre eğer gönüllü katılımcı daha önce 3 boyutlu veya SG ortamlarında rahatsızlık yaşadığına çalışmaya dâhil edilmemiştir.

### **Verilerin Analizi**

Araştırma soruları Tablo 7'de belirtilen analiz yöntemleri ile analiz edilmiştir. Araştırma verileri 0,95 güven aralığında analiz edilmiştir.

**Tablo 7**

#### *Verilerin Analiz Yöntemleri*

Araştırma Sorusu	Veri Analiz Yöntemleri	Araçlar
GUB ve zihinsel döndürme kapasitelerine öğrencilerin farklı SG ortamlarındaki geri getirme performansları anlamlı bir farklılık göstermekte midir?	İki Yönlü Faktöryel Anova	E-Prime 3 SPSS
Öğrencilerin GUB ve zihinsel döndürme kapasitelerine göre geri getirme performansları anlamlı bir farklılık göstermekte midir?	Bağımsız örneklem-t-testi	E-Prime 3 SPSS Excel
Farklı SG ortamlarına göre öğrencilerin geri getirme performansları anlamlı bir farklılık göstermekte midir?	Tek yönlü -Anova	SPSS
GUB ve zihinsel döndürme kapasitelerine göre öğrencilerin geri getirme performansları cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?	İki Yönlü Faktöryel Anova	E-Prime 3 SPSS Excel
Öğrencilerin sesli sanal gerçeklik ortamında geri getirme performansları eğitmenin cinsiyetine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?	İki Yönlü Faktöryel Anova	SPSS
Farklı SG ortamlarında GUB ve zihinsel döndürme kapasitelerine göre öğrencilerin eğitim uygulamasında kalma süreleri anlamlı bir farklılık göstermekte midir?	İki Yönlü Faktöryel Anova	E-Prime 3 SPSS

*GUB: Görsel Uzamsal Bellek*

### **Geri Getirme Performans Görevinin Madde Analizleri**

Geri getirme performans görevi araştırmanın bağımlı değişkeni olup, bağlamsal görev (10 soru) ve bağlam bağımsız görev (10 soru) toplamda 20 soru tıp eğitimi anabilim dalı anatomi alanında iki öğretim üyesinin görüşü alınarak oluşturulmuştur. Ancak bağlam

bağımsız görevinde biri teknik sorun nedeniyle biri madde analizleri sonucu potansiyel problemlili olduğu için 2 soru çıkarılarak 8 soru ile sonraki analizlere devam edilmiştir. Geri getirme performans görevi soruları, eğitim uygulamasında öğrencilerin sanal gerçeklik ortamı öğrenme sürecinde inceleyip çalıştığı ayak kemiklerine ilişkin sorulardan oluşmaktadır.

**Görev 1-Bağlamsal Görev Madde Analizi.** Eğitim uygulaması sonunda 10 sorudan oluşan görev 1: bağlamsal göreve 181 öğrenci katılmıştır. Bu görevi eğitim uygulamasından sonra kendimizi değerlendirelim bölümünde bireysel olarak sanal ortamda cevaplamışlardır. Madde analizleri TAP (test-analysis program) programında analiz edilmiş ve bazı test istatistikleri Tablo 8'de verilmiştir.

### Tablo 8

#### *Görev 1 Bağlamsal Göreve İlişkin Test İstatistikleri*

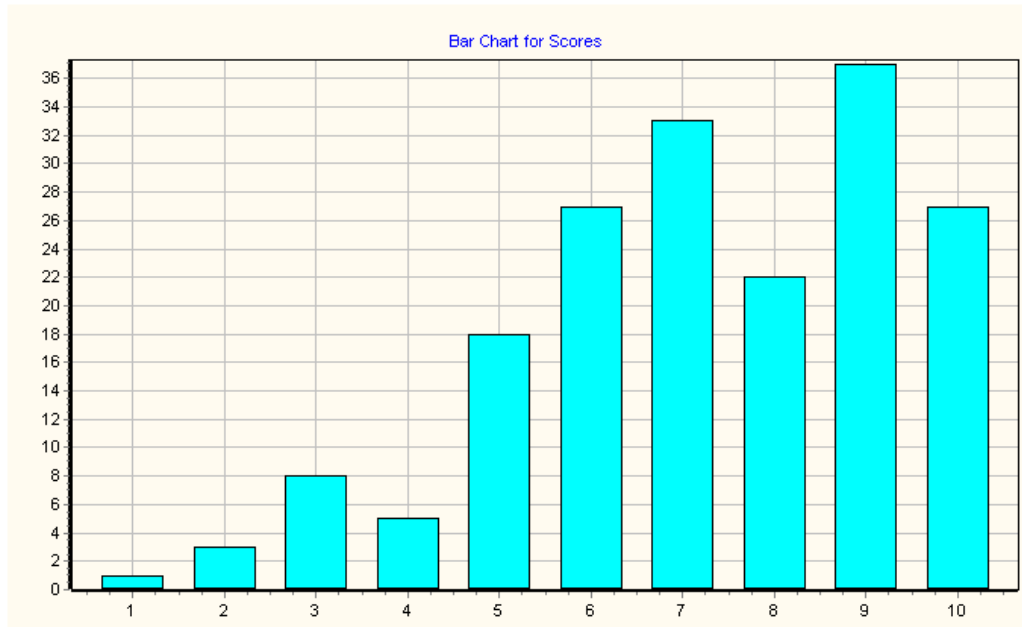
Test İstatistikleri	Değer
En Düşük	1
En Yüksek	10
Ortanca	7.000
Ortalama	7.254
Standart Sapma	2.082
Çarpıklık	-0.590
Basıklık	-0.230

Tablo 8 incelendiği zaman verilen doğru cevapların ortalaması (7.2) ortanca değeri (7.0)'dir. Öğrencilerin yanıtlarına ilişkin standart sapma (2.08)'dir. Kurtosis ve Skewness değerleri -1.5 ile +1.5 olduğu zaman, normal dağılım olduğu kabul edilmektedir (Tabachnick ve Fidell, 2013). Buna göre, test sonuçlarında görülen çarpıklık (-.59) ve basıklık (-.23) değerleri incelendiğinde sonuçların normal dağılım göstermiştir. Öğrenciler bu görevde en düşük 1 puan, en yüksek 10 puan almıştır.



## Şekil 20

### Görev 1 Bağlamsal Göreve İlişkin Doğru Cevapların Dağılımı



Öğrencilerin görev 1 testine verdikleri doğru yanıtların dağılımı incelendiğinde dağılım oranlarının büyük oranda 6 -10 puan aralığındadır (Şekil 20). Öğrencilerin görev 1 'e ilişkin cevap vermiş oldukları testin geçerliğine ve güvenilirliğine yönelik analizler yapılmıştır.

## Tablo 9

### Görev 1 Bağlamsal Görevin Madde Güçlük İndekslerine İlişkin Bulgular

Maddeler	Madde Güçlüğü (pj)	Yorum
1	0,45	Orta güçlükte
2	0,55	Kolay
3	0,86	ÇK
4	0,50	Kolay
5	0,88	ÇK
6	0,66	Kolay
7	0,88	ÇK
8	0,86	ÇK
9	0,78	ÇK
10	0,83	ÇK

Çok Kolay: ÇK

Testin geçerliliği için madde ayırt edicilik ve madde güçlük değerleri incelenmiştir. Madde güçlük indeksi değeri testin ne kadar kolay ya da zor olduğunu gösterir. Madde güçlük indeksine ilişkin analizler Tablo 9'da verilmiştir. Madde güçlük indeksi 1'e yaklaştıkça kolay, 0'a yaklaştıkça zor madde olarak yorumlanmaktadır. Madde güçlük indeksinde ise 0.29 ve altı zor madde, 0.30 ve 0.49 orta güçlükte, 0.50 ve 0.69 kolay, 0.70 ve üstü çok kolay maddedir (Baykul 2010; Başol 2015; Büyüköztürk vd. 2014). Bu bağlamda görev 1'in zordan kolaya doğru maddelerin sıralanışı şu şekildedir: 5,7,3,8,10,9,6,2,4,1 (Tablo 9).

**Tablo 10**

*Maddelerin Madde Ayırt Edicilik İndeksleri*

Maddeler	Alt grup Doğru_Sayısı	Üst grup Doğru_Sayısı	Madde_ayırt ediciliği (r <sub>jx</sub> )	Yorum
1	11 (0.18)	52 (0.81)	0.64	Çok iyi
2	17 (0.27)	55 (0.86)	0.59	Çok iyi
3	41 (0.66)	60 (0.94)	0.28	Düzeltilmeli
4	12 (0.19)	58 (0.91)	0.71	Çok iyi
5	47 (0.76)	63 (0.98)	0.23	Düzeltilmeli
6	23 (0.37)	61 (0.95)	0.58	Çok iyi
7	42 (0.68)	64 (1.00)	0.32	Çok iyi
8	37 (0.60)	64 (1.00)	0.4	Çok iyi
9	37 (0.60)	63 (0.98)	0.39	İyi
10	36 (0.58)	63 (0.98)	0.4	Çok iyi

Madde ayırt edicilik indeksi ise testteki bir maddenin ölçmek istenen özelliği gerçekten ölçüp ölçemediği ile ilgilidir. Madde ayırt edicilik indeksinde 0.20 altı olan maddeler testten çıkarılmalı, 0.20-0.29 arası düzeltilmeli, 0,30 ve 0,39 oldukça iyi madde ama geliştirilebilir, 0.40 ve üstü ise çok iyi madde olarak kabul edilmektedir (Baykul 2010; Başol 2015; Büyüköztürk vd. 2014). Tablo 10 incelendiğinde madde ayırt edicilik indeksi .20'den küçük değer olmadığı için görev 1'den herhangi bir madde çıkarılma durumu olmamıştır.

**Tablo 11***Görev1'e İlişkin Madde Silindiğinde KR20 Değişimleri*

Maddeler	Madde_silindiğinde ortalama	Madde_silindiğinde standart sapma	Madde_silindiğinde KR-20 İndeksi
1	6.807	1.848	0.638
2	6.707	1.88	0.654
3	6.392	1.948	0.648
4	6.757	1.835	0.631
5	6.37	1.986	0.662
6	6.591	1.868	0.64
7	6.376	1.964	0.653
8	6.398	1.912	0.631
9	6.47	1.931	0.655
10	6.42	1.898	0.629

KR20 (0.668)

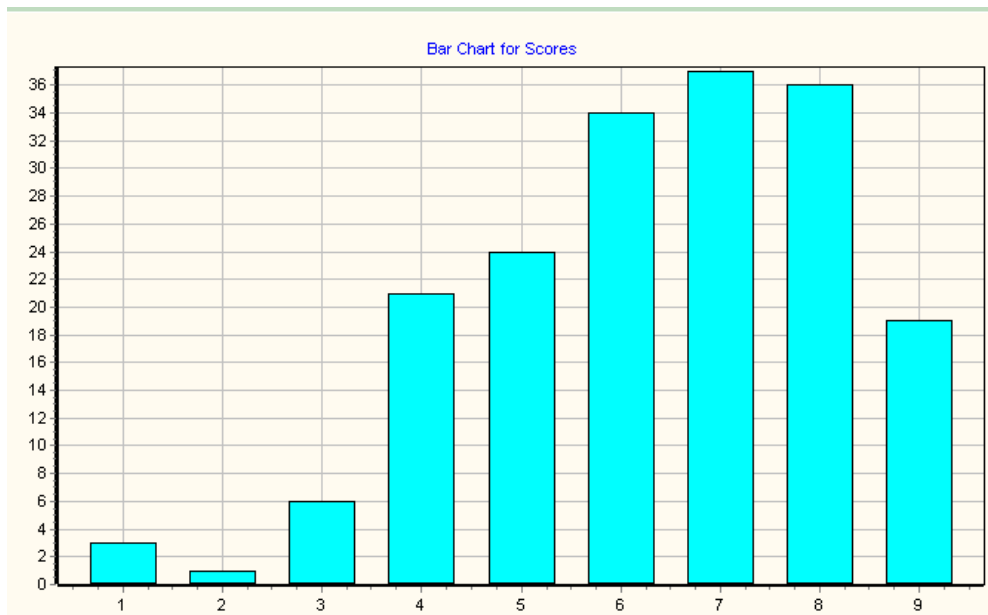
Görev 1'in güvenilirliği için Kuder-Richardson 20 (KR-20) güvenilirlik indeksi tablosu incelenmiştir (Tablo 11). KR-20 değeri maddelerin birbiri ile ne derecede tutarlı olduğunu göstermektedir. Tablo 11 incelendiğinde ilgili madde testte atılırsa, testin KR20 güvenilirlik indeksinin nasıl değişeceği görülmektedir. 0.60 ve yukarısı testin oldukça güvenilir olduğu şeklinde yorumlanmaktadır (Alpar, 2013). Bu bakımdan tablo incelendiğinde testten herhangi bir madde çıkarılırsa KR20 değerinin (0.668) düşeceğini dolayısıyla güvenilirliğinin düşeceğini söyleyebiliriz. Bu nedenle herhangi bir madde görev 1'den çıkarılmamış ve 10 madde ile analizlere devam edilmiştir.

**Görev 2- Bağlam Bağımsız Görev Madde Analizi.** Eğitim uygulaması sonunda 10 sorudan oluşan görev 2 bağlam bağımsız göreve 181 öğrenci katılmıştır. Teknik açıdan sorunlu 1 soru çıkarılarak analize 9 soru üzerinden devam edilmiştir. Bu görevi eğitim uygulamasının hemen sonunda kendimizi değerlendirelim bölümünde ardışık olarak görev1 den sonra görev 2 bağlam bağımsız görevi cevaplamışlardır. Tüm öğrenciler devam ettikleri aynı sanal gerçeklik ortamında bireysel olarak cevaplamışlardır. Madde analizleri TAP (test analysis program) programında analiz edilmiş ve sonuçlar Tablo 12' de verilmiştir.

**Tablo 12***Görev 2 Bağlam Bağımsız Göreve İlişkin Test İstatistikleri*

Test İstatistikleri	Değer
En Düşük	1
En Yüksek	9
Ortanca	7.000
Ortalama	6.348
Standart Sapma	1.795
Çarpıklık	-0.546
Basıklık	-0.073

Tablo 12 incelendiği zaman verilen doğru cevapların ortalamasının 6.3 ortancası 7.0'dir. Katılımcıların vermiş oldukları yanıtlara ilişkin standart sapma değeri 1.79'dur. Kurtosis ve Skewness değerleri -1.5 ile +1.5 olduğu zaman normal dağılım olduğu kabul edilmektedir (Tabachnick and Fidell, 2013). Çarpıklık (-.54) ve basıklık (-.07) değerleri incelendiğinde test sonuçları normal dağılım göstermiştir. Öğrenciler Görev 2 getirme performans görevi sonucunda en düşük 1 puan, en yüksek 9 puan almıştır.

**Şekil 21***Görev 2 Bağlam Bağımsız Göreve İlişkin Doğru Cevap Dağılımları*

Öğrencilerin görev 2 bağlam bağımsız göreve ilişkin maddelere verdikleri doğru yanıtların dağılımlarının büyük oranda 6- 8 puan aralığında olduğu görülmektedir (Şekil 21).

Görev 2 bağlam bağımsız göreve ilişkin alınan yanıtlar doğrultusunda geçerliğine ve güvenilirliğine yönelik analizler yapılmıştır.

**Tablo 13**

*Görev 2 Bağlam Bağımsız Göreve İlişkin Madde Güçlük İndekslerine İlişkin Bulgular*

Maddeler	Madde_Güçlüğü (pj)	Yorum
1	0,65	Kolay
2	0,61	Kolay
3	0,3	Orta güçlükte
4#	0,95	ÇK
5	0,87	ÇK
6	0,82	ÇK
7	0,69	ÇK
8	0,56	Kolay
9	0,9	ÇK

# potansiyel problemleri madde, Çok Kolay: ÇK

Geri getirme performans görevi geçerliliği için madde ayırt edicilik ve madde güçlük değerleri incelenmiştir. Madde güçlük indeksi değeri testin ne kadar kolay ya da zor olduğunu gösterir. Maddelerin güçlük indekslerine ilişkin değerler Tablo 13'te verilmiştir. Madde güçlük indeksi 1'e yaklaştıkça kolay, 0'a yaklaştıkça zor madde olarak yorumlanmaktadır. Bu bağlamda görev 2'in zordan kolaya doğru maddelerin sıralanışı şu şekildedir: 3,8,2,1,7,6,5,9,4.

**Tablo 14**

*Görev 2 Bağlam Bağımsız Göreve İlişkin Maddelerin Madde Ayırt Edicilik İndeksleri*

Maddeler	Alt grup D.S.	Üst grup D.S.	Madde_ayırt ediciliği (r <sub>ij</sub> )	Yorum
1	15	51 (0,93)	0,65	ÇK
2	22	50 (0,91)	0,51	ÇK
3	3	42 (0,76)	0,71	ÇK
4#	49	53 (0,96)	0,07	Çıkarılmalı
5	36	55 (1,00)	0,35	İyi
6	33	55 (1,00)	0,4	ÇK
7	23	52 (0,95)	0,53	ÇK
8	10	46 (0,84)	0,65	ÇK
9	36	55 (1,00)	0,35	İyi

# potansiyel problemleri madde; Çok iyi: ÇK; Doğru sayısı: D.S.

Madde ayırt edicilik indeksinde 0,20 altı olan maddeler testten çıkarılmalı, 0.20-0.29 arası düzeltilmeli, 0.30 ve 0.39 oldukça iyi madde ama geliştirilebilir, 0.40 ve üstü ise çok iyi maddedir. Madde güçlük indeksinde ise 0.29 ve altı zor madde, 0.30 ve 0.49 orta güçlükte, 0.50 ve 0.69 kolay, 0.70 ve üstü çok kolay maddedir (Baykul, 2015). Buna göre TAP analiz programı analizlerinde (bkz: Tablo 14) potansiyel problemleri gördüğü 4. madde madde ayırt edicilik indeksi ( $p=0.07$ ) zayıf ve madde güçlük indeksi ( $p=0.95$ ) çok kolay olduğu için testten çıkarılarak analizlere 8 soru ile devam edilmiştir.

**Tablo 15**

*Görev 2 Bağlam Bağımsız Göreve İlişkin Madde Silindiğinde KR20 Değişimleri*

Maddeler	Madde_silindiğinde ortalama	Madde_silindiğinde standart sapma	Madde_silindiğinde KR-20 İndeksi
1	5,702	1,566	0,533
2	5,74	1,663	0,607+
3	6,044	1,58	0,536
4	5,398	1,755	0,590+
5	5,475	1,647	0,542
6	5,525	1,664	0,569
7	5,657	1,626	0,571
8	5,79	1,57	0,545
9	5,453	1,643	0,532

KR20 (0.588)

Testin güvenilirliği için KR20 değerine bakılmıştır. KR20 değeri testin maddelerinin birbirleriyle ne derece tutarlı olduğunu gösteren yeni iç tutarlığın ölçüsüdür. Testin KR20 değeri ( $p=0,588$ ). Tablo 15'te ilgili maddeler testten atıldığı zaman testin KR20 güvenilirlik indeksinin nasıl değişeceği görülmektedir. TAP analizinin de yukarıda madde güçlük ve madde ayırt edicilik indekslerine bağlı olarak potansiyel problemleri gördüğü 4. madde atıldığında testin KR20 güvenilirlik indeksinin 0.588'den 0.590'e yükseleceği görülmektedir. Bu sonuçlar da yine 4. maddenin çıkarılması gerektiğini destekler niteliktedir. Böylelikle görev 2 bağlam bağımsız göreve ilişkin 8 soru ile analizlere devam edilmiştir.

## İç ve Dış Geçerlik

Bir araştırmanın iç geçerliliği; bağımlı değişkendeki değişimin yalnızca bağımsız değişkenden kaynaklanma derecesidir. Araştırmalar olabilecek iç geçerlik tehditleri; denek özellikleri, denek kaybı, deneklerin tutumu, regresyon, tarih, olgunlaşma, mekân, veri toplama araçları ve kullanımı, uygulama, ön test etkisi olarak sayılabilir.

Fraenkel ve ark. (2018) iç geçerlik tehditlerini 4 yol ile azaltılabileceğini ifade etmiştir. Çalışma koşullarını standartlaştırılması, katılımcıların iyi tanınması, çalışma detaylarının iyi açıklanması, planlanması, uygun desen seçimi ile araştırmada bu tehditler kontrol altına alınabileceği ifade edilmektedir. Çalışmaya katılım gönüllü ve istekli öğrencilerden olduğu için denek kaybı yaşanmamış, kontrol altına alınmıştır. Bu bağlamda bu çalışma kapsamında tüm katılımcılar aynı odada aynı bilgisayarda aynı koşullarda yaklaşık 30-40 dakika süre ile çalışmaya alınmıştır. Çalışmaya anatomi dersi almamış ve anatomi bilgisi olmayan öğrenciler alındığı için ön bilgilerinin olmadığı varsayılmış ve ön test yapılmamıştır böylelikle olası ön test etkisinin önüne geçilmiştir. Veri toplama araçlarının yanlı bir şekilde uygulanmaması veya araştırmacının özellikleri bu araştırma kapsamında kullanılan nesnel veri toplama yöntemleri sayesinde kontrol altına alınmıştır.

Araştırmanın dış geçerliği araştırma verilerinin evrene genellenebilirliğidir (Fraenkel ve ark., 2018). Bu araştırmanın çalışma grubuna benzer gruplara için çalışmanın sonuçları genellenebilir.

## **Bölüm 4**

### **Bulgular, Yorumlar ve Tartışma**

Bu bölümde araştırma bulguları araştırma soruları çerçevesinde sırayla raporlanmıştır. Bu kapsamda önce araştırma sorularına ilişkin betimsel istatistikler verilmiş ve raporlanmıştır. Sonra araştırma sorularına ilişkin bulgular, yorumlar ve tartışma sunulmuştur.

#### **Öğrencilerin Görsel Uzamsal Bellek ve Zihinsel Döndürme Kapasitelerinin Farklı SG Ortamlarına Göre Geri Görev Getirme Görev Performansları**

Bu araştırma sorusunda, görsel-uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasiteleri (düşük ve yüksek) ve sanal gerçeklik türlerinin (masaüstü, sesli S-SG ve Sessiz S-SG) katılımcıların geri getirme performansları üzerine etkileri bağlamsal ve bağlamsal olmayan görevler için incelemek üzere 2X3 faktöryel ANOVA yapılmıştır. Önce görsel-uzamsal bellek (GUB) kapasitelerine ve farklı SG ortamlarına göre öğrencilerin bağlamsal görev (görev 1) ve bağlam bağımsız görev (görev 2) performansları ayrı ayrı incelenmiştir. Sonrasında zihinsel döndürme (ZD) kapasitelerine ve farklı SG ortamlarına göre öğrencilerin bağlamsal görev (görev 1) ve bağlam bağımsız görev (görev 2) performansları ayrı ayrı incelenmiştir.

#### ***Görsel Uzamsal Bellek Kapasitelerine ve Farklı SG Ortamlarına Göre Öğrencilerin Bağlamsal Görev Performansları***

İlk araştırma sorusu bağlamında, katılımcıların görsel uzamsal bellek ve SG türlerine göre bağlamsal görev (Görev 1) performans puanlarına ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma puanları Tablo 16'da sunulmuştur.



**Tablo 16**

*Görsel Uzamsal Bellek ve Sanal Gerçeklik Ortamlarına Göre Bağlamsal Görev Geri Getirme Performanslarına İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları*

	GUB Düzeyleri	N	Ort	Ss.
Masaüstü SG	Düşük GUB	28	7.39	2.079
	Yüksek GUB	30	7.37	2.251
	Toplam	58	7.38	2.151
Sessiz S-SG	Düşük GUB.	23	7.09	1.857
	Yüksek GUB	30	7.40	1.940
	Toplam	53	7.26	1.893
Sesli S-SG	Düşük GUB	20	7.05	2.212
	Yüksek GUB	36	7.53	2.236
	Toplam	56	7.36	2.219

GUB kapasiteleri ve farklı SG ortamlarının bağlamsal görev performansına etkileşim etkisini incelemekten önce Levene testi sonuçlarına bakılmış olup, buna göre gruplar arası varyanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı dolayısıyla gruplar arası varyansların homojenliği varsayımının sağlandığını görülmüştür ( $p > .05$ ;  $p = .627$ ). GUB kapasiteleri ve farklı SG ortamları etkileşiminin katılımcıların bağlamsal görev için geri getirme performansları üzerinde yapılan 3X2 faktöryel ANOVA sonuçları Tablo 17’de sunulmuştur.

**Tablo 17**

*Görsel Uzamsal Bellek Kapasiteleri ve SG Ortamları Açısından Bağlamsal Görev (Görev1) Geri Getirme Performansının İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Tip III Kareler	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi $\eta^2$
GUB	2.614	1	2.614	.587	.445	.004
SG ortamları	.534	2	.267	.060	.942	.001
GUB * SG ortamları	1.822	2	.911	.205	.815	.003
Hata	716.594	161	4.451			
Toplam	9707.000	167				

$R^2 = 0.006$ ,  $R^2_{\text{Adjusted}} = 0.024$

Tablo 17’de görüldüğü üzere, iki yönlü ANOVA sonuçları, görsel uzamsal belleğin ( $F_{(1,161)} = .587$ ,  $p = .445$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ) ve sanal gerçeklik ortamlarının ( $F_{(2,161)} = .060$ ,  $p = .942$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ) bağlamsal görev (görev 1) geri getirme performansı üzerinde anlamlı etkisinin olmadığını ve görsel uzamsal bellek ile sanal gerçeklik ortamlarının etkileşim etkisinin de bağlamsal görev geri getirme performansı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir ( $F_{(2,161)} = .205$ ,  $p = .815$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ).

### ***Görsel Uzamsal Bellek Kapasitelerine ve Farklı SG Ortamlarına Göre Öğrencilerin Bağlam Bağımsız Görev (Görev 2) Performansları***

Katılımcıların GUB ve SG ortamlarına göre bağlam bağımsız görev (Görev 2) performans puanlarına ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma puanları Tablo 18’de sunulmuştur.

**Tablo 18**

#### *Görsel Uzamsal Bellek ve SG Ortamlarına Göre Bağlam Bağımsız Görev Geri Getirme Performanslarına İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları*

	GUB Düzeyleri	N	Ort	Ss.
Masaüstü SG	Düşük GUB	28	5.39	1.950
	Yüksek GUB	30	6.03	1.650
	Toplam	58	5.72	1.814
Sessiz S-SG	Düşük GUB	23	5.22	1.731
	Yüksek GUB	30	5.67	1.398
	Toplam	53	5.47	1.552
Sesli S-SG	Düşük GUB	20	5.50	1.638
	Yüksek GUB	36	5.19	1.737
	Toplam	56	5.30	1.694

GUB kapasiteleri ve farklı SG ortamlarının bağlam bağımsız görev performansına etkisini ve etkileşim etkisini incelemeye önce Levene testi sonuçlarına bakılmış olup, buna göre Levene testi sonuçları gruplar arası varyanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı dolayısıyla gruplar arası varyansların homojenliği varsayımının sağlandığını göstermektedir. ( $p > .05$ ;  $p = .235$ ). GUB kapasiteleri ve farklı SG ortamları etkileşiminin

katılımcıların bağlam bağımsız geri getirme görevi için geri getirme performansları üzerinde yapılan 3X2 faktöryel ANOVA sonuçları Tablo 19'da sunulmuştur.

**Tablo 19**

*Görsel Uzamsal Bellek Kapasiteleri ve Farklı SG Ortamları Açısından Bağlam Bağımsız Geri Getirme Görevinin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi $\eta^2$
GUB	2.750	1	2.750	.961	.328	.006
SG ortamları	3.993	2	1.996	.697	.499	.009
GUB* SG ortamları	6.663	2	3.332	1.164	.315	.014
Hata	460.864	161	2.863			
Toplam	5533.000	167				

$R^2 = 0.006$ ,  $R^2_{Adjusted} = 0.024$

Tablo 19'da görüldüğü üzere, iki yönlü ANOVA sonuçları, görsel uzamsal belleğin ( $F_{(1,161)} = .961$ ,  $p = .328$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ) ve sanal gerçeklik ortamlarının ( $F_{(2,161)} = .697$ ,  $p = .499$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ) bağlam bağımsız görev 2 geri getirme performansı üzerinde anlamlı etkisinin olmadığını ve görsel uzamsal bellek ile sanal gerçeklik ortamlarının etkileşim etkisinin de bağlam bağımsız görev 2 performansı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir ( $F_{(2,161)} = 1.164$ ,  $p = .315$ , kısmi  $\eta^2 > .01$ ).

### ***Zihinsel Döndürme Kapasitelerine ve Farklı SG Ortamlarına Göre Öğrencilerin Bağlamsal Görev (Görev 1) Performansları***

Bu çalışmada, zihinsel döndürme düzeyleri (düşük ve yüksek) ve sanal gerçeklik türlerinin (masaüstü, sesli ve S-SG) katılımcıların bağlamsal görev (görev 1) performansı üzerindeki etkisini incelemek üzere 2X3 faktöryel ANOVA yapılmıştır. İkinci araştırma sorusu bağlamında, öğrencilerin zihinsel döndürme ve SG türlerine göre bağlamsal görev performans puanlarına ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma puanları Tablo 20'de sunulmuştur.

**Tablo 20**

*Zihinsel Döndürme ve Sanal Gerçeklik Türüne Göre Bağlamsal Görev Geri Getirme Performanslarına İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları*

	ZD Düzeyleri	N	Ort	Ss.
Masaüstü SG	Düşük ZD	31	7.35	2.042
	Yüksek ZD	27	7.41	2.308
	Toplam	58	7.38	2.151
Sessiz S-SG	Düşük ZD	26	7.31	2.035
	Yüksek ZD	27	7.22	1.783
	Toplam	53	7.26	1.893
Sesli S-SG	Düşük ZD	29	7.17	2.237
	Yüksek ZD.	27	7.56	2.225
	Toplam	56	7.36	2.219

Zihinsel döndürme kapasiteleri ve farklı SG ortamlarının bağlamsal görev performansına etkisini ve etkileşim etkisini incelemeye önce Levene testi sonuçlarına bakılmış olup, buna göre gruplar arası varyanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı dolayısıyla gruplar arası varyansların homojenliği varsayımının sağlandığını görülmektedir ( $p > .05$ ;  $p = .548$ ). Zihinsel döndürme kapasiteleri ve farklı SG ortamları etkileşiminin katılımcıların bağlamsal görev için geri getirme performansları üzerinde yapılan 3X2 faktöryel ANOVA sonuçları Tablo 21’de sunulmuştur.

**Tablo 21**

*Zihinsel Döndürme Kapasiteleri ve Farklı SG Ortamları Açısından Bağlamsal Geri Getirme Görevinin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi $\eta^2$
ZD kapasiteleri	.567	1	.567	.127	.722	.001
SG ortamları	.428	2	.214	.048	.953	.001
ZD kapasiteleri * SG ortamları	1.593	2	.796	.178	.837	.,02
Hata	718.625	161	4.464			
Toplam	9707.000	167				

Tablo 21’de görüldüğü üzere, iki yönlü ANOVA sonuçları, zihinsel döndürme düzeyleri ( $F_{(1,161)} = .127$ ,  $p = .722$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ) ve sanal gerçeklik ortamlarının ( $F_{(2,161)} = .048$ ,  $p = .952$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ) bağlamsal görev geri getirme performansı üzerinde anlamlı etkisinin olmadığını ve zihinsel döndürme kapasiteleri ile sanal gerçeklik ortamlarının etkileşim etkisinin de bağlamsal görev performansı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir ( $F_{(2,161)} = .178$ ,  $p = .837$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ).

### ***Zihinsel Döndürme Kapasitelerine ve Farklı SG Ortamlarına Göre Öğrencilerin Bağlam Bağımsız Görev Performansları***

Katılımcıların zihinsel döndürme ve SG ortamlarına göre bağlam bağımsız görev (görev 2) performans puanlarına ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma puanları Tablo 22’de sunulmuştur.

**Tablo 22**

#### ***Zihinsel Döndürme ve SG Ortamlarına Göre Bağlam Bağımsız Geri Getirme Görevine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları***

	ZD Düzeyleri	N	Ort	Ss.
Masaüstü SG	Düşük ZD	31	5.68	1.939
	Yüksek ZD.	27	5.78	1.695
	Toplam	58	5.72	1.814
Sessiz S-SG	Düşük ZD	26	5.27	1.589
	Yüksek ZD	27	5.67	1.519
	Toplam	53	5.47	1.552
Sesli S-SG	Düşük ZD	29	5,14	1.552
	Yüksek ZD	27	5,48	1.847
	Toplam	56	5,30	1.694

Zihinsel döndürme kapasiteleri ve farklı SG ortamlarının bağlam bağımsız görev performansına etkisini ve etkileşim etkisini incelemeye önce Levene testi sonuçlarına bakılmış olup, buna göre göre gruplar arası varyanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı dolayısıyla gruplar arası varyansların homojenliği varsayımının sağlandığını görülmektedir ( $p > .05$ ;  $p = .312$ ). Zihinsel döndürme kapasiteleri ve farklı SG ortamları etkileşiminin

katılımcıların bağlam bağımsız geri getirme görevi için için geri getirme performansları üzerinde yapılan 3X2 faktöryel ANOVA sonuçları Tablo 23'te sunulmuştur.

**Tablo 23**

*Zihinsel Döndürme Kapasiteleri ve Farklı SG Ortamları Açısından Bağlam Bağımsız Görev 2 Performanslarının İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi $\eta^2$
ZD Kapasiteleri	3.272	1	3.272	1.129	.290	.007
SG ortamları	5.066	2	2.533	.874	.419	.011
ZD Kapasiteleri * SG ortamları	.704	2	.352	.121	.886	.002
Hata	466.745	161	2.899			
Toplam	5533.000	167				

Tablo 23'te görüldüğü üzere, iki yönlü ANOVA sonuçları, zihinsel döndürme kapasiteleri ( $F_{(1,161)} = 1.129$ ,  $p = .290$ , partial  $\eta^2 < .01$ ) ve sanal gerçeklik ortamlarının ( $F_{(2,161)} = .874$ ,  $p = .419$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ) bağlam bağımsız görev geri getirme performansı üzerinde anlamlı etkisinin olmadığını ve zihinsel döndürme düzeyleri ile sanal gerçeklik ortamlarının etkileşim etkisinin de bağlam bağımsız görev performansı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir ( $F_{(2,161)} = .121$ ,  $p = .886$ , partial  $\eta^2 < .01$ ).

Sanal gerçeklik ortamlarında uzamsal görevlere ilişkin bulgular dengeleyici yetenek hipotezi ile uyumludur. Bu hipoteze göre düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrenenlerin kendi görselleştirme süreçlerini bilişsel olarak yeniden yapılandırmakta güçlük çektikleri için sanal gerçeklik ortamlarının bu uzamsal görevlerde yardımcı olduğu dolayısıyla daha avantajlı durumda olduklarını kabul eden görüştür (Hegarty ve Sims, 1994; Mayer, 2002). Başka bir ifade ile, düşük uzamsal yeteneğe ve düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrenciler bu tür SG ortamlarında dengelenir, eşitlenir. Bu çalışmanın bulguları da benzer olarak düşük veya yüksek görsel uzamsal yeteneğe ve zihinsel döndürmeye sahip öğrenenlerin geri getirme

performansların farklı SG ortamlarında farklılaşmadığını göstermiştir. Benzer şekilde Parong ve Mayer (2021) araştırmalarında masaüstü SG ve S-SG ortamında öğrencilerin öğrenme performansları açısından farklılık bulamamıştır. Yine bu bulgulara paralel olarak Makransky, Gude ve Mayer (2019) sarmalayıcı teknolojilerin öğrenme sürecindeki rolünü araştırdıkları araştırmada, S-SG, masaüstü SG ve geleneksel öğrenme ortamları olmak üzere 3 ortamı karşılaştırmış ve sonuç olarak kalıcılık testi sonucunda geleneksel ortam ile ve S-SG ortamı arasında bir fark bulamamıştır. Ve sonucun bu şekilde olmasını her üç ortamda da aynı eşdeğer içerik ve bilgi aktarımını sağlandığı şeklinde yorumlamışlardır. Nitekim, Keehner vd. (2008), farklı ortamların karşılaştırıldığı araştırmalarda kullanılan öğrenme görevlerinde öğrencilere sunulan içeriğin, görsellerin veya simülasyonların aynı eş değerde olmadığı vurgulamış ve bu çalışmalara bir eleştiri getirmektedir. Diğer bir yandan alanyazında SG ortamlarında tasarım konusunda büyük eksikliklerin olduğu da söylenmektedir (Lee-Cultura ve Giannakos, 2020). Dolayısıyla, bu araştırmanın bulguları, dengeleyici hipotezin yanında farklı ortamların ele alındığı araştırmalarda öğrencilere sunulan içeriğin ve görselin aynı eş değerde olması sağlandığında öğrenenlerin aynı öğrenme çıktılarına ulaşabildiğini göstermiştir.

Düşük veya yüksek görsel uzamsal belleğe ve zihinsel döndürmeye sahip öğrenenlerin geri getirme performansların farklı SG ortamlarında farklılaşmamasının bir diğer sebebi ise öğrencilere sunulan geri getirme performans görevlerinin eğitim uygulamasını aldığı SG ortamı ile aynı ortamda verilmesiyle 3 boyutlu olarak görüp yanıtlaması olabilir. Çünkü bilişsel yetenekler içeren görevlerin S-SG ortamlarında uygulanması ile nesnelere farklı açılardan ve 360° olarak görmeleri uzamsal düşünmelerine yardımcı olduğu ve öğrencilerin başarısını arttırdığı öne sürülmektedir (Eden ve Passig, 2007; Passig ve Schwartz, 2014). Ancak önceki araştırmalara bakıldığında uzamsal yeteneklerin öğrenme performansına veya geri getirmeye etkisini araştıran çalışmalar da eğitimler SG ortamlarında sunulsa da değerlendirme görevleri genellikle uygulama ortamından bağımsız bir ortamda test, anket, kâğıt ortamı veya masaüstü bilgisayar

aracılığıyla verilmiştir (Kozhevnikov ve ark., 2013; Markowitz ve ark., 2018; Olmos-Raya ve ark., 2018; Sun ve ark., 2019). Ek olarak Hamilton, Mckechnie & Wilson (2020) eğitimde pedagojik bir araç olarak ele alınan SG ortamlarına ilişkin yaptıkları sistematik incelemede, ele aldıkları araştırmalardaki en belirgin zayıflığın öğrenme çıktılarının değerlendirilmesinde kullanılan araç olduğunu belirtmiştir. Geri getirme performanslar görevi sorularını da öğrenci anatomik yapıya çalıştığı eğitim uygulamasındaki gibi 3 boyutlu olarak görmekte ve dolayısıyla bu da düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin soruları cevaplarken zihinsel faaliyetlerine yardım ederek avantajlı konuma getirmiş olabileceği söylenebilir. Dolayısıyla geri getirme performans sorularının SG ortamında yine 3 boyutlu olarak öğrenciye sunulması uzamsal yeteneklerdeki eşitsizliği ortadan kaldırmış veya azaltmış olabilir.

### **Görsel Uzamsal Bellek ve Zihinsel Döndürme Kapasitelerinin Geri Getirme Görev Performansları Üzerinde Etkisi**

Görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerinin geri getirme performansları üzerinde etkisi iki ayrı alt başlık altında ayrı ayrı incelenmiş ikinci alt başlık sonrasında genel olarak tartışılmıştır.

#### ***Görsel Uzamsal Bellek Kapasitelerine Göre Geri Getirme Görev Performansları***

Öğrencilerin GUB kapasitelerine göre geri getirme performanslarını değerlendirmek için t-testi yapılmıştır. Geri getirme performansları görev 1 bağlamsal görev ve görev 2 bağlam bağımsız görevden oluşmaktadır. GUB kapasitelerinin geri getirme performanslarına etkisini incelemeye önce Levene testi sonuçlarına bakılmış olup, buna göre göre gruplar arası varyanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı dolayısıyla gruplar arası varyansların homojenliği varsayımının sağlandığını görülmektedir (Görev1:  $p > .05$ ;  $p = .696$ ; Görev 2:  $p > .05$ ;  $p = .349$ ). GUB kapasitelerine göre geri getirme performanslarını değerlendirmek için t-testi sonuçları Tablo 24'te sunulmuştur.



**Tablo 24***Geri Getirme Performansları ve Görsel Uzamsal Bellek Kapasitelerine İlişkin T-Testi**Sonuçları*

	GUB	N	$\bar{X}$	SS	sd	t	p
Görev1_Bağlamsal Görev	Düşük	71	7.20	2.026	.240	-.736	.463
	Yüksek	96	7.44	2.132	.218		
Görev2_Bağlam Bağımsız Görev	Düşük	71	5.37	1.775	.211	-.898	.371
	Yüksek	96	5.60	1.662	.167		

Analiz sonuçları öğrencilerin farklı GUB kapasitelerine (düşük-yüksek) sahip olmalarının geri getirme performans görevleri olan görev 1 bağlamsal görev ve görev 2 bağlam bağımsız görevler üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir (Görev1:  $p > .05$ ;  $p = .463$ ; Görev 2:  $p > .05$ ;  $p = .371$ ) (Tablo 24).

**Zihinsel Döndürme Kapasitelerine Göre Geri Getirme Görev Performansları**

Öğrencilerin zihinsel döndürme kapasitelerine göre geri getirme performanslarını değerlendirmek için t-testi yapılmıştır. Geri getirme performansları görev 1 bağlamsal görev ve görev 2 bağlam bağımsız görevden oluşmaktadır. Zihinsel döndürme kapasitelerinin geri getirme performanslarına etkisini incelemeden önce Levene testi sonuçlarına bakılmış olup, buna göre göre gruplar arası varyanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı dolayısıyla gruplar arası varyansların homojenliği varsayımının sağlandığını görülmektedir (Görev1:  $p > .05$ ;  $p = .696$ ; Görev 2:  $p > .05$ ;  $p = .349$ ). Zihinsel döndürme kapasitelerine göre geri getirme performanslarını değerlendirmek için t-testi sonuçları Tablo 25'te sunulmuştur.

**Tablo 25**

*Geri Getirme Performansı ve Zihinsel Döndürme Kapasitelerine İlişkin T-Testi Sonuçları*

	ZD Düzey	N	$\bar{X}$	SS	sd	t	p
Görev1 Bağlamsal Görev	Düşük	86	7.28	2.084	.225	-.358	.720
	Yüksek	81	7.40	2.096	.233		
Görev2 Bağlam Bağımsız Görev	Düşük	86	5.37	1.708	.184	-.1.030	.305
	Yüksek	81	5.64	1.676	.186		

Analiz sonuçları öğrencilerin farklı zihinsel döndürme kapasitelerine sahip olmalarının geri getirme performans görevleri olan görev 1 bağlamsal görev ve görev 2 bağlam bağımsız görevler üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir (Görev1:  $p > .05$ ;  $p = .720$ ; Görev 2:  $p > .05$ ;  $p = .305$ ) (Tablo 25).

Alanyazında farklı uzamsal yetenek kapasitelerine sahip bireylerin sanal ortamlardan nasıl etkilendiği konusu hala tartışmalıdır. Nitekim bu bulgularla benzer şekilde Uz ve Altun (2014) ise yılında yaptıkları araştırmada nesne konum belleğinin geri getirme performansları üzerinde etkisinin olmadığı bulmuşlardır. Benzer şekilde Safadel ve White (2020) farklı türleri (Masaüstü SG ve S-SG) kullandıkları araştırmalarında bu ortamların öğrencilerin uzamsal bellekleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını bulmuşlardır. Farklı görselleştirme türlerini (statik-dinamik-animasyon) ele alan çalışmalar da uzamsal yetenek ile görselleştirme türü arasında bir etkileşim bulamamıştır (Hegarty ve ark., 2003; Narayanan ve Hegarty, 2002). Diğer bir yandan alanyazında düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin daha iyi performans sağladığı araştırmalar (Cui ve ark., 2017; Lee ve Wong, 2014; Luursema ve ark., 2006) varken bunun tam zıttı daha kötü performans gösterdiğini gösteren çalışmalar (Garg ve ark., 2001; Hegarty ve Waller, 2005; Huk, 2006) da vardır. Örneğin Wainman ve ark. (2021) düşük uzamsal yeteneğe sahip bireylerin sanal ortamlarda bilişsel yük yaşayabileceğini iddia etmektedir. Aynı zamanda Huk (2006) düşük uzamsal belleğe sahip öğrenenlerin 3 boyutlu ortamlarda dikkatlerinin dağılabileceğini ifade etmiştir. Bu bulgularda düşük ve yüksek GUB ve zihinsel döndürmelere sahip öğrenenlerin geri

getirme performanslarda farklılık çıkmamasının bir sebebi hem eğitim uygulamasının hem de geri getirme performans görevlerinin aynı sanal ortamda verilmesi ile öğrenilen kazanımların transferi daha başarılı bir şekilde gerçekleşmiş olabilir. Çünkü birçok çalışma kalıcılık, geri getirme veya başarı gibi testleri uygulama ortamından bağımsız bir 2 boyutlu veya kâğıda basılı bir şekilde uygulamaktadır. Ancak bu düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrenenlerin bilgi transfer sürecini olumsuz etkileyebilir. Diğer bir sebep ise eğitim ortamında alınan konu ve geri getirme görevi veya öğrenme performanslarının nasıl değerlendirildiği olabilir. Nitekim araştırmalarda kullanılan farklı uzamsal yetenek testlerinden daha çok (kağıt katlama, döndürme..vb) seçilen öğrenme konusu (özellikle soyut konuların) farklılıkların uzamsal yeteneğin rolünde farklılıklara neden olabileceği ifade edilmektedir (Höffler ve Leutner, 2011). Diğer bir yandan performansı değerlendirmek için hazırlanan görevlerin bağlamsal ve bağlam bağımsız olması farklı bilişsel süreçleri etkileyebilir. Zihinsel döndürme ve görsel uzamsal yetenekleri farklı düzeylerde olan öğrenciler için bu tür görevlerde performans farklılıkları görülebilir. Ancak bağlamsal görev olan görev 1 de kemiğin çevresindekilerle (komşu kemiklerle) görmesi kemiği geri getirme sürecinde uzamsal bir ipucu sağlamış olabilir. Nitekim; Shelton ve McNamara (1997) nesnelerin konumlarının, öğrenme konumunda seçilen bir referans çerçevesi kullanılarak bellekte kodlandığını öne sürmüşlerdir. İkinci olarak bağlam bağımsız görev de kemik tek başına gelmiş olsa sorulan kemiği 360 derece görebilmesi de uzamsal bir ipucu sağlamış olabilir. Bu da farklı uzamsal yeteneklere sahip öğrenenlerdeki eşitsizliği azaltmış veya ortadan kaldırmış olabilir. Bu araştırma kapsamında ele alınan ayak anatomisini daha gözlemlenebilir daha somut bir konudur. Eğer zihinde canlandırmanın daha zor olduğu soyut bir konu ele alınsaydı daha farklı sonuçlar çıkabilirdi. Bu nedenle sanal ortamlarda tasarlanan eğitim uygulamalarında öğrenme gibi unsurlar değerlendirilecekse yine aynı ortamda değerlendirilmesi uzamsal yetenekleri farklı öğrenciler için daha eşitlikçi değerlendirme fırsatları doğurabilir.

## Farklı SG Ortamlarına Göre Öğrencilerin Geri Getirme Görev Performansları

Farklı SG ortamlarının göre öğrencilerin geri getirme performanslarını etkileyip etkilemediğini anlamak için tek yönlü varyans analizi yapılmıştır. Öncelikle, Levene testi sonuçlarına bakılmış olup, buna göre göre gruplar arası varyanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı dolayısıyla gruplar arası varyansların homojenliği varsayımının sağlandığını görülmektedir ( $p>.05$ ). Farklı SG ortamları ve geri getirme performans görevlerine ilişkin tek yönlü varyans analiz sonuçları Tablo 26'da sunulmuştur.

**Tablo 26**

*Farklı SG Ortamları ve Geri Getirme Performans Görevlerine İlişkin Tek Yönlü Varyans Analiz Sonuçları*

	SG Türü	N	$\bar{X}$	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ort.	F	p
Görev 1	Sesli S-SG	56	7.36	Gruplararası	.407	2	.204	.046	.955
	Masaüstü SG	58	7.38	Gruplarıçi	720.814	164	4.295		
	Sessiz S-SG	53	7.26	Toplam	721.222	166			
	Toplam	167	7.34						
Görev 2	Sesli S-SG	56	5.30	Gruplararası	5.115	2	2.558	.891	.412
	Masaüstü SG	58	5.72	Gruplarıçi	470.633	164	2.870		
	Sessiz S-SG	53	5.47	Toplam	475.749	166			
	Toplam	167	5.50						

Tablo incelendiğinde farklı SG ortamlarının (sesli S-SG, Masaüstü SG, S-SG) geri getirme performansları olan Görev 1 ve Görev 2 üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığı görülmektedir (Görev1:  $p>.05$ ;  $p= .955$ ; Görev 2:  $p>.05$ ;  $p= .412$ ) (Tablo 26).

Sanal gerçeklik ortamları tasarım türü ve bedensel katılım düzeylerine bağlı olarak öğrenenlere farklı öğrenme deneyimleri sunabilmektedir. Bu araştırma sorusunun bulgularına göre farklı SG ortamları öğrenenlerin geri getirme performanslarında anlamlı bir farklılık oluşturmamaktadır. Buradaki sonuçlara benzer olarak başka bir çalışmada Salzman ve ark. (1999) SG ile 2 boyutlu ortamı karşılaştırmış ve çalışmalarında her iki grup da eğitimden sonra bir dizi testte başlangıç seviyesinden önemli ölçüde daha iyi performans gösterirken, hiçbir grup diğerinden önemli ölçüde daha iyi performans göstermemiştir. Bu, öğrencilerin SG içeriğinden faydalandığını göstermektedir ancak 2 boyutlu arayüzle karşılaştırıldığında gruplararası öğrenme farklılığı görülmemektedir. Başka bir çalışmada, Makransky ve ark. (2019) laboratuvar güvenliği eğitimi için üç ortam (S-SG, masaüstü SG ve geleneksel öğrenme ortamları) karşılaştırmış çalışmanın sonucunda geleneksel ve SGG ortamları arasında geri getirme performansları açısından anlamlı fark bulunamamıştır. Bu bulguya benzer başka bir çalışmada; Buttussi ve Chittaro (2017) havacılık eğitiminin S-SG ile etkileşimli masaüstü SG ortamında karşılaştırmış ve geri getirme performansları her iki ortamda da fark bulunamamıştır. Farklı SG ortamlarının karşılaştırıldığı araştırmalarda genellikle sarmalayıcılık derecesi yükseldikçe öğrenenlerin daha iyi performans gösterdiği görüşü (Krokos ve ark., 2019; Lindgren ve ark., 2016) yaygın olsa da bunun tam zıttı bulguları da (Makransky ve ark., 2021; Parong ve Mayer, 2021) görmek mümkündür. Ancak öğrenmedeki bu farklılığın ortamın eşit şekilde yapılandırılmamasından mı yoksa modelin 3 boyutlu olarak sunulmasından mı kaynaklandığı açık değildir. Keehner vd. (2008) farklı gezinim ortamlarının karşılaştırıldığı araştırmalarda yer alan öğrenme görevlerinde öğrenenlere sunulan görsellerin, materyallerin veya simülasyonların farklı ortamlarda aynı eş değerlikte olmadığına dikkat çekerek bu araştırmalara eleştiri getirmektedir. Nitekim, Luursema vd. (2006) katılımcıların üç boyutlu ortam ile iki boyutlu ortama ait öğrenme performanslarını karşılaştırdığı çalışmada, hazırladıkları iki farklı ortamda birbiriyle eşdeğer olmayan görsel sunumlar kullanmıştır. Katılımcılara, üç boyutlu ortamda anatomik yapıyı temsil eden simülasyon sunulurken, iki boyutlu ortamda tomografi görüntüleri sunulmuştur. Bu durumda her iki ortamda öğrenciye sunulan içeriğin eşdeğer olmamasından kaynaklı

çalışmanın sonuçları etkilenmiş olabilir. Hsu (2019) ve Lee ve Wong (2014) da benzer şekilde masaüstü SG ve iki boyutlu ortamlarda görsel eşdeğerliği olmayan görseller kullanmıştır. Makransky, Borre-Gude & Mayer (2019) S-SG sanal öğrenme simülasyonlarını masaüstü SG ve geleneksel öğrenme ortamlarını karşılaştırdıkları araştırmada öğrencilerin geri getirme performanslarında fark çıkmamasının sebebini her 3 ortamında aynı eşdeğer bilgi ve içerik aktarımını sağladığı şeklinde yorumlamışlardır.

Bedensel öğrenme/biliş kapsamında bedensel katılım düzeyleri düşük ve yüksek şeklinde sınıflandırılmaktadır (Skulmowski ve Rey, 2018). Dolayısıyla bu araştırma bedensel öğrenme açısından sesli ve sessiz S-SG ortamları yoğun hareket içerdiği için bedensel katılımı yüksek olan ortamlar olarak ele alınabilir, masaüstü SG ise fare ve klavye ile katılım sağlandığı için bedensel katılımı düşük ortam olarak ele alınabilir. Dolayısıyla bedensel katılım düzeyleri açısından da bulgular yorumlandığında yine farklılık çıkmamasının sebebini ortam tasarımlarında öğrencilere aynı içeriğin, farklı düzeylerde olsa da etkileşimin ve materyalin sunulmasıyla aynı eş değer ortamları yakalaması olabilir. Benzer olarak, Johnson-Glenberg ve ark. (2021) farklı etkileşim düzeyleri ve platformların öğrenme üzerindeki etkilerini araştırdıkları araştırmada SG uygulamalarının öğrenme performans açısından etkileşimlerin (bedensel katılım düzeylerinin) ve tasarımlarının önemli olduğunu vurgulamış ve kullanılan platformdan ziyade tasarımlarının daha önemli olduğunu ifade etmiştir. Sonuç olarak, farklı ortam türlerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda öğrenciye sunulan materyalin, görselin ve içeriğin aynı olması sağlanarak ortamların içerik açısından eş değerliğinin kontrol altına alınması sonuçların tutarlılığı ve geçerliliği açısından önemlidir. Bu bağlamda bu araştırmada anatomi dersinde, S-SG ortamında 3 boyutlu olarak ve masaüstü SG ortamında 3 boyutlu olarak aynı materyali içeren unity de geliştirilip S-SG ve masaüstü sürüm çıktılarını kullanılmıştır. Dolayısıyla bu araştırmada farklı bedensel katılım düzeyleri olan SG ortamlarında öğrencilerin geri getirme performanslarında anlamlı farklılık çıkmamasının sebebi her üç ortamda da öğrenciye aynı eş değer ve içeriğin sunulmasından kaynaklı olabilir.

## **Öğrencilerin Görsel Uzamsal Bellek ve Zihinsel Döndürme Kapasitelerinin Cinsiyetlerine Göre Geri Getirme Görev Performansları**

Bu araştırma sorusunda, görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerinin cinsiyetlerine göre (erkek-kadın) geri getirme performansları üzerine etkileri bağlamsal ve bağlamsal olmayan görevler için incelemek üzere iki yönlü faktöryel ANOVA yapılmıştır. Önce görsel uzamsal bellek kapasitelerinin cinsiyetlerine göre bağlamsal görev (görev 1) ve bağlam bağımsız görev (görev 2) için performansları incelenmiştir. Sonrasında zihinsel döndürme kapasiteleri ve cinsiyete göre öğrencilerin bağlamsal görev (görev 1) ve bağlam bağımsız görev (görev 2) için performansları incelenmiştir.

### ***Görsel Uzamsal Bellek Kapasitelerinin Cinsiyetlerine Göre Bağlamsal Görev (Görev 1) Performansları***

Görsel uzamsal bellek kapasitelerinin cinsiyetlerine göre bağlamsal görev (görev 1) performansına ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma puanları Tablo 27'de sunulmuştur.

**Tablo 27**

*Görsel Uzamsal Bellek Kapasiteleri ve Cinsiyet Açısından Bağlamsal Görev Performanslarına İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları*

	GUB Düzeyleri	N	Ort	Ss.
Erkek	Düşük GUB.	33	7.15	2.210
	Yüksek GUB	50	7.56	2.242
	Toplam	83	7.40	2.225
Kadın	Düşük GUB.	38	7.24	1.881
	Yüksek GUB	46	7.30	2.021
	Toplam	84	7.27	1.947

GUB kapasiteleri ve cinsiyetin bağlamsal görev performansına etkisini incelemeye önce Levene testi sonuçlarına bakılmış olup, buna göre gruplar arası varyanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı dolayısıyla gruplar arası varyansların homojenliği varsayımının sağlandığını görülmüştür ( $p > .05$ ). GUB kapasiteleri ve cinsiyet etkileşiminin katılımcıların

Görev 1 bağlamsal görev geri getirme performansları üzerinde yapılan iki yönlü faktöryel ANOVA sonuçları tablo 28'de sunulmuştur.

**Tablo 28**

*Görsel Uzamsal Bellek Kapasiteleri ve Cinsiyet Açısından Bağlamsal Görev Performanslarının İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p.	Kısmi $\eta^2$
GUB kapasiteleri	2.303	1	2.303	.524	.470	.003
Cinsiyet	.295	1	.295	.067	.796	.000
GUB *Cinsiyet	1.182	1	1.182	.269	.605	.002
Hata	717.170	163	4.400			
Toplam	9707.000	167				

$R^2 = 0.006$ ,  $R^2_{Adjusted} = 0.013$

Tablo 28'de görüldüğü üzere, iki yönlü ANOVA sonuçları, görsel uzamsal belleğin ( $F_{(1,163)} = .524$ ,  $p = .470$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ) ve cinsiyetin ( $F_{(1,163)} = .067$ ,  $p = .796$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ) görev 1 geri getirme performansı üzerinde anlamlı etkisinin olmadığını ve görsel uzamsal bellek ile cinsiyet etkileşim etkisinin de görev 1 performansı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir ( $F_{(1,163)} = .269$ ,  $p = .605$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ).

***Görsel Uzamsal Bellek Kapasitelerinin Cinsiyetlerine Göre Bağlam Bağımsız Görev (Görev 2) Performansları***

Görsel uzamsal bellek kapasitelerinin cinsiyetlerine göre bağlam bağımsız (görev 2) performansına ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma puanları Tablo 29'da sunulmuştur.



**Tablo 29**

*Görsel Uzamsal Bellek Kapasiteleri ve Cinsiyet Açısından Bağlam Bağımsız Görev Performanslarına İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları*

	GUB Düzeyleri	N	Ort	Ss.
Erkek	Düşük GUB	33	5,33	1,882
	Yüksek GUB	50	5,58	1,527
	Toplam	83	5,48	1,670
Kadın	Düşük GUB	38	5,39	1,701
	Yüksek GUB	46	5,63	1,756
	Toplam	84	5,52	1,725

GUB kapasiteleri ve cinsiyetin bağlam bağımsız görev performansına etkisini incelemeyen önce Levene testi sonuçlarına bakılmış olup, buna göre gruplar arası varyanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı dolayısıyla gruplar arası varyansların homojenliği varsayımının sağlandığını görülmüştür ( $p > .05$ ). GUB kapasiteleri ve cinsiyet etkileşiminin katılımcıların bağlam bağımsız görev için geri getirme performansları üzerinde yapılan iki yönlü faktöryel ANOVA sonuçları tablo 30'da sunulmuştur.

**Tablo 30**

*Görsel Uzamsal Bellek Kapasiteleri ve Cinsiyet Açısından Görev 2 Performanslarının İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p.	Kısmi $\eta^2$
GUB	2.366	1	2.366	.815	.368	.005
Cinsiyet	.127	1	.127	.044	.834	.000
GUB *Cinsiyet	.001	1	.001	.000	.984	.000
Hata	473.310	163	2.904			
Toplam	5533.000	167				

$R^2 = 0.005$ ,  $R^2_{\text{Adjusted}} = 0.013$

Tablo 30'da görüldüğü üzere, iki yönlü ANOVA sonuçları, görsel uzamsal belleğin ( $F_{(1,163)} = .815$ ,  $p = .368$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ) ve cinsiyetin ( $F_{(1,163)} = .044$ ,  $p = .834$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ) bağlam bağımsız görev geri getirme performansı üzerinde anlamlı etkisinin olmadığını ve görsel uzamsal bellek ile cinsiyet etkileşim etkisinin de bağlam bağımsız görev performansı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir ( $F_{(1,163)} = .000$ ,  $p = .984$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ).

### ***Zihinsel Döndürme Kapasiteleri ve Cinsiyete Göre Öğrencilerin Bağlamsal Görev Performansları***

Zihinsel döndürme kapasitelerinin cinsiyetlerine göre bağlamsal görev (görev 1) performansına ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma puanları Tablo 31'de sunulmuştur.

**Tablo 31**

#### ***Zihinsel Döndürme Kapasiteleri ve Cinsiyet Açısından Bağlamsal Görev Performanslarına İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları***

	ZD düzeyleri	N	Ort	Ss.
Erkek	Düşük ZD	40	7,35	2,032
	Yüksek ZD	43	7,44	2,413
	Toplam	83	7,40	2,225
Kadın	Düşük ZD	46	7,22	2,149
	Yüksek ZD	38	7,34	1,697
	Toplam	84	7,27	1,947

Zihinsel döndürme kapasiteleri ve cinsiyetin bağlamsal görev performansına etkisini incelemeye önce Levene testi sonuçlarına bakılmış olup, buna göre gruplar arası varyanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı dolayısıyla gruplar arası varyansların homojenliği varsayımının sağlandığını görülmüştür ( $p > .05$ ). Zihinsel döndürme kapasiteleri ve cinsiyet etkileşiminin katılımcıların Görev 1 performansları üzerinde yapılan iki yönlü faktöryel ANOVA sonuçları tablo 32'de sunulmuştur.

**Tablo 32***Zihinsel Döndürme Kapasiteleri ve Cinsiyet Açısından Bağlamsal Görev**Performanslarının İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi $\eta^2$
Zihinsel döndürme kapasiteleri	.487	1	.487	.110	.740	.001
Cinsiyet	.561	1	.561	.127	.722	.001
Zihinsel döndürme kapasiteleri*Cinsiyet	.011	1	.011	.003	.960	.000
Hata	720.083	163	4.418			
Toplam	9707.000	167				

Tablo 32’de görüldüğü üzere, iki yönlü ANOVA sonuçları, zihinsel döndürme kapasiteleri ( $F_{(1,163)} = .110$ ,  $p = .740$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ) ve cinsiyetin ( $F_{(1,163)} = .127$ ,  $p = .722$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ) görev 1 geri getirme performansı üzerinde anlamlı etkisinin olmadığını ve zihinsel döndürme kapasiteleri ile cinsiyet etkileşim etkisinin de görev 1 performansı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir ( $F_{(1,163)} = .003$ ,  $p = .960$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ).

***Zihinsel Döndürme Kapasiteleri ve Cinsiyete Göre Öğrencilerin Bağlam Bağımsız Görev (Görev 2) Performansları***

Zihinsel döndürme kapasitelerinin cinsiyetlerine göre bağlam bağımsız (görev 2) performansına ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma puanları Tablo 33’te sunulmuştur.

**Tablo 33**

*Zihinsel Döndürme Kapasiteleri ve Cinsiyet Açısından Bağlam Bağımsız Görev Performanslarına İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları*

	ZD düzeyleri	N	Ort	Ss.
Erkek	Düşük ZD	40	5,20	1,698
	Yüksek ZD	43	5,74	1,620
	Toplam	83	5,48	1,670
Kadın	Düşük ZD	46	5,52	1,722
	Yüksek ZD	38	5,53	1,751
	Toplam	84	5,52	1,725

Zihinsel döndürme kapasiteleri ve cinsiyetin bağlam bağımsız görev performansına etkisini incelemeyen önce Levene testi sonuçlarına bakılmış olup, buna göre gruplar arası varyanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı dolayısıyla gruplar arası varyansların homojenliği varsayımının sağlandığını görülmüştür ( $p > .05$ ). Zihinsel döndürme kapasiteleri ve cinsiyet etkileşiminin geri getirme performansları üzerinde yapılan iki yönlü faktöryel ANOVA sonuçları tablo 34'te sunulmuştur.

**Tablo 34**

*Zihinsel Döndürme Kapasiteleri ve Cinsiyet Açısından Bağlam Bağımsız Görev Performanslarının İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi $\eta^2$
ZD kapasiteleri	3.127	1	3.127	1.085	.299	.007
Cinsiyet	.112	1	.112	.039	.844	.000
ZD kapasiteleri* Cinsiyet	3.023	1	3.023	1.050	.307	.006
Hata	469.538	163	2.881			
Toplam	5533.000	167				

Tablo 34'te görüldüğü üzere, iki yönlü ANOVA sonuçları, zihinsel döndürme kapasiteleri ( $F_{(1,163)} = 1.08$ ,  $p = .299$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ) ve cinsiyetin ( $F_{(1,163)} = .039$ ,  $p = .844$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ) bağlam bağımsız görev geri getirme performansı üzerinde anlamlı etkisinin olmadığını ve zihinsel döndürme kapasiteleri ile cinsiyet etkileşim etkisinin de bağlam bağımsız görev performansı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir ( $F_{(1,163)} = 1.050$ ,  $p = .307$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ).

1970'lerden bu yana, erkeklerin uzamsal görevlerde kadınlardan daha iyi derecede performans gösterdiği davranışsal, psikoloji ve nörobilim ders kitaplarının çoğunda yaygındır. Fakat bu durum ölçülen uzamsal yeteneğin alt faktörüne bağlı olarak değişmektedir (Driscoll ve ark., 2005; Halpern, 2013). Bununla birlikte, ilgili alanyazın gözden geçirildiğinde, bu araştırma sorusunun bulguları ile benzer olarak cinsiyet farklılıklarının uzamsal görevlerde anlamlı bir farklılık göstermediğini veya çok küçük farklılıklar olduğunu saptayan araştırmalar mevcuttur (Brown ve ark., 1998; Capitani ve ark., 1991; Farrell Pagulayan ve ark., 2006; Sadalla ve Montello, 1989; Taylor ve Tversky, 1992). Neubauer ve ark. (2010) ise zihinsel döndürme görevlerinde cinsiyet farklarının erkeklerde sadece masaüstü ekranlarda verilen 3 boyutlu ortamlarda ortaya çıktığı, SG ortamlarında bu farklılığın olmadığını bulmuşlardır. Uz ve Altun (2014) yılında yaptıkları araştırmada 3 boyutlu dinamik ortam ve 2 boyutlu statik ortamı karşılaştırmış ve statik ortamda kadın ve erkekler arasında fark bulamamış ancak dinamik ortamda erkeklerin daha iyi performans gösterdiğini bulmuştur. Bu bulguların yanında uzamsal görevlerde erkeklerin performans açısından kadınlardan daha iyi olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (Andreano ve Cahill, 2009; Bors ve Vigneau, 2011; Orsini ve ark., 1982; Piccardi ve ark., 2008). Ek olarak, erkeklerin özellikle zihinsel döndürme görevlerinde daha iyi performans gösterdiğini söyleyen çalışmalar vardır (Harshman ve ark., 1983; Linn ve Petersen, 1985; Sanders ve ark., 1982). Nitekim bu araştırma sorusunda görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerinin geri getirme görevlerinde farklılık olmamasının bir sebebi öğrencilerin ortamda anatomik kemikleri 3 boyutlu olarak döndürülebilecekleri şeklinde ortam

etkileşimlerinin tasarımlarından kaynaklı olabilir. Böylelikle hem kadınlar hem erkekler bilişsel olarak zihinsel döndürme yapmalarına gerek kalmadan anatomik yapıları sanal ortamda rahatlıkla somut olarak döndürerek çalışmışlardır.

Alanyazında uzamsal yeteneklerdeki cinsiyet farklılıklarının, çevresel faktörler (Baenninger ve Newcombe, 1989; Gaulin ve Hoffman, 1988) biyolojik faktörler (Kimura ve Hampson, 1994; Williams ve ark., 1990) ve bunların etkileşiminden kaynaklandığı görüşleri vardır (Coluccia ve Louse, 2004). Gaulin ve Hoffman (1988), uzamsal yeteneklerdeki cinsiyet farklılıklarının nedeninin deneyim ve öğrenme gibi çevresel faktörler olabileceğini ifade etmiştir. Farklı uzamsal yetenek seviyeleri, erkeklerin ve kadınların uzamsal faaliyetlerde geçirdikleri zamanın farklı olmasından kaynaklanıyor olabilir (Coluccia & Louse, 2004). Nitekim bilgisayar kullanımının öğrencilerin uzamsal becerilerini geliştirdiği görüşü de vardır (Dixon, 1995). Lawton ve Morrin (1999), erkekler uzamsal becerilerin gelişimini artıran etkinliklerde daha fazla deneyime sahip olduğunu, Coluccia ve Louse (2004) erkeklerin yüksek uzamsal bileşenlere sahip oyunlar oynadıklarını, Webley (1981) ise erkeklerin yeni çevreleri keşfetmelerine kızlardan daha sık izin verildiğini ifade etmiştir bu nedenle erkeklerin uzamsal yeteneklerinin daha iyi olmasında çevresel faktörlerin de etkisi kabul edilmektedir. 2024 yılında hala böyle midir? Kadınların da son 20 yılda mobil oyunlar, 3 boyutlu oyunlar, navigasyon vb. teknolojideki gelişmelerle beraber uzamsal faaliyetlerinin katılımlarının arttığını düşünürsek acaba günümüzde bu farklılıkları etkisiz denecek kadar azalmış olabilir mi? Nitekim bu tartışmaya benzer; Feng ve ark. (2007) aksiyonlu bir video oyunu ile 10 saatlik bir eğitimin ardından katılımcıların hem uzamsal dikkat hem de zihinsel döndürmede önemli kazanımlar elde ettiğini ve kadınların erkeklerden daha fazla faydalandığını bulmuşlardır. Aksiyon video oynamanın uzamsal dikkatteki cinsiyet farklılıklarını tamamen ortadan kaldırdığını ve zihinsel döndürme yeteneklerini azalttığını bulmuşlardır. Ishikawa ve Montello (2006) günlük yaşamda sıklıkla kullanılan navigasyonun uzamsal yeteneklerin gelişimine katkıda bulunabileceğini göstermiştir. De Lisi ve Wolford (2002) ise bilgisayar oyunu oynama ile zihinsel döndürme

arasındaki ilişkiyi araştırmış ve bilgisayar oyunu oynadıktan sonra erkeklerin ön testte kızlardan daha iyi performans göstermesine rağmen son testte göstermediklerini bulmuştur. Tam bu noktada bu bulgularla ve çıkarımla uyumlu olarak bu araştırmaya katılan 83 kadının 48'inin kısmen 3 boyutlu ortam deneyimi varken, 83 erkekte 33'ünün kısmen 3 boyutlu ortam deneyimi vardır. Bu bakımdan, bu çalışmaya katılan kadınların 3 boyutlu ön deneyim seviyeleri erkeklere göre daha fazla olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu 21.yüzyılda değişen nesil ve teknolojik imkânlar sayesinde cinsiyet farklılıklarının etkisi de giderek azalıyor veya yok oluyor olabilir.

### **Sesli Sanal Gerçeklik Ortamında Eğitimci ve Öğrenci Cinsiyetine Göre Geri Getirme Görev Performansları**

Bu araştırma sorusunda, öğrencilerin cinsiyetlerinin ve sesli SG ortamında anatomik yapıyı seslendiren eğitimci cinsiyetinin birlikte geri getirme performanslarına etkisini incelemek için etkileri bağlamsal ve bağlamsal olmayan görevler için faktöryel ANOVA yapılmış ve alt başlıkların sonunda ele alınarak bulgular tartışılmıştır.

#### ***Öğrenci ve Eğitimcinin Cinsiyetine Göre Bağlamsal Görev (Görev 1) Performansları***

Öğrenci ve eğitimcinin cinsiyetine göre bağlamsal görev (Görev 1) performans puanlarına ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma puanları Tablo 35'te sunulmuştur.

**Tablo 35**

*Öğrenci ve Eğitimcinin Cinsiyetine Göre Bağlamsal Görev Geri Getirme Performanslarına İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları*

Öğrenci Cinsiyet	Eğitmen Cinsiyet	N	Ort	Ss.
Erkek	Kadın eğitimci	23	7,52	2,313
	Erkek eğitimci	8	8,25	1,581
	Toplam	31	7,71	2,148
Kadın	Kadın eğitimci	16	6,44	2,032
	Erkek eğitimci	9	7,78	2,092
	Toplam	25	6,92	2,219

Öğrencilerin cinsiyetlerinin ve sesli SG ortamında anatomik yapıyı seslendiren eğitmen cinsiyetinin bağlamsal görev performansına etkileşim etkisini incelemeye önce Levene testi sonuçlarına bakılmış olup, buna göre gruplar arası varyanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı dolayısıyla gruplar arası varyansların homojenliği varsayımının sağlandığını görülmüştür ( $p > .05$ ). Öğrencilerin cinsiyetlerinin ve sesli SG ortamında anatomik yapıyı seslendiren eğitmen cinsiyeti etkileşimlerinin bağlamsal görev performansları üzerinde yapılan 2X2 faktöryel ANOVA sonuçları Tablo 36'da sunulmuştur.

**Tablo 36**

*Öğrenci Cinsiyeti ve Eğitmen Cinsiyeti Açısından Görev 1 Performansının İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi $\eta^2$
Öğrenci cinsiyet	7.082	1	7.082	1.481	.229	.028
Eğitmen cinsiyet	12.508	1	12.508	2.615	.112	.048
Öğrenci cinsiyet * Eğitmen cinsiyet	1.095	1	1.095	.229	.634	.004
Hata	248.732	52	4.783			
Toplam	3302.000	56				

$R^2 = 0.082$ ,  $R^2_{Adjusted} = 0.29$

Tablo 36'da görüldüğü üzere, iki yönlü ANOVA sonuçları, öğrenci cinsiyetinin ( $F_{(1,52)} = 1.481$ ,  $p = .229$ , kısmi  $\eta^2 > .01$ ) ve eğitmen cinsiyetinin ( $F_{(1,52)} = 2.615$ ,  $p = .112$ , kısmi  $\eta^2 > .01$ ) bağlamsal görev 1 geri getirme performansı üzerinde anlamlı etkisinin olmadığını ve öğrenci cinsiyeti ile eğitmen cinsiyeti etkileşim etkisinin de bağlamsal görev 1 performansı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir ( $F_{(1,52)} = .229$ ,  $p = .624$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ).



**Öğrenci ve Öğretmenin Cinsiyetine Göre Bağlam Bağımsız Görev (Görev 2) Performansları**

Öğrenci ve öğretmenin cinsiyetine göre bağlam bağımsız görev (Görev 2) performans puanlarına ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma puanları Tablo 37’de sunulmuştur.

**Tablo 37**

*Öğrenci ve Öğretmenin Cinsiyetine Göre Bağlam Bağımsız Görev Geri Getirme Performanslarına İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları*

Öğrenci Cinsiyet	Öğretmen Cinsiyet	N	Ort	Ss.
Erkek	Kadın öğretmen	23	5,48	1,620
	Erkek öğretmen	8	5,38	1,506
	Toplam	31	5,45	1,567
Kadın	Kadın öğretmen	16	4,69	1,580
	Erkek öğretmen	9	5,89	2,147
	Toplam	25	5,12	1,856

Öğrencilerin cinsiyetlerinin ve sesli SG ortamında anatomik yapıyı seslendiren öğretmen cinsiyetinin bağlam bağımsız görev performansına etkileşim etkisini incelemeden önce Levene testi sonuçlarına bakılmış olup, buna göre gruplar arası varyanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı dolayısıyla gruplar arası varyansların homojenliği varsayımının sağlandığını görülmüştür ( $p > .05$ ). Öğrencilerin cinsiyetlerinin ve sesli SG ortamında anatomik yapıyı seslendiren öğretmen cinsiyeti etkileşimlerinin bağlam bağımsız görev performansları üzerinde yapılan faktöryel ANOVA sonuçları Tablo 38’de sunulmuştur.

**Tablo 38**

*Öğrenci Cinsiyeti ve Eğitimci Cinsiyeti Açısından Bağlam Bağımsız Görev Performansının İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi $\eta^2$
Öğrenci cinsiyet	.224	1	.224	.079	.780	.002
Eğitmen cinsiyet	3.525	1	3.525	1.239	.271	.023
Öğrenci cinsiyet * Eğitmen cinsiyet	4.976	1	4.976	1.749	.192	.033
Hata	147.941	52	2.845			
Toplam	1733.000	56				

$R^2 = 0.063$ ,  $R^2_{Adjusted} = 0.009$

Tablo 38’de görüldüğü üzere, iki yönlü ANOVA sonuçları, öğrenci cinsiyetinin ( $F_{(1,52)} = 1.481$ ,  $p = .079$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ) ve eğitimci cinsiyetinin ( $F_{(1,52)} = 1,239$ ,  $p = .271$ , kısmi  $\eta^2 > .01$ ) bağlam bağımsız geri getirme görevi üzerinde anlamlı etkisinin olmadığını ve öğrenci cinsiyeti ile eğitimci cinsiyeti etkileşim etkisinin de bağlam bağımsız geri getirme görev performansı üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir ( $F_{(1,52)} = 1,749$ ,  $p = .192$ , kısmi  $\eta^2 > .01$ ).

Dijital öğrenme ortamlarında özellikle önceden kaydedilmiş derslerde eğitimcinin sesinin birçok öğrencinin öğretmeniyle yaşadığı en kişisel etkileşim olabileceği anlamına geldiği söylenmektedir (Doubleday ve Lee, 2016). Öğrenciler eğitimcinin sesine maruz kaldıktan sonra onunla bir bağ hissedebilirler (Pedelty ve Kuecker, 2014). Bu araştırmada sesli sanal gerçeklik ortamında öğrenci ve eğitimci cinsiyetinin öğrencilerin geri getirme performansları üzerinde bir etkisinin olmadığı görülmektedir. Bu bulgulara benzer olarak; Saunders ve Saunders (1999) belirli bir cinsiyetteki öğrencilerin aynı cinsiyetten eğitimcilerden daha fazla şey öğrenip öğrenmediğini araştırmışlardır. Sonuç olarak öğrenci öğrenme performansının ve eğitimci değerlendirmesinin aynı cinsiyetteki eğitimcilerden

etkilenmediğini bulmuşlardır. Freeman (1992) öğrenci ve öğretmenin cinsiyeti öğrencilerin ders alma isteklerini etkilemediğini bulmuştur. Genel olarak ise yükseköğretimde öğretmen cinsiyetinin öğrenci başarısını belirlemede etkisinin olmadığı veya çok küçük bir rol oynadığı (Hoffman & Oreopoulos, 2009) ve de öğretmen cinsiyetinden daha çok öğretmenin ders anlatma becerilerinin ve kişiliklerinin daha önemli olduğu ifade edilmektedir (Appiah ve Agbelevor, 2015). Diğer bir yandan öğrenme ortamında öğretmenin cinsiyetinin etkili olduğunu gösteren çalışmalar da mevcuttur (Lavin ve ark., 2012). Örneğin; Lavin vd. (2012) erkek öğretmenlerin sözlü olarak sunulan içeriğin öğrenciler tarafından daha iyi hatırlandığını bulmuşlardır. Bu çalışmada öğrenci öğretmen sesine sadece sesli SG ortamında eğitim uygulamasında maksimum 15 dakika ile maruz kalmıştır. Bu da eğitim sürecinde öğretmen cinsiyetinin etkisi için sınırlı bir süre olarak düşünülebilir. Ayrıca önceki öğretmen cinsiyeti çalışmaları genellikle yüz yüze veya çevrimiçi ortamlarda yapılan öğrenmeler üzerinde yapılmıştır (Doubleday ve Lee, 2016; Fernández-García ve ark., 2021; Lavin ve ark., 2012). Sanal gerçeklik ortamlarında öğretmen cinsiyetinin öğrencinin öğrenmesindeki rolü henüz çalışılmamıştır. Öğretmen sesi ile daha uzun zaman geçirilen ortamlarda veya öğretmenin görsel görüntüsünün/bedeninin de yer aldığı ortamlarda daha farklı sonuçlar elde edilebilir.

### **SG Ortamlarında Görsel Uzamsal Bellek ve Zihinsel Döndürme Kapasitelerine Göre Öğrencilerin Eğitim Uygulamasında Kalma Süreleri**

Bu araştırma sorusunda, görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme düzeyleri (düşük ve yüksek) ile sanal gerçeklik ortamlarının (masaüstü, sesli S-SG ve Sessiz S-SG) katılımcıların eğitim uygulamasında kalma süresi üzerindeki etkisini incelemek üzere 2X3 faktöryel ANOVA yapılmıştır. Bu kapsamda iki alt araştırma sorusuna cevap aranmıştır. İlki, öğrencilerin eğitimde kalma süreleri görsel uzamsal bellek kapasiteleri ve SG ortamlarının ortak etkisine göre anlamlı farklılık gösterip göstermediği; diğeri ise, bu sürelerin zihinsel döndürme kapasiteleri ve SG ortamlarının ortak etkisine göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini belirlemek üzerinedir. Aşağıda bu sorulara ilişkin analiz sonuçları sunulmuştur.

**Öğrencilerin Eğitimde Kalma Süreleri Görsel Uzamsal Bellek Kapasiteleri ve SG Ortamlarının Ortak Etkisine Göre Anlamlı Farklılık Göstermekte Midir?**

Öğrencilerin GUB ve SG ortamlarına göre uygulamada kalma sürelerine (saniye cinsinden) ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma puanları Tablo 39'da sunulmuştur.

**Tablo 39**

*Görsel Uzamsal Bellek ve Sanal Gerçeklik Ortamlarına Göre Eğitimde Kalma Süresine İlişkin Betimsel Analiz Sonuçları*

	SG ortamları	N	Ort	Ss.
Düşük GUB	Sesli SSG	20	561,15	228,623
	Masaüstü SG	28	393,29	186,797
	Sessiz SSG	23	523,83	246,677
	Toplam	71	482,86	228,653
Yüksek GUB	Sesli SSG	36	567,31	213,497
	Masaüstü SG	30	462,37	208,708
	Sessiz SSG	30	457,27	252,388
	Toplam	96	500,13	228,639

Öğrencilerin, görsel uzamsal bellek ve buldukları SG ortamlarında harcamış oldukları eğitim uygulamasında kalma süreleri arasında bir farkın oluşup oluşmadığını incelemeden önce Levene testi sonuçlarına bakılmış olup, buna göre gruplar arası varyanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı; dolayısıyla gruplar arası varyansların homojenliği varsayımının sağlandığını görülmüştür ( $p > .05$ ). Görsel uzamsal bellek ve SG ortamlarının etkileşiminin katılımcıların eğitim uygulamasında kalma süreleri üzerinde yapılan 3X2 faktöryel ANOVA sonuçları Tablo 40'ta sunulmuştur.

**Tablo 40**

*Görsel Uzamsal Bellek Kapasiteleri ve Farklı SG Ortamları Açısından Eğitimde Kalma Süreleri İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi $\eta^2$
GUB	336,670	1	336,670	.007	.934	.000
SG ortamları	506942,92	2	253471,462	5,114	.007	.060
GUB * SG ortamları	126151,922	2	63075,961	1,273	.283	.016
Hata	7979752,04	161	49563,677			
Toplam	49191811,0	167				

$R^2 = 0.076$ ,  $R^2_{\text{Adjusted}} = 0.048$

Tablo 40'da görüldüğü üzere, iki yönlü ANOVA sonuçları, görsel uzamsal belleğin ( $F_{(1,161)} = .007$ ,  $p = .934$ , kısmi  $\eta^2 < .01$ ) eğitimde kalma süresi üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Görsel uzamsal bellek ile sanal gerçeklik ortamlarının etkileşim etkisinin de eğitim uygulamasında kalma süresi üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını göstermektedir ( $F_{(2,161)} = 1,273$ ,  $p = .283$ , kısmi  $\eta^2 > .01$ ). Ancak sanal gerçeklik ortamlarının ( $F_{(2,161)} = 5,114$ ,  $p = .007$ , kısmi  $\eta^2 > .01$ ) eğitim uygulamasında kalma süresi üzerinde anlamlı etkisinin olduğu görülmektedir.

Sesli SSG, Sessiz SSG ve masaüstü SG ortamlarının eğitimde kalma süresi üzerinde nasıl farklılaştığını incelemek için Tukey post hoc testi yapılmıştır. Tukey post hoc testi sonucuna göre sesli S-SG ile masaüstü SG ortamları arasında anlamlı bir fark vardır ( $p < 0.05$ ). Ancak sessiz SSG ile diğer gruplar arasında anlamlı bir farklılık gözlemlenmemiştir ( $p > 0.05$ ).

## **Öğrencilerin Eğitimde Kalma Süreleri Zihinsel Döndürme Kapasiteleri ve SG**

### **Ortamlarının Ortak Etkisine Göre Anlamlı Farklılık Göstermekte Midir?**

Öğrencilerin zihinsel döndürme ve SG ortamlarına göre uygulamada kalma sürelerine (saniye cinsinden) ilişkin aritmetik ortalama ve standart sapma puanları Tablo 41'de sunulmuştur.

**Tablo 41**

*Zihinsel Döndürme ve Sanal Gerçeklik Türüne Göre Eğitimde Kalma Süresine İlişkin*

*Betimsel Analiz Sonuçları*

	SG ortamları	N	Ort	Ss.
Düşük ZD	Sesli SSG	29	557,97	220,437
	Masaüstü SG	31	447,61	230,126
	Sessiz SSG	26	583,27	247,462
	Toplam	86	525,84	237,280
Yüksek ZD	Sesli SSG	27	572,78	217,084
	Masaüstü SG	27	407,67	159,648
	Sessiz SSG	27	392,63	217,622
	Toplam	81	457,69	213,856

Zihinsel döndürme kapasiteleri ve SG türlerinin öğrencilerin eğitim uygulamasında kalma sürelerine etkileşim etkisini incelemeyen önce Levene testi sonuçlarına bakılmış olup, buna göre gruplar arası varyanslar arasında anlamlı bir fark olmadığı dolayısıyla gruplar arası varyansların homojenliği varsayımının sağlandığını görülmüştür ( $p > .05$ ;  $p = .082$ ). Zihinsel döndürme ve SG türlerinin etkileşiminin katılımcıların eğitim uygulamasında kalma süreleri üzerinde yapılan iki faktörlü varyans analizi sonuçları Tablo 42'de sunulmuştur.

**Tablo 42**

*Zihinsel Döndürme Kapasiteleri ve SG Ortamlarına Göre Eğitimde Kalma Sürelerinin İki Yönlü ANOVA Testi Sonuçları*

Varyansın Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi $\eta^2$
SG Ortamları	540880.804	2	270440.402	5.729	.004	.066
ZD	215235.029	1	215235.029	4.560	.034	.028
SG ortamları * ZD	306369.191	2	153184.595	3.245	.042	.039
Hata	7599554.399	161	47202.201			
Toplam	49191811.0	167				

$R^2 = .120$   $R^2_{Adjusted} = 0.93$

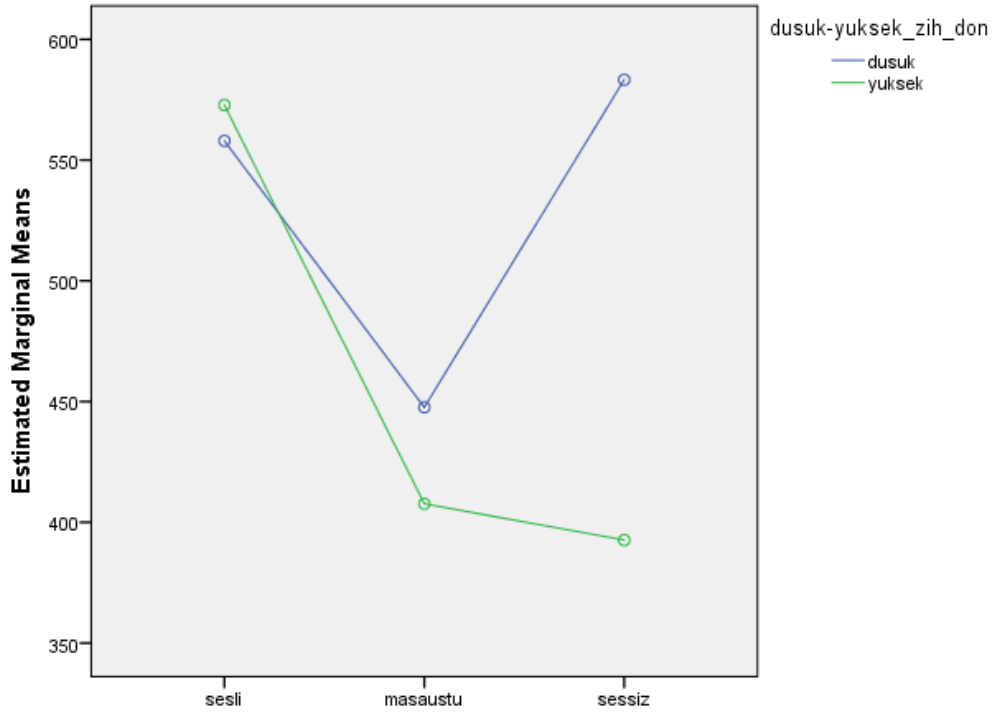
Tablo 42'de görüldüğü üzere, iki yönlü faktör analizi sonuçları, zihinsel döndürme kapasitelerinin ( $F_{(1,161)} = 4.560$ ,  $p = .034$  kısmi  $\eta^2 > .01$ ) ve sanal gerçeklik ortamlarının ( $F_{(2,161)} = 5.729$ ,  $p = .004$ , kısmi  $\eta^2 > .01$ ) eğitimde kalma süreleri üzerinde anlamlı etkisinin olduğunu göstermektedir. Zihinsel döndürme kapasiteleri ile sanal gerçeklik ortamlarının etkileşim etkisinin de eğitim uygulamasında kalma süreleri üzerinde anlamlı bir etkisinin olduğu görülmektedir ( $F_{(2,161)} = 3.245$ ,  $p = .042$ , kısmi  $\eta^2 > .01$ ).

Sesli SSG, Sessiz SSG ve masaüstü SG ortamlarının eğitimde kalma süresi üzerinde nasıl farklılaştığını incelemek için Tukey post hoc testi yapılmıştır. Tukey post hoc testi sonucuna göre sesli S-SG ile masaüstü SG ortamları arasında anlamlı bir fark vardır ( $p < 0.05$ ). Ancak sessiz S-SG ile diğer ortamlar arasında anlamlı bir farklılık yoktur ( $p > 0.05$ ).

Şekil 22 incelendiğinde, sesli S-SG ortamında eğitime katılan ve düşük zihinsel döndürme kapasitesine sahip öğrencilerin eğitim uygulamasında en çok kalan grup olduğu, sessiz S-SG ortamında eğitime katılan ve yüksek zihinsel döndürme kapasitesine sahip öğrencilerin eğitim ortamında en az kalan grup olduğu görülmektedir.

## Şekil 22

SG Ortamları ile Zihinsel Döndürme Kapasiteleri Etkileşiminin Eğitim Uygulamasında Kalma Süresine Etkisine Yönelik Grafik



Zihinsel döndürme kapasitelerine göre eğitim uygulamasını tamamlama sürelerinde nasıl farklılaştığı incelendiğinde yüksek zihinsel döndürme kapasitesine sahip öğrencilerin (ort: 457.69 sn, SS: 213,856), düşük zihinsel döndürme kapasitesine sahip öğrencilere (ort:525.84 sn, SS: 237,28), kıyasla eğitim uygulaması boyunca sanal ortamda daha az kaldığı görülmüştür. Geri getirme performansları bakımından anlamlı bir farklılık olmamasına rağmen öğrenme hızlarında anlamlı farklılık çıkması güçlendirici yetenek hipotezi ile uyumlu olabilir. Güçlendirici yetenek hipotezine göre yüksek uzamsal yetenekli öğrenenler yeterli bilişsel kapasiteye sahip olduklarından dolayı SG ortamlarından daha fazla fayda sağlar. Fakat avantajlı ya da dezavantajlı oldukları koşullar hangi değişkenlere göre belirlenmiştir net değildir. Başarı, öğrenme veya geri getirme performansı açısından avantajlı oldukları bir durum yok iken öğrenme hızı bakımından avantajlı olabilirler. Ek olarak ön deneyim, motivasyon, etkileşim gibi farklı değişkenler de bu durumları etkileyebilir.



## Bölüm 5

### Sonuç ve Öneriler

Sanal gerçeklik ortamlarında öğrencilerin görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerine göre geri getirme performanslarının incelendiği bu çalışmada, ulaşılan sonuçlar bu bölümde verilmiştir. Araştırma problemlerinin sırasına göre sonuçlar ve öneriler sunulmuştur. İlk olarak araştırma sorularının sonuçları özetlenmiştir (Tablo 43).

**Tablo 43**

#### *Araştırma Sonuçları Özeti*

Araştırma Sorusu	Sonucu
Görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerine öğrencilerin farklı SG ortamlarındaki geri getirme performansları anlamlı bir farklılık göstermekte midir?	Hayır
Öğrencilerin görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerine göre geri getirme performansları anlamlı bir farklılık göstermekte midir?	Hayır
Farklı SG ortamlarına göre öğrencilerin geri getirme performansları anlamlı bir farklılık göstermekte midir?	Hayır
Görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerine göre öğrencilerin geri getirme performansları cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?	Hayır
Öğrencilerin sesli sanal gerçeklik ortamında geri getirme performansları eğitmenin cinsiyetine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?	Hayır
Farklı SG ortamlarında; a) Görsel uzamsal bellek döndürme kapasitelerine göre öğrencilerin eğitim uygulamasında kalma süreleri anlamlı bir farklılık göstermekte midir?	GUB-Hayır SG-Evet GUB*SG etkileşim-Hayır
b) Zihinsel döndürme kapasitelerine göre öğrencilerin eğitim uygulamasında kalma süreleri anlamlı bir farklılık göstermekte midir?	Evet

#### **Öğrencilerin Görsel Uzamsal Bellek ve Zihinsel Döndürme Kapasitelerinin Farklı SG Ortamlarına Göre Geri Getirme Görev Performansları**

Düşük veya yüksek görsel uzamsal belleğe veya zihinsel döndürmeye sahip öğrencilerin geri getirme performanslarının farklı SG ortamlarına göre farklılaşmadığı görülmüştür. Dengeleyici yetenek hipotezine düşük uzamsal yetenekli bireylerin kendi görselleştirmelerini zihinsel olarak yeniden yapılandırmakta zorlandıkları için bu tür SG

ortamları onlara bu süreçte destek olmaktadır. Böylelikle yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrenenler ile dengelenmiş, eşitlenmiş olurlar. Dolayısıyla bu araştırma da düşük uzamsal yeteneğe ve görsel uzamsal belleğe sahip öğrencilere 3 boyutlu SG ortamları bir avantaj sağlamış olabilir. Öğrencilerin düşük veya yüksek görsel uzamsal belleğe veya zihinsel döndürmeye sahip olmalarının geri getirme performanslarında farklı SG ortamlarına göre farklılaşmamasının diğer bir sebebi her üç ortamda da öğrenciye aynı eş değer ve içeriğin sunulmasından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Dolayısıyla, farklı ortamların ele alındığı araştırmalarda öğrencilere sunulan içeriğin ve görselin aynı eş değerlikte olması sağlandığında öğrenenlerin aynı öğrenme çıktılarına ulaşabildiği söylenebilir. Bu da ortam tasarımcıları ve geliştiriciler için eğitim teknolojileri alanında önemli bir olgudur. Sonuç olarak; sanal gerçeklik ortamlarında düşük ve yüksek uzamsal bellek kapasitesine sahip öğrenenleri eş değer ortamlar, eş değer etkileşim (özellikle döndürme etkileşimi) ve içerik sağlanabilirse görselleştirmelerini zihinsel olarak yeniden yapılandırma gereksinimleri en aza indirilebilir ve uzamsal görevleri farklı uzamsal yeteneklere sahip öğrenciler eşit uzamsal süreçlerle yürüterek aynı öğrenme fırsatını yakalayabilir.

Düşük veya yüksek görsel uzamsal yeteneğe ve zihinsel döndürmeye sahip öğrenenlerin geri getirme performansların farklı SG ortamlarında farklılaşmamasının bir diğer sebebi ise öğrencilere sunulan geri getirme performans görevlerinin (bağlamsal görev1 ve bağlam bağımsız görev 2) eğitim uygulamasını aldığı SG ortamı ile aynı ortamda verilmesiyle 3 boyutlu olarak görüp yanıtlaması olabilir. Nitekim hem bağlamsal görev1'de hem bağlamsal görev2'de öğrenci sorulan kemiği 360 derece görebilmektedir. Tek fark bağlamsal görevde ayak anatomisine ait tüm kemikleri bütüncül bir şekilde komşu kemiklerle beraber görebiliyorken, bağlam bağımsız görevde her bir kemik ekrana tek başına gelmektedir. Çünkü bilişsel yetenekler içeren görevlerin S-SG ortamlarında uygulanması ile nesnelere farklı açılardan ve 360° olarak görmeleri ipucu sağlamış olabilir, uzamsal düşüncelerine yardımcı olmuş olabilir ve bu da öğrencilerin performansını etkileyebilir. Dengeleyici yetenek hipotezi ile yine uyumlu olarak düşük uzamsal yeteneğe

sahip öğrenciler geri getirme performans görevlerinde de 3 boyutlu sunulan görevleri cevaplarırken avantajlı durumda olmuş olabilir. Çünkü uzamsal görevleri zihinsel olarak yapılandırma süreçlerinde SG ortamının 3 boyutlu tasarımı ve görevlerin 3 boyutlu olarak gelmesi bu süreçte yardım etmiş olabilir. Ancak önceki araştırmalara bakıldığında uzamsal yeteneklerin öğrenme performansına veya geri getirmeye etkisini araştıran çalışmalar da eğitimler SG ortamlarında verilmiş olsa da değerlendirme görevleri genellikle uygulama ortamından bağımsız bir ortamda anket, kâğıt ortamı veya masaüstü bilgisayar aracılığıyla verildiği görülmektedir. Dolayısıyla düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrenciler bu değerlendirme yöntemlerinin olumsuz etkisinde kalarak öğrenme performansını tam yansıtamamış olabilir. Geri getirme performanslar görevi sorularını da öğrenci anatomik yapıya çalıştığı eğitim uygulamasındaki gibi 3 boyutlu olarak görmekte ve dolayısıyla bu da düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin soruları cevaplarırken zihinsel faaliyetlerine yardım ederek avantajlı konuma getirmiş olabileceği söylenebilir. Dolayısıyla geri getirme performans sorularının SG ortamında yine 3 boyutlu olarak öğrenciye sunulması uzamsal yeteneklerdeki eşitsizliği ortadan kaldırmış veya azaltmış olabilir.

### **Görsel Uzamsal Bellek ve Zihinsel Döndürme Kapasitelerinin Geri Getirme Görev Performansları Üzerinde Etkisi**

Öğrencilerin görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerine göre geri getirme performanslarının değişmediği görülmüştür. Düşük ve yüksek görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürmelere sahip öğrenenlerin geri getirme performanslarda farklılık çıkmamasının bir sebebi hem eğitim uygulamasının hem de geri getirme performans görevlerinin aynı sanal ortamda verilmesi ile öğrenilen kazanımların transferi daha başarılı bir şekilde gerçekleşmiş olabilir. Çünkü birçok çalışma kalıcılık, geri getirme veya başarı gibi testleri uygulama ortamından bağımsız bir 2 boyutlu veya kâğıda basılı bir şekilde uygulamaktadır. Ancak bu düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrenenlerin bilgi transfer sürecini olumsuz etkileyebilir. Bu nedenle sanal ortamlarda tasarlanan eğitim uygulamalarında öğrenme, hatırlama, geri getirme gibi değişkenler değerlendirilecekse yine

aynı ortamda değerlendirilmesi uzamsal yetenekleri farklı öğrenciler için daha eşitlikçi değerlendirme fırsatları doğurabilir.

İkinci olarak bu araştırma kapsamında hazırlanan SG ortamlarında öğrenci anatomik yapıyı (kemiği) tutabilir, 360° döndürebilir, bırakabilir ve tekrar tekrar istediği gibi bir kemiği çalışabilir. Dolayısıyla öğrenen kendi uzamsal bilişine ve öğrenme hızı ve kapasitesine göre ortamda öğrenmelerini serbestçe gerçekleştirebilmektedir. Dolayısıyla düşük ve yüksek görsel uzamsal belleğe veya zihinsel döndürme kapasitesine sahip öğrenen kendi görselleştirmelerini zihinsel olarak yeniden yapılandırmaya gerek kalmadan öğrenme fırsatı yakalamaktadır. Dolayısıyla düşük ve yüksek zihinsel döndürme ve görsel uzamsal belleğe sahip öğrencilerdeki öğrenme süreçlerini eşitlemiş olabilir. Bu da dengeleyici yetenek hipotezi ile uyumlu olabilir.

Üçüncü olarak; öğrencilerin görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerine göre geri getirme performanslarının değişmemesinin bir sebebi geri getirme görevi veya öğrenme performanslarının nasıl değerlendirildiği olabilir. Performansı değerlendirmek için hazırlanan görevlerin bağlamsal ve bağlamdan bağımsız olması farklı bilişsel süreçleri etkileyebilir. Zihinsel döndürme ve görsel uzamsal yetenekleri farklı düzeylerde olan öğrenciler için bu tür görevlerde performans farklılıkları görülebilir. Ancak bağlamsal görev olan görev 1 de kemiğin çevresindekilerle (komşu kemiklerle) görmesi kemiği geri getirme sürecinde uzamsal bir ipucu sağlamış olabilir. İkinci olarak bağlam bağımsız görev de kemik tek başına gelmiş olsa sorulan kemiği 360 derece görebilmesi de uzamsal bir ipucu sağlamış olabilir. Bu da farklı uzamsal yeteneklere sahip öğrenenlerin değerlendirme sürecindeki eşitsizliği azaltmış veya ortadan kaldırmış olabilir.

### **Farklı SG Ortamlarına Göre Öğrencilerin Geri Getirme Görev Performansları**

Sanal gerçeklik ortamları tasarım türüne bağlı olarak öğrenenlere farklı öğrenme deneyimleri sunabilmektedir. Farklı SG ortamları öğrenenlerin geri getirme performanslarında anlamlı bir farklılık oluşturmadığı görülmüştür. Nitekim farklı ortamların

karşılaştırıldığı araştırmalarda seçilen medyanın rolü ve metodoloji önemlidir. Dolayısıyla bu araştırma tasarım aşamasında dikkat edilen metodolojik unsurlardan biri öğrencilere aynı eş değer içeriği ve etkileşimleri bu ortamlarda sunabilmektir. Aksi takdirde eğitim uygulaması sonucunda oluşacak farklılığın neyden kaynaklandığını ileri sürmek zor olabilir. Aynı zamanda farklı gezinim türlerinin karşılaştırdığı araştırmalarda, kullanılan öğrenme görevlerinde öğrenenlere sunulan görsellerin, içeriğin veya materyallerin aynı eş değerliği yakalayamadığı görülmektedir. Bu noktada bu araştırmada anatomi dersinde, S-SG ortamında 3 boyutlu olarak ve masaüstü SG ortamında 3 boyutlu olarak aynı materyali içeren unity de geliştirilip S-SG ve masaüstü sürüm çıktıları kullanılmıştır. Her iki sürüm de etkileşime izin verir, ancak S-SG ortamında öğrenci joystick ile kemiklerle etkileşime girerek döndürme, etrafında gezinme, yaklaşma, uzaklaşma gibi etkileşimlerde bulunur, masaüstü SG ortamında ise bu etkileşimleri fare ve klavye ile gerçekleştirir. Tam bu noktada bedensel öğrenme açısından da masaüstü SG ortamı düşük bedensel katılım düzeyine sahipken, sesli ve sessiz S-SG ortamları yüksek bedensel katılım düzeyine sahip ortamlardır. Dolayısıyla bedensel katılım düzeyleri açısından da SG ortamlarında öğrencilerin geri getirme performanslarında anlamlı farklılık çıkmamasının sebebi her üç ortamda da öğrenciye aynı eş değer materyalin, görselin, farklı düzeyler de olsa benzer etkileşimlerin sunulması ile aynı eş değer ortamları yakalandığı ve bunun da öğrencilerdeki bireysel farklılıkları nötrlediği söylenebilir. Sonuç olarak, farklı ortam türlerinin karşılaştırıldığı araştırmalarda öğrenenlere sunulan görselin, içeriğin ve materyalin aynı olması sağlanarak içerik ve bilgi eş değerliğinin kontrol altına alınması sonuçların geçerliği ve tutarlılığı bakımından önemlidir. Dolayısıyla farklı gezinim ortamlarının ele alındığı medya karşılaştırma çalışmalarında, öğrenenlere sunulan içeriğin, materyalin ve görselin aynı olması sağlanarak eş değerliğinin kontrol altına alınması eğitim uygulayıcıları ve öğretim tasarımcıları için dikkate alınması gereken bir değişken olduğu söylenebilir.

## **Öğrencilerin Görsel Uzamsal Bellek ve Zihinsel Döndürme Kapasitelerinin Cinsiyetlerine Göre Geri Getirme Görev Performansları**

Öğrencilerin görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerinin cinsiyetlerine göre geri getirme performanslarının değişmediği görülmüştür. Bu araştırma kapsamında hazırlanan SG ortamlarında öğrenci anatomik yapıyı (kemiği) tutabilir, 360° döndürebilir, bırakabilir ve tekrar tekrar istediği gibi bir kemiği çalışabilir. Dolayısıyla öğrenen kendi uzamsal bilişine ve öğrenme hızı ve kapasitesine göre ortamda öğrenmelerini serbestçe gerçekleştirebilmektedir. Görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerinin geri getirme görevlerinde farklılık olmamasının bir sebebi öğrencilerin ortamda anatomik kemikleri 3 boyutlu olarak döndürülebilecekleri şeklinde ortam etkileşimlerinin tasarımlarından kaynaklı olabilir. Böylelikle hem kadınlar hem erkekler bilişsel olarak zihinsel olarak yeniden yapılandırmalarına gerek kalmadan anatomik yapıları sanal ortamda rahatlıkla somut olarak döndürerek çalışmışlardır.

Görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerinin geri getirme görevlerinde farklılık olmamasının ikinci sebebi ise uzamsal yeteneklerdeki cinsiyet farklılıklarının nedeninin deneyim ve öğrenme gibi çevresel faktörlerden de etkilenebileceği görüşüdür. Kadın ve erkeklerin uzamsal görevlerdeki performansları uzamsal faaliyetlerde geçirdikleri zamanın farklı olmasından kaynaklanıyor olabilir. Genellikle erkeklerin uzamsal yeteneklerinin daha iyi olmasında biyolojik faktörlerin yanında çevresel faktörlerin de etkisi kabul edilmektedir. Ancak 2024 yılında hala böyle midir? Kadınların da son 20 yılda teknolojideki gelişmeler, kolay ulaşılabilirliği ve aslında teknolojinin içine doğan yeni bir kuşağın gelmesiyle uzamsal faaliyetlere katılımlarının arttığını düşünürsek acaba günümüzde bu farklılıkları etkisiz denecek kadar azalmış olabilir mi? Nitekim son 20 yılda yapılan araştırmalar bilgisayar oyunları, 3 boyutlu oyunların uzamsal yeteneklerdeki cinsiyet farklılıklarını yok ettiği söylemektedir. Tam bu noktada bu araştırma sonuçları ile uyumlu olarak bu araştırmaya katılan kadınların deneyim seviyeleri erkeklere göre daha fazla

olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu 21.yüzyılda değişen nesil ve teknolojik imkânlar sayesinde cinsiyet farklılıklarının etkisi de giderek azalıyor veya yok oluyor olabilir.

### **Sesli Sanal Gerçeklik Ortamında Eğitmen ve Öğrenci Cinsiyetine Göre Geri Getirme Görev Performansları**

Sesli sanal gerçeklik ortamında öğrenci ve eğitmen cinsiyetinin öğrencilerin geri getirme performansları üzerinde bir etkisinin olmadığı görülmüştür. Eğitmen cinsiyeti öğrencilerin öğrenme performanslarını nasıl etkilediği alanyazında tartışmalı bir konudur. Bunun bir sebebi eğitmen cinsiyetinin yanında başka birçok faktöründe devreye girmesi olabilir (yaş, ses tonu, karakteristik özellikleri, fiziksel görünüşü... vb). Dolayısıyla bu araştırmalarda bu faktörlerin kontrol altına alınması gereklidir. Bunların yanında diğer önemli bir unsur da eğitmen cinsiyetinin incelendiği eğitim ortamı olabilir. Örn; sınıf ortamı, çevrimiçi ortam, video, telekonferans, sanal ajanlar... vb. Alanyazın incelendiğinde sanal gerçeklik ortamlarında öğrenci ve eğitmen cinsiyetinin beraber ele alınmadığı görülmektedir. Dolayısıyla bu araştırma kapsamında Sesli sanal gerçeklik ortamında öğrenci ve eğitmen cinsiyetinin öğrencilerin geri getirme performansları üzerinde bir etkisinin olmamasını öğrenci eğitmen sesine sadece sesli SG ortamında eğitim uygulamasında maksimum 15 dakika kalması ve bunun da eğitmen cinsiyetinin etkisi için sınırlı bir süre olarak araştırmanın sonuçlarını etkilediği düşünülebilir. Eğitmen sesi ile daha uzun zaman geçirilen ortamlarda veya eğitmenin görsel görüntüsünün/bedeninin de yer aldığı ortamlarda daha farklı sonuçlar elde edilebilir.

### **SG Ortamlarında Görsel Uzamsal Bellek ve Zihinsel Döndürme Kapasitelerine Göre Öğrencilerin Eğitim Uygulamasında Kalma Süreleri**

Öğrencilerin görsel uzamsal bellek kapasitelerine göre eğitim uygulama sürecinde kalma süreleri farklılık göstermemiştir ancak zihinsel döndürme kapasitelerine göre farklılık göstermiştir. Sonuçlar yüksek zihinsel döndürme kapasitesine sahip öğrencilerin düşük zihinsel döndürme kapasitesine sahip öğrenenlere kıyasla eğitim uygulama sürecinde sanal

ortamda daha az kaldığını göstermektedir. Ek olarak sesli S-SG ortamında eğitime katılan ve düşük zihinsel döndürme kapasitesine sahip öğrencilerin eğitim uygulamasında en çok kalan grup olduğu, sessiz S-SG ortamında eğitime katılan ve yüksek zihinsel döndürme kapasitesine sahip öğrencilerin eğitim ortamında en az kalan grup olduğu görülmüştür. Sesli S-SG ortamında, masaüstü SG ortamına kıyasla eğitim uygulamasında daha fazla kalınmasının sebebi yenilik etkisi veya öğrencinin motivasyonu olabilir. Çünkü birçok öğrenci S-SG uygulama esnasında çok eğlendiğini çok zevk aldığını ifade etmiştir hatta 15 dakika ile sınırlandırılan eğitim uygulaması sürecinde daha çok vakit geçirmek istemiştir. Ve çalışma tamamlandığında tekrar katılıp katılamayacağını sormuştur.

Öğrencilerin zihinsel döndürme kapasitelerinin geri getirme performansları bakımından farklılık olmamasına karşın öğrenme hızlarında farklılık çıkması güçlendirici yetenek hipotezi ile uyumlu olabilir. Bu hipoteze göre, bir öğrencinin belirli bir alanda zaten güçlü olan yetenekleri, öğrenme sürecini güçlendirir ve daha etkili hale getirir. Bir başka ifadeyle, yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrenciler zaten bilişsel açıdan zorlanmadıkları için bu ortamlarda daha çok avantaj sağlamış olabilir ve böylelikle zamandan tasarruf sağlayarak eğitim uygulamasını daha hızlı tamamlamış olabilir. Fakat bu öğrencilerin avantajlı ve dezavantajlı oldukları durumlar hangi değişkenlere göre belirlenmiştir açık değildir. Bu ortamlarda öğrenme performansı, geri getirme, hatırlama gibi değişkenler bakımından avantajlı bir durum yok iken eğitim öğrenciler öğrenme hızı bakımından avantajlı olabilirler. Ek olarak ön deneyim, etkileşim, motivasyon gibi farklı değişkenler de bu sonuçları etkileyebilir. Bu nedenle gelecek araştırmalar için SG ortamlarında eğitim sürecinde öğrenme hızını etkileyebilecek farklı değişkenlerle beraber bireysel farklılıklar da dikkate alınarak incelenmesi önerilebilir.

Özetle alanyazında farklı sonuçların ortaya çıkmasının nedenlerinden biri SG öğrenme ortamlarında yürütülen çalışmalarda öğrenci özelliklerine ilişkin değişkenlerin veya bireysel farklılıkların çalışma desenine dâhil edilmemesi ve içerik, materyal ve görsel bakımından aynı eş değeriğe sahip ortamların sunulmamasıdır. Bedensel katılım



düzeyleri farklı ortamlarda bile eş değer görsel, materyal ve içerik öğrenciye sunulursa aynı öğrenme çıktılarına ulaşılabildiği görülmüştür. İkinci olarak bu araştırmada SG ortam tasarımında tıp fakültesi radyoloji bölümünden alınan radyoloji görüntülerinin 3 boyutlu olarak ortama aktarılması ile gerçek anatomik kemikler kullanılmış olması öğrencilerin gerçeklik ve buradalık algılarını arttırarak öğrenme performanslarını etkilemiş olabilir. Dolayısıyla eğitim uzmanları ve SG teknolojilerine yatırım yapmak isteyen kuruluşlar tarafından bu sonuçların dikkate alınması önemlidir. Çünkü S-SG teknolojileri için yatırım daha maliyetli ve kullanımı da daha çok çaba gerektirmektedir. Masaüstü SG teknolojileri gibi daha az maliyetli gösterim teknolojileri de uygun tasarım, içerik ve etkileşim ile tasarlanırsa S-SG teknolojisi ile aynı öğrenme çıktılarına yakalayabilmektedir. Ek olarak değerlendirme sürecinde öğrencilere zihinsel süreçlerini kolaylaştıracak ortamlar tasarlanabilirse (bağlamsal veya 360 derece döndürme gibi) değerlendirme sürecinde bireysel farklılıklardan kaynaklı eşitsizlikler azaltılabilir. Buradan yola çıkarak bu araştırmada öğrencilerin, görsel uzamsal bellek ve zihinsel döndürme kapasitelerinin farklı SG gezinim ortamlarında (Sesli SG- Sessiz S-SG- Masaüstü SG) geri getirme performanslarına etkisini incelediğimiz bu çalışma ile hem önceki araştırma sonuçlarında ki belirsizliklere bir netlik getirmek hem de öğrenme ortamında bireysel farklılıkların dikkate alınması ile bu araştırma sonuçlarının, eğitim teknolojileri alanında var olan eğitim araştırmalarına, tasarım ve uygulamalarına katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Gelecek araştırmalar için aynı eşdeğer etkileşim, içerik ve görsel sunan SG ortamları tasarlayarak farklı eğitim konularında farklı örneklemeler ile çalışılması önerilmektedir.

## Kaynaklar

- AECT Definition and Terminology Committee (2023). Definition of educational technology. <https://www.aect.org/aect/about/aect-defintiion>
- Ahn, S. J. G., Bailenson, J. N., & Park, D. (2014). Short-and long-term effects of embodied experiences in immersive virtual environments on environmental locus of control and behavior. *Computers in human behavior*, 39, 235-245.
- Andreano, J. M., & Cahill, L. (2009). Sex influences on the neurobiology of learning and memory. *Learning & memory*, 16(4), 248-266.
- Appiah, S. O., & Agbelevor, E. A. (2015). Impact of Lecturers' Gender on Learning: Assessing University of Ghana Students' Views. *Journal of Education and Practice*, 6(28), 30-37.
- Atkinson, R. C. (1972). Ingredients for a theory of instruction. *American psychologist*, 27(10), 921.
- Ausburn, L. J., & Ausburn, F. B. (2004). Desktop virtual reality: A powerful new technology for teaching and research in industrial teacher education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 41(4), 1-16.
- Baenninger, M., & Newcombe, N. (1989). The role of experience in spatial test performance: A meta-analysis. *Sex roles*, 20(5-6), 327-344.
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and brain sciences*, 22(4), 577-660.
- Baykul, Y. (2015). *Eğitimde ve psikolojide ölçme: Klasik test teorisi ve uygulaması*. Pegem Akademi.
- Beilock, S. (2015). *How the body knows its mind: The surprising power of the physical environment to influence how you think and feel*. Simon and Schuster.

- Blasko, D. G., Holliday-Darr, K., Mace, D., & Blasko-Drabik, H. (2004). VIZ: The visualization assessment and training Web site. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 36(2), 256-260.
- Bors, D. A., & Vigneau, F. (2011). Sex differences on the mental rotation test: An analysis of item types. *Learning and Individual Differences*, 21(1), 129-132.
- Brown, L. N., Lahar, C. J., & Mosley, J. L. (1998). Age and gender-related differences in strategy use for route information: A "map-present" direction-giving paradigm. *Environment and Behavior*, 30(2), 123-143.
- Bruyer, R., & Brysbaert, M. (2011). Combining speed and accuracy in cognitive psychology: Is the inverse efficiency score (IES) a better dependent variable than the mean reaction time (RT) and the percentage of errors (PE)? *Psychologica Belgica*, 51(1), 5-13.
- Burigat, S., & Chittaro, L. (2007). Navigation in 3D virtual environments: Effects of user experience and location-pointing navigation aids. *International Journal of Human-Computer Studies*, 65(11), 945-958.
- Buttussi, F., & Chittaro, L. (2017). Effects of different types of virtual reality display on presence and learning in a safety training scenario. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 24(2), 1063-1076.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2008). Bilimsel araştırma yöntemleri.
- Capitani, E., Laiacona, M., Ciceri, E., & dell'Invecchiamento, G. I. p. I. S. N. (1991). Sex differences in spatial memory: A reanalysis of block tapping long-term memory according to the short-term memory level. *The Italian Journal of Neurological Sciences*, 12, 461-466.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. Cambridge University Press.

- Chandler, P., & Tricot, A. (2015). Mind your body: The essential role of body movements in children's learning. *Educational Psychology Review*, 27, 365-370.
- Chen, C. J., Toh, S. C., & Fauzy, W. M. (2004). The theoretical framework for designing desktop virtual reality-based learning environments. *Journal of Interactive Learning Research*, 15(2), 147-167.
- Cheng, Y., & Wang, S.-H. (2011). Applying a 3D virtual learning environment to facilitate student's application ability—The case of marketing. *Computers in human behavior*, 27(1), 576-584.
- Colman, A. M. (2015). *A dictionary of psychology*. Oxford University Press, USA.
- Coluccia, E., & Louse, G. (2004). Gender differences in spatial orientation: A review. *Journal of environmental psychology*, 24(3), 329-340.
- Costello, P. J. (1997). Health and safety issues associated with virtual reality: a review of current literature.
- Cui, D., Wilson, T. D., Rockhold, R. W., Lehman, M. N., & Lynch, J. C. (2017). Evaluation of the effectiveness of 3D vascular stereoscopic models in anatomy instruction for first year medical students. *Anatomical sciences education*, 10(1), 34-45.
- Dalgarno, B., Hedberg, J., & Harper, B. (2002). The contribution of 3D environments to conceptual understanding.
- De Lisi, R., & Wolford, J. L. (2002). Improving children's mental rotation accuracy with computer game playing. *The Journal of genetic psychology*, 163(3), 272-282.
- Dede, C. (2009). Immersive interfaces for engagement and learning. *science*, 323(5910), 66-69.
- Delialioğlu, Ö., & Aşkar, P. (1999). Contribution of students' mathematical skills and spatial ability of achievement in secondary school physics. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(16).

- Dixon, J. K. (1995). Limited English proficiency and spatial visualization in middle school students' construction of the concepts of reflection and rotation. *Bilingual Research Journal*, 19(2), 221-247.
- Doubleday, A. F., & Lee, L. M. (2016). Dissecting the voice: Health professions students' perceptions of instructor age and gender in an online environment and the impact on evaluations for faculty. *Anatomical sciences education*, 9(6), 537-544.
- Driscoll, I., Hamilton, D. A., Yeo, R. A., Brooks, W. M., & Sutherland, R. J. (2005). Virtual navigation in humans: the impact of age, sex, and hormones on place learning. *Hormones and behavior*, 47(3), 326-335.
- Eden, S., & Passig, D. (2007). Three-dimensionality as an effective mode of representation for expressing sequential time perception. *Journal of Educational Computing Research*, 36(1), 51-63.
- Ekstrom, R. B. (1976). *Kit of factor-referenced cognitive tests*. Educational Testing Service.
- Eliot, J., & Smith, I. M. (1983). *An international directory of spatial tests*. Cengage Learning Emea.
- Farrell Pagulayan, K., Busch, R. M., Medina, K. L., Bartok, J. A., & Krikorian, R. (2006). Developmental normative data for the Corsi Block-tapping task. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, 28(6), 1043-1052.
- Feng, J., Spence, I., & Pratt, J. (2007). Playing an action video game reduces gender differences in spatial cognition. *Psychological science*, 18(10), 850-855.
- Fernandez, R., Dror, I. E., & Smith, C. (2011). Spatial abilities of expert clinical anatomists: Comparison of abilities between novices, intermediates, and experts in anatomy. *Anatomical sciences education*, 4(1), 1-8.
- Fernández-García, C.-M., Rodríguez-Álvarez, M., & Vinuela-Hernandez, M.-P. (2021). University students and their perception of teaching effectiveness. Effects on students' engagement. *Revista de Psicodidáctica (English ed.)*, 26(1), 62-69.

- Figuerola, J. C. M., Arellano, R. A. B., & Calinisan, J. M. E. (2017). A comparative study of virtual reality and 2D display methods in visual search in real scenes. *International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics*,
- Fraenkel, J., Wallen, N., & Hyun, H. (2018). How to design and evaluate research in education (10th ed.). In: McGraw-Hill.
- Freeman, H. R. (1992). Effect of instructor gender and gender role on student willingness to take a psychology course. *Teaching of Psychology*, 19(2), 93-95.
- Freina, L., & Canessa, A. (2015). Immersive vs desktop virtual reality in game based learning. *European Conference on Games Based Learning*,
- Freina, L., & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. *The international scientific conference elearning and software for education*,
- Gao, B., Kim, H., Kim, B., & Kim, J.-I. (2018). Artificial landmarks to facilitate spatial learning and recalling for curved visual wall layout in virtual reality. *2018 IEEE International Conference on Big Data and Smart Computing (BigComp)*,
- Garg, A., Norman, G. R., Spero, L., & Maheshwari, P. (1999). Do virtual computer models hinder anatomy learning? *Academic Medicine*.
- Garg, A. X., Norman, G., & Sperotable, L. (2001). How medical students learn spatial anatomy. *The lancet*, 357(9253), 363-364.
- Garg, A. X., Norman, G. R., Eva, K. W., Spero, L., & Sharan, S. (2002). Is there any real virtue of virtual reality?: The minor role of multiple orientations in learning anatomy from computers. *Academic Medicine*, 77(10), S97-S99.
- Gaulin, S. J., & Hoffman, H. A. (1988). Evolution and development of sex differences in spatial ability. *Human reproductive behaviour: A Darwinian perspective*, 129-152.

- Gazit, E., Yair, Y., & Chen, D. (2006). The gain and pain in taking the pilot seat: learning dynamics in a non immersive virtual solar system. *Virtual Reality*, 10(3), 271-282.
- Gecu-Parmaksiz, Z., & Delialioğlu, Ö. (2020). The effect of augmented reality activities on improving preschool children's spatial skills. *Interactive Learning Environments*, 28(7), 876-889.
- Gibson, J. (1985). The ecological approach to visual perception. *生態学的視覚論*.
- Glenberg, A. M. (2010). Embodiment as a unifying perspective for psychology. *Wiley interdisciplinary reviews: Cognitive science*, 1(4), 586-596.
- Greenwald, S. W., Corning, W., Funk, M., & Maes, P. (2018). Comparing Learning in Virtual Reality with Learning on a 2D Screen Using Electrostatics Activities. *J. Univers. Comput. Sci.*, 24(2), 220-245.
- Halpern, D. F. (2013). *Sex differences in cognitive abilities*. Psychology press.
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education*, 8(1), 1-32.
- Hardless, G., Meilinger, T., & Mallot, H. A. (2015). Virtual reality and spatial cognition. In *International encyclopedia of the social behavioral sciences* (pp. 133-137). Elsevier Science.
- Harshman, R. A., Hampson, E., & Berenbaum, S. A. (1983). Individual differences in cognitive abilities and brain organization: I. Sex and handedness differences in ability. *Canadian Journal of Psychology/Revue canadienne de psychologie*, 37(1), 144.

- Hauptman, H., & Cohen, A. (2011). The synergetic effect of learning styles on the interaction between virtual environments and the enhancement of spatial thinking. *Computers & Education, 57*(3), 2106-2117.
- Hegarty, M. (2005). Multimedia learning about physical systems. *The Cambridge handbook of multimedia learning*, 447-465.
- Hegarty, M., & Kriz, S. (2008). Effects of knowledge and spatial ability on learning from animation. *Learning with animation: Research implications for design*, 3-29.
- Hegarty, M., Kriz, S., & Cate, C. (2003). The roles of mental animations and external animations in understanding mechanical systems. *Cognition and instruction, 21*(4), 209-249.
- Hegarty, M., & Sims, V. K. (1994). Individual differences in mental animation during mechanical reasoning. *Memory & cognition, 22*, 411-430.
- Hegarty, M., & Waller, D. (2004). A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. *Intelligence, 32*(2), 175-191.
- Hegarty, M., & Waller, D. A. (2005). *Individual differences in spatial abilities*. Cambridge University Press.
- Höffler, T. N. (2010). Spatial ability: Its influence on learning with visualizations—a meta-analytic review. *Educational Psychology Review, 22*, 245-269.
- Höffler, T. N., & Leutner, D. (2011). The role of spatial ability in learning from instructional animations—Evidence for an ability-as-compensator hypothesis. *Computers in human behavior, 27*(1), 209-216.
- Hoffmann, F., & Oreopoulos, P. (2009). A professor like me: The influence of instructor gender on college achievement. *Journal of human resources, 44*(2), 479-494.



- Hsu, T.-C. (2019). Effects of gender and different augmented reality learning systems on English vocabulary learning of elementary school students. *Universal Access in the Information Society, 18*(2), 315-325.
- Huk, T. (2006). Who benefits from learning with 3D models? The case of spatial ability. *Journal of computer assisted learning, 22*(6), 392-404.
- Ishikawa, T., & Montello, D. R. (2006). Spatial knowledge acquisition from direct experience in the environment: Individual differences in the development of metric knowledge and the integration of separately learned places. *Cognitive psychology, 52*(2), 93-129.
- Jackson, D. N., & Rushton, J. P. (2006). Males have greater g: Sex differences in general mental ability from 100,000 17-to 18-year-olds on the Scholastic Assessment Test. *Intelligence, 34*(5), 479-486.
- Jacobson, J. (2011). Digital dome versus desktop display in an educational game: Gates of Horus. *International Journal of Gaming and Computer-Mediated Simulations (IJGCMS), 3*(1), 13-32.
- Jang, S., Vitale, J. M., Jyung, R. W., & Black, J. B. (2017). Direct manipulation is better than passive viewing for learning anatomy in a three-dimensional virtual reality environment. *Computers & Education, 106*, 150-165.
- Johnson-Glenberg, M. C., Birchfield, D. A., Tolentino, L., & Koziupa, T. (2014). Collaborative embodied learning in mixed reality motion-capture environments: Two science studies. *Journal of Educational Psychology, 106*(1), 86.
- Johnson-Glenberg, M. C., Bartolomea, H., & Kalina, E. (2021). Platform is not destiny: Embodied learning effects comparing 2D desktop to 3D virtual reality STEM experiences. *Journal of Computer Assisted Learning, 37*(5), 1263-1284.
- Kahana, M. J., Edmund, J., & Wagner, A. D. (2024). *The Oxford Handbook of Human Memory, Two Volume Pack: Foundations and Applications*. Oxford University Press.

- Keehner, M., Hegarty, M., Cohen, C., Khooshabeh, P., & Montello, D. R. (2008). Spatial reasoning with external visualizations: What matters is what you see, not whether you interact. *Cognitive science*, 32(7), 1099-1132.
- Keehner, M., Montello, D. R., Hegarty, M., & Cohen, C. (2004). Effects of interactivity and spatial ability on the comprehension of spatial relations in a 3D computer visualization. Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society,
- Kimura, D., & Hampson, E. (1994). Cognitive pattern in men and women is influenced by fluctuations in sex hormones. *Current Directions in Psychological Science*, 3(2), 57-61.
- Klatzky, R. L., & Lederman, S. J. (2011). Haptic object perception: spatial dimensionality and relation to vision. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 366(1581), 3097-3105.
- Kozhevnikov, M., & Dhond, R. P. (2012). Understanding immersivity: image generation and transformation processes in 3D immersive environments. *Frontiers in psychology*, 3, 284.
- Kozhevnikov, M., Gurlitt, J., & Kozhevnikov, M. (2013). Learning relative motion concepts in immersive and non-immersive virtual environments. *Journal of Science Education and Technology*, 22, 952-962.
- Krokos, E., Plaisant, C., & Varshney, A. (2019). Virtual memory palaces: immersion aids recall. *Virtual Reality*, 23(1), 1-15.
- Lages, W. S., & Bowman, D. A. (2018). Move the object or move myself? walking vs. manipulation for the examination of 3D scientific data. *Frontiers in ICT*, 5, 15.
- Lavin, A., Korte, L., & Davies, T. (2012). Student Gender and Perceptions of Teaching Effectiveness. *Research in higher education journal*, 18.
- Lawton, C. A., & Morrin, K. A. (1999). Gender differences in pointing accuracy in computer-simulated 3D mazes. *Sex roles*, 40(1), 73-92.

- Lee, E. A.-L., & Wong, K. W. (2014). Learning with desktop virtual reality: Low spatial ability learners are more positively affected. *Computers & Education, 79*, 49-58.
- Lee, E. A.-L., Wong, K. W., & Fung, C. C. (2010). How does desktop virtual reality enhance learning outcomes? A structural equation modeling approach. *Computers & Education, 55*(4), 1424-1442.
- Lee-Cultura, S., & Giannakos, M. (2020). Embodied interaction and spatial skills: A systematic review of empirical studies. *Interacting with Computers, 32*(4), 331-366.
- Levie, W. H., & Lentz, R. (1982). Effects of text illustrations: A review of research. *Ectj, 30*(4), 195-232.
- Lindgren, R., Tscholl, M., Wang, S., & Johnson, E. (2016). Enhancing learning and engagement through embodied interaction within a mixed reality simulation. *Computers & Education, 95*, 174-187.
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child development, 1479-1498*.
- Lohman, D. F. (1979). Spatial ability: A review and reanalysis of the correlational literature.
- Lombard, M., Ditton, T. B., Grabe, M. E., & Reich, R. D. (1997). The role of screen size in viewer responses to television fare. *Communication reports, 10*(1), 95-106.
- Luft, C. D. B., Gomes, J. S., Priori, D., & Takase, E. (2013). Using online cognitive tasks to predict mathematics low school achievement. *Computers & Education, 67*, 219-228.
- Luursema, J.-M., Verwey, W. B., Kommers, P. A., Geelkerken, R. H., & Vos, H. J. (2006). Optimizing conditions for computer-assisted anatomical learning. *Interacting with Computers, 18*(5), 1123-1138.
- Luursema, J.-M., Vorstenbosch, M., & Kooloos, J. (2017). Stereopsis, visuospatial ability, and virtual reality in anatomy learning. *Anatomy Research International, 2017*.

- Maier, P. H. (1996). Spatial geometry and spatial ability—How to make solid geometry solid. Selected papers from the Annual Conference of Didactics of Mathematics,
- Makransky, G., Andreasen, N. K., Baceviciute, S., & Mayer, R. E. (2021). Immersive virtual reality increases liking but not learning with a science simulation and generative learning strategies promote learning in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology, 113*(4), 719.
- Makransky, G., Borre-Gude, S., & Mayer, R. E. (2019). Motivational and cognitive benefits of training in immersive virtual reality based on multiple assessments. *Journal of computer assisted learning, 35*(6), 691-707.
- Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2019). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and instruction, 60*, 225-236.
- Mania, K., & Chalmers, A. (2001). The effects of levels of immersion on memory and presence in virtual environments: A reality centered approach. *CyberPsychology & Behavior, 4*(2), 247-264.
- Maresky, H., Oikonomou, A., Ali, I., Ditkofsky, N., Pakkal, M., & Ballyk, B. (2019). Virtual reality and cardiac anatomy: Exploring immersive three-dimensional cardiac imaging, a pilot study in undergraduate medical anatomy education. *Clinical Anatomy, 32*(2), 238-243.
- Markowitz, D. M., Laha, R., Perone, B. P., Pea, R. D., & Bailenson, J. N. (2018). Immersive virtual reality field trips facilitate learning about climate change. *Frontiers in psychology, 9*, 2364.
- Mavilidi, M., Ouwehand, K., Okely, A. D., Chandler, P., & Paas, F. (2019). Embodying learning through physical activity and gestures in preschool children. In *Advances in Cognitive Load Theory* (pp. 103-118). Routledge.

- Mayer, R. E. (2002). Multimedia learning. In *Psychology of learning and motivation* (Vol. 41, pp. 85-139). Elsevier.
- Mayer, R. E., & Sims, V. K. (1994). For whom is a picture worth a thousand words? Extensions of a dual-coding theory of multimedia learning. *Journal of Educational Psychology, 86*(3), 389.
- Mazman, S. G. (2013). Programlama performansını etkileyen faktörlerin bilişsel tabanlı bireysel farklılıklar temelinde modellenmesi.
- Mazman, S. G., & Altun, A. (2013). Individual differences in spatial orientation performances: an eye tracking study. *World Journal on Educational Technology, 5*(2), 266-280.
- McGee, M. G. (1979a). Human spatial abilities: psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. *Psychological bulletin, 86*(5), 889.
- McGee, M. G. (1979b). *Human spatial abilities: Sources of sex differences*. Praeger.
- Mclellan, H. (1998). Cognitive issues in virtual reality. *Journal of Visual literacy, 18*(2), 175-199.
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cifuentes, L., Keeney-Kennicutt, W., & Davis, T. J. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Education, 70*, 29-40.
- Merleau-Ponty, M. (1965). *Phenomenology of perception*. Translated by Colin Smith.
- Mikropoulos, T. A., & Natsis, A. (2011). Educational virtual environments: A ten-year review of empirical research (1999–2009). *Computers & Education, 56*(3), 769-780.
- Montgomery, D. C. (2017). *Design and analysis of experiments*. John Wiley & Sons.
- Moreno, R., & Mayer, R. E. (2002). Learning science in virtual reality multimedia environments: Role of methods and media. *Journal of Educational Psychology, 94*(3), 598.

- Narayanan, N. H., & Hegarty, M. (2002). Multimedia design for communication of dynamic information. *International journal of human-computer studies*, 57(4), 279-315.
- Nathan, M. J. (2008). An embodied cognition perspective on symbols, gesture, and grounding instruction. *Symbols and embodiment: Debates on meaning and cognition*, 18, 375-396.
- Neubauer, A. C., Bergner, S., & Schatz, M. (2010). Two-vs. three-dimensional presentation of mental rotation tasks: Sex differences and effects of training on performance and brain activation. *Intelligence*, 38(5), 529-539.
- Nguyen, N., Nelson, A. J., & Wilson, T. D. (2012). Computer visualizations: Factors that influence spatial anatomy comprehension. *Anatomical sciences education*, 5(2), 98-108.
- Nicholson, D. T., Chalk, C., Funnell, W. R. J., & Daniel, S. J. (2006). Can virtual reality improve anatomy education? A randomised controlled study of a computer-generated three-dimensional anatomical ear model. *Medical education*, 40(11), 1081-1087.
- Olmos-Raya, E., Ferreira-Cavalcanti, J., Contero, M., Castellanos, M. C., Giglioli, I. A. C., & Alcañiz, M. (2018). Mobile virtual reality as an educational platform: A pilot study on the impact of immersion and positive emotion induction in the learning process. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(6), 2045-2057.
- Orsini, A., Schiappa, O., Chiacchio, L., & Grossi, D. (1982). Sex differences in a children's spatial serial-learning task. *The Journal of Psychology*, 111(1), 67-71.
- Parong, J., & Mayer, R. E. (2021). Learning about history in immersive virtual reality: does immersion facilitate learning? *Educational Technology Research and Development*, 1-19.

- Passig, D., & Schwartz, T. (2014). Solving conceptual and perceptual analogies with virtual reality among kindergarten children of immigrant families. *Teachers College Record*, 116(2), 1-36.
- Passig, D., Tzuriel, D., & Eshel-Kedmi, G. (2016). Improving children's cognitive modifiability by dynamic assessment in 3D Immersive Virtual Reality environments. *Computers & Education*, 95, 296-308.
- Pedely, M., & Kuecker, M. (2014). Seen to be heard? Gender, voice, and body in television advertisements. *Communication and Critical/Cultural Studies*, 11(3), 250-269.
- Pfandler, M., Lazarovici, M., Stefan, P., Wucherer, P., & Weigl, M. (2017). Virtual reality-based simulators for spine surgery: a systematic review. *The Spine Journal*, 17(9), 1352-1363.
- Piccardi, L., Iaria, G., Ricci, M., Bianchini, F., Zompanti, L., & Guariglia, C. (2008). Walking in the Corsi test: which type of memory do you need? *Neuroscience Letters*, 432(2), 127-131.
- Quak, M., London, R. E., & Talsma, D. (2015). A multisensory perspective of working memory. *Frontiers in human neuroscience*, 9, 197.
- Rafi, A., Anuar, K., Samad, A., Hayati, M., & Mahadzir, M. (2005). Improving spatial ability using a Web-based Virtual Environment (WbVE). *Automation in construction*, 14(6), 707-715.
- Ragan, E. D., Bowman, D. A., & Huber, K. J. (2012). Supporting cognitive processing with spatial information presentations in virtual environments. *Virtual Reality*, 16, 301-314.
- Ratcliff, R. (2002). A diffusion model account of response time and accuracy in a brightness discrimination task: Fitting real data and failing to fit fake but plausible data. *Psychonomic bulletin & review*, 9(2), 278-291.

- Roediger III, H. L., & Karpicke, J. D. (2006). Test-enhanced learning: Taking memory tests improves long-term retention. *Psychological science*, 17(3), 249-255.
- Rose, F. D., Attree, E. A., Brooks, B. M., Parslow, D. M., & Penn, P. R. (2000). Training in virtual environments: transfer to real world tasks and equivalence to real task training. *Ergonomics*, 43(4), 494-511.
- Ruiter, M., Loyens, S., & Paas, F. (2015). Watch your step children! Learning two-digit numbers through mirror-based observation of self-initiated body movements. *Educational Psychology Review*, 27, 457-474.
- Ryan, M.-L. (2015). *Narrative as virtual reality 2: Revisiting immersion and interactivity in literature and electronic media*. JHU Press.
- Sadalla, E. K., & Montello, D. R. (1989). Remembering changes in direction. *Environment and Behavior*, 21(3), 346-363.
- Safadel, P., & White, D. (2020). Effectiveness of computer-generated virtual reality (VR) in learning and teaching environments with spatial frameworks. *Applied Sciences*, 10(16), 5438.
- Salzman, M. C., Dede, C., Loftin, R. B., & Chen, J. (1999). A model for understanding how virtual reality aids complex conceptual learning. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 8(3), 293-316.
- Sanders, B., Soares, M. P., & D'Aquila, J. M. (1982). The sex difference on one test of spatial visualization: A nontrivial difference. *Child development*, 1106-1110.
- Sandstrom, N. J., Kaufman, J., & Huettel, S. A. (1998). Males and females use different distal cues in a virtual environment navigation task. *Cognitive brain research*, 6(4), 351-360.
- Saunders, K. T., & Saunders, P. (1999). The influence of instructor gender on learning and instructor ratings. *Atlantic Economic Journal*, 27(4), 460-473.



- Shapiro, L. A. (2014). The Routledge handbook of embodied cognition.
- Shelton, A. L., & McNamara, T. P. (1997). Multiple views of spatial memory. *Psychonomic bulletin & review*, 4(1), 102-106.
- Shi, Y., Du, J., & Ragan, E. (2020). Review visual attention and spatial memory in building inspection: Toward a cognition-driven information system. *Advanced Engineering Informatics*, 44, 101061.
- Skulmowski, A., & Rey, G. D. (2018). Embodied learning: introducing a taxonomy based on bodily engagement and task integration. *Cognitive research: principles and implications*, 3, 1-10.
- Slater, M. (2009). Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1535), 3549-3557.
- Slater, M., & Sanchez-Vives, M. V. (2016). Enhancing our lives with immersive virtual reality. *Frontiers in Robotics and AI*, 3, 74.
- Slater, M., & Wilbur, S. (1997). A framework for immersive virtual environments (FIVE): Speculations on the role of presence in virtual environments. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6(6), 603-616.
- Smith, G. G., & Middleton, J. A. (2003). Interactive versus Observational Learning of Spatial Visualization of Geometric Transformat. *Australian Educational Computing*, 18(1), 3-10.
- Smith, S. M., & Vela, E. (2001). Environmental context-dependent memory: A review and meta-analysis. *Psychonomic bulletin & review*, 8, 203-220.
- Solanki, S. M., & Xu, D. (2018). Looking beyond academic performance: The influence of instructor gender on student motivation in STEM fields. *American Educational Research Journal*, 55(4), 801-835.

- Solso, R. L., Maclin, M. K., & Maclin, O. H. (2007). *Bilişsel Psikoloji* (Çev. A. Ayçiçeği-Dinn). *İstanbul: Kitabevi*.
- Sorby, S. A. (2009). Educational research in developing 3-D spatial skills for engineering students. *International Journal of Science Education*, 31(3), 459-480.
- Spiers, M. V., Sakamoto, M., Elliott, R. J., & Baumann, S. (2008). Sex differences in spatial object-location memory in a virtual grocery store. *CyberPsychology & Behavior*, 11(4), 471-473.
- Steuer, J. (1992). Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. *Journal of communication*, 42(4), 73-93.
- Strangman, N., & Hall, T. (2003). Virtual reality/simulations. Wakefield, MA: National Center on Accessing the General Curriculum. In: Retrieved 4/3/2007 from [http://www.cast.org/publications/ncac/ncac\\_vr.html](http://www.cast.org/publications/ncac/ncac_vr.html).
- Stull, A. T., Hegarty, M., & Mayer, R. E. (2009). Getting a handle on learning anatomy with interactive three-dimensional graphics. *Journal of Educational Psychology*, 101(4), 803.
- Stull, A. T., Hegarty, M., & Mayer, R. E. (2010). Anatomy learning with virtual objects. 2010 AAAI Spring Symposium Series,
- Sun, R., Wu, Y. J., & Cai, Q. (2019). The effect of a virtual reality learning environment on learners' spatial ability. *Virtual Reality*, 23(4), 385-398.
- Tai, T.-Y., Chen, H. H.-J., & Todd, G. (2022). The impact of a virtual reality app on adolescent EFL learners' vocabulary learning. *Computer Assisted Language Learning*, 35(4), 892-917.
- Tannenbaum, J., & Bennett, B. T. (2015). Russell and Burch's 3Rs then and now: the need for clarity in definition and purpose. *Journal of the American Association for Laboratory Animal Science*, 54(2), 120-132.

- Taylor, H. A., & Tversky, B. (1992). Spatial mental models derived from survey and route descriptions. *Journal of Memory and language*, 31(2), 261-292.
- Terry, W. S. (2011). Öğrenme ve bellek. Çev. Ed. B. Cangöz. Ankara: Anı Yayıncılık.(Orijinal eserin yayın tarihi 2009).
- Thurstone, L. L. (1950). Some primary abilities in visual thinking. *Proceedings of the American Philosophical Society*, 94(6), 517-521.
- Tottenham, L. S., Saucier, D., Elias, L., & Gutwin, C. (2003). Female advantage for spatial location memory in both static and dynamic environments. *Brain and cognition*, 53(2), 381-383.
- Townsend, J. T., & Ashby, F. G. (2014). Methods of modeling capacity in simple processing systems. In *Cognitive theory* (pp. 199-239). Psychology Press.
- Uttal, D. H., Meadow, N. G., Tipton, E., Hand, L. L., Alden, A. R., Warren, C., & Newcombe, N. S. (2013). The malleability of spatial skills: a meta-analysis of training studies. *Psychological bulletin*, 139(2), 352.
- Uz, C., & Altun, A. (2014). Object location memory and sex difference: implications on static vs. dynamic navigation environments. *Journal of Cognitive Science*, 15(1), 27-56.
- Villena Taranilla, R., Cózar-Gutiérrez, R., González-Calero, J. A., & López Cirugeda, I. (2022). Strolling through a city of the Roman Empire: an analysis of the potential of virtual reality to teach history in Primary Education. *Interactive Learning Environments*, 30(4), 608-618.
- Wainman, B., Aggarwal, A., Birk, S. K., Gill, J. S., Hass, K. S., & Fenesi, B. (2021). Virtual dissection: an interactive anatomy learning tool. *Anatomical sciences education*, 14(6), 788-798.
- Wakefield, E. M., & Goldin-Meadow, S. (2021). How gesture helps learning: Exploring the benefits of gesture within an embodied framework. In *The Body, Embodiment, and Education* (pp. 118-135). Routledge.

- Waller, D., & Greenauer, N. (2007). The role of body-based sensory information in the acquisition of enduring spatial representations. *Psychological research*, 71(3), 322-332.
- Walsh, K. R., & Pawlowski, S. D. (2002). Virtual reality: A technology in need of IS research. *Communications of the Association for Information Systems*, 8(1), 20.
- Wickens, C. D. (2002). Multiple resources and performance prediction. *Theoretical issues in ergonomics science*, 3(2), 159-177.
- Williams, C. L., Barnett, A. M., & Meck, W. H. (1990). Organizational effects of early gonadal secretions on sexual differentiation in spatial memory. *Behavioral neuroscience*, 104(1), 84.
- Wilson, M. (2002). Six views of embodied cognition. *Psychonomic bulletin & review*, 9, 625-636.
- Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence*, 7(3), 225-240.
- Wu, H.-K., Lee, S. W.-Y., Chang, H.-Y., & Liang, J.-C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49.
- Yammine, K., & Violato, C. (2015). A meta-analysis of the educational effectiveness of three-dimensional visualization technologies in teaching anatomy. *Anatomical sciences education*, 8(6), 525-538.

## EK-A: Gönüllü Katılım Formu

...../...../.....

Sayın Katılımcı,

Hacettepe Üniversitesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi bölümünde danışmanım Prof. Dr. Arif ALTUN ile yürütmekte olduğum “Uzamsal Belleğin Farklı Gezinim Ortamlarında Geri Getirme Performanslarına Etkisi” isimli doktora tez çalışması kapsamında, uzamsal bellek kapasitelerinin farklı gezinim ortamlarında (Sesli S-SG-S-SG-masaüstü SG) geri getirme performanslarına etkisini incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu inceleme kapsamında katılımcılardan demografik bilgilere, bu farklı gezinim ortamlarındaki deneyimlerine, geri getirme görev performanslarına ve görsel- uzamsal bellek testi verilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Çalışmada katılımcılara ait bilgiler gizli tutulacaktır. Katılımcılardan toplanan veriler sadece araştırma amaçlı kullanılacak ve kişisel veriler gizli tutulacaktır. Söz konusu veri toplama araçlarının katılımcılar üzerinde hiçbir olumsuz etkisi olmayacaktır. Araştırma için gerekli etik izinler Hacettepe Üniversitesi Etik Komisyonundan alınmıştır.

Çalışma gönüllü olarak katılımı gerektirmektedir. Süreçte, herhangi bir nedenden ötürü kendinizi rahatsız hissederseniz çalışmayı yarıda bırakıp çıkmakta serbestsiniz. Bu bağlamda:

*“Bu çalışmaya gönüllü olarak katılıyorum. Çalışmadan istediğim zaman ayrılabileceğimi ve kişisel bilgilerimin gizli tutularak üçüncü kişilerle kesinlikle paylaşılmayacağını biliyorum. Verdiğim bilgilerin kimlik bilgilerim saklı tutularak bilimsel amaçlı çalışmalarda kullanılmasını kabul ediyorum.”*

### **Katılımcı:**

Adı, soyadı:

Adres:

Tel:

İmza:

Bu çalışmaya katıldığınız için teşekkür ederiz. Çalışma hakkında daha fazla bilgi almak için iletişime geçebilirsiniz.

Araştırmacılar:

Adı, soyadı: Öğr .Gör. Perihan TEKELİ

Prof. Dr. Arif ALTUN (tez danışmanı)

Adres:

E-posta:

İmza:

## EK-B: Afiş



**SANAL  
GERÇEKLİK  
DENEYİMİNE  
HAZIR  
MISIN?**

**ÇALIŞMAMIZ İÇİN  
GÖNÜLLÜ OLMAK  
İSTER MİSİN?**

Hem sanal gerçekliği deneyimlemek hem de uzamsal belleğin hakkında bilgi almak ister misin? Uzamsal belleğin farklı gezinim ortamlarındaki etkisinin incelendiği bu çalışma Hacettepe Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümünde yürütülen doktora tez çalışmasıdır. Eğer gönüllü olmak istiyorsan bize ulaşabilirsin!

**Araştırmacılar**

Öğr. Gör. Perihan TEKELİ

[Redacted Email Address]

Prof. Dr. Arif ALTUN

[Redacted Email Address]

Çalışmaya anatomi eğitimi almamış Hacettepe Üniversitesi lisans öğrencileri katılabilir. Araştırmacılara E-posta göndermeniz durumunda bir defalık katılımınız için sizinle iletişime geçilecektir.

## EK-C: Geri Getirme Performans Görevleri

### BAĞLAMSAL GÖREV (GÖREV 1)

Bu sahneye geçtiğinde karşısında ayak anatomisine ait 3 boyutlu model 360 derece döner. Sorular her bir kemik tüm ayak yapısının içinden sorulur. Kemik bütün olarak verilen ayak yapısından yukarı çıkar etrafında 360 derece döner ve yerine yerleşir. Ardından ekranda bu gördüğü kemiği hatırlaması istenir.

**Aşık kemiği yukarı çıkar etrafında döner ve yerine yerleşir.**

Soru 1) Az önce gördüğünüz kemiğin adını seçiniz.

- a) Küpsü kemik
- b) Aşık kemiği**
- c) 5.tarak kemiği
- d) Topuk kemiği
- e) Diş konik kemik

**Diş konik kemik yukarı çıkar etrafında döner ve yerine yerleşir.**

Soru 2) Az önce gördüğünüz kemiğin adını seçiniz.

- a) Orta konik kemik
- b) Baldır kemiğinin alt kısmı
- c) 1.tarak kemiği
- d) Topuk kemiği
- e) Diş konik kemik**

**5.Parmak kemiği yukarı çıkar etrafında döner ve yerine yerleşir.**

Soru 3) Az önce gördüğünüz kemiğin adını seçiniz.

- a) 2. Tarak kemiği
- b) 1. parmak
- c) 1.tarak kemiği
- d) Diş konik kemik
- e) 5. parmak**

**Küpsü kemik yukarı çıkar etrafında döner ve yerine yerleşir.**

Soru 4) Az önce gördüğünüz kemiğin adını seçiniz.

- a) Diş konik kemik
- b) Orta konik kemik
- c) 1.tarak kemiği
- d) Küpsü kemik**
- e) Kayık kemiği

**3. parmak yukarı çıkar etrafında döner ve yerine yerleşir.**

Soru 5) Az önce gördüğünüz kemiğin adını seçiniz.

- a) 3. parmak**
- b) Orta konik kemik
- c) 2. parmak
- d) 3. Tarak kemiği
- e) Kayık kemiği

**Kayık kemiği yukarı çıkar etrafında döner ve yerine yerleşir.**

Soru 6) Az önce gördüğünüz kemiğin adını seçiniz.

- a) 1. parmak
- b) 2. parmak
- c) Aşık kemiği
- d) Kayık kemiği**
- e) 2. Tarak kemiği

**1.Parmak yukarı çıkar etrafında döner ve yerine yerleşir.**

Soru 7) Az önce gördüğünüz kemiğin adını seçiniz.

- a) 5.parmak
- b) 5.tarak kemiği
- c) 1. parmak kemiği**
- d) Küpsü kemik
- e) Diş konik kemik

**2.tarak kemiği yukarı çıkar etrafında döner ve yerine yerleşir.**

Soru 8) Az önce gördüğünüz kemiğin adını seçiniz.

- a) 4. Tarak kemiği
- b) 2. Tarak kemiği**
- c) 1.tarak kemiği
- d) 4. parmak
- e) 2. Parmak

**Topuk kemiği yukarı çıkar etrafında döner ve yerine yerleşir.**

Soru 9) Az önce gördüğünüz kemiğin adını seçiniz.

- a) Kaval kemiğinin alt kısmı
- b) Orta konik kemik
- c) Aşık kemiği
- d) Topuk kemiği**
- e) Kayık kemiği

**4. tarak kemiği yukarı çıkar etrafında döner ve yerine yerleşir.**

Soru 10) Az önce gördüğünüz kemiğin adını seçiniz.

- a) 4. parmak
- b) 2. parmak
- c) Aşık kemiği
- d) 4. tarak kemiği**
- e) 2. Tarak kemiği

## BAĞLAM BAĞIMSIZ GÖREV (GÖREV2)

Bu sahneye geçtiğinde ayak anatomisine ait kemikler ekrana tek tek gelir. Ekranda gördüğü kemiği 360 derece döndürebilir ve ancak diğer komşu kemiklerini göremez. Bu şekilde ekrana gelen her bir kemiği hatırlaması istenir.

**1.tarak kemiği ekrandadır.**

Soru 1) Az önce gördüğünüz kemiğin adını seçiniz.

- a) **1. tarak kemiği**
- b) 1.parmak
- c) Kayık kemiği
- d) Küpsü kemik
- e) İç konik kemik

**İç konik kemik ekrandadır.**

Soru 2) Az önce gördüğünüz kemiğin adını seçiniz.

- a) 1. parmak
- b) **İç konik kemik**
- c) 5.tarak kemiği
- d) Topuk kemiği
- e) Dış konik kemik

**Dış konik kemik ekrandadır.**

Soru 3) Az önce gördüğünüz kemiğin adını seçiniz.

- a) 2. Parmak kemiği
- b) **Dış konik kemik**
- c) Baldır kemiğinin alt kısmı
- d) 1.tarak kemiği
- e) Topuk kemiği

**Küpsü kemik ekrandadır.**

Soru 4) Az önce gördüğünüz kemiğin adını seçiniz.

- a) Kaval kemiğinin alt kısmı
- b) 1. parmak
- c) 1.tarak kemiği
- d) **Küpsü kemik**
- e) Kayık kemiği

**Topuk kemiği ekrandadır.**

Soru 5) Az önce gördüğünüz kemiğin adını seçiniz.

- a) Kaval kemiğin alt kısmı
- b) Küpsü kemik
- c) 2. Tarak kemiği
- d) **Topuk kemiği**
- e) Kayık kemiği

**Baldır kemiği ekrandadır.**

Soru 6) Az önce gördüğünüz kemiğin adını seçiniz.

- a) **Baldır kemiğinin alt kısmı**
- b) 1. parmak
- c) 2. Tarak kemiği
- d) 4. Tarak kemiği
- e) Küpsü kemik

**Kayık kemiği ekrandadır.**

Soru 7) Az önce gördüğünüz kemiğin adını seçiniz.

- a) 1. parmak
- b) 2. parmak
- c) Aşık kemiği
- d) **Kayık kemiği**
- e) 2. Tarak kemiği

**3. tarak kemiği ekrandadır.**

Soru 8) Az önce gördüğünüz kemiğin adını seçiniz.

- a) Küpsü kemik
- b) Aşık kemiği
- c) **3.tarak kemiği**
- d) Topuk kemiği
- e) Dış konik kemiği



**EK-Ç: Araştırma Etik Komisyonu Onay Bildirimi**

Tarih: 27/02/2022  
Sayı: E-35853172-300-00002061232  
00002061232



**T.C.**  
**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ**  
**Rektörlük**

Sayı : E-35853172-300-00002061232  
Konu : Perihan TEKELİ Hk. (Etik Komisyon İzni)

27.02.2022

**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE**

İlgi : 14.02.2022 tarihli ve E-51944218-300-00002036252 sayılı yazımız.

Enstitünüz Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Ana Bilim Dalı doktora programı öğrencisi **Perihan TEKELİ**'nin **Prof. Dr. Arif ALTUN** danışmanlığında yürüttüğü “**Uzamsal Belleğin Farklı Gezinim Ortamlarında Geri Getirme Performanslarına Etkisi**” başlıklı tez çalışması Üniversitemiz Senatosu Etik Komisyonunun **22 Şubat 2022** tarihinde yapmış olduğu toplantıda incelenmiş olup, etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Vural GÖKMEN  
Rektör Yardımcısı

*Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.*

Belge Doğrulama Kodu: 6EF8A357-929A-495F-BD11-F9499CD4060B

Belge Doğrulama Adresi: <https://www.turkiye.gov.tr/hu-ebys>

Adres: Hacettepe Üniversitesi Rektörlük 06100 Sıhhiye-Ankara  
E-posta: yazimd@hacettepe.edu.tr İnternet Adresi: www.hacettepe.edu.tr Elektronik  
Ağ: www.hacettepe.edu.tr  
Telefon: 0 (312) 305 3001-3002 Faks:0 (312) 311 9992  
Kep: hacettepeuniversitesi@hs01.kep.tr

Bilgi için: Duygu Didem İLERİ

Memur

Telefon: .



**EK-D: Etik Beyanı**

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- \* tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- \* görsel, işitsel ve yazılı bütün bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- \* başkalarının eserlerinden yararlanması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- \* atıfta bulunduğum eserlerin bütününe kaynak olarak gösterdiğimi,
- \* kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- \* bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

01.06.2024

Perihan TEKELİ

**EK-E: Doktora Tez Çalışması Orijinallik Raporu**

10/07/2024

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ  
Eğitim Bilimleri Enstitüsü  
Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Ana Bilim Dalı Başkanlığına,

Tez Başlığı: Zihinsel Döndürme Ve Görsel Uzamsal Belleğin Sanal Gerçeklik Ortamlarında Geri Getirme Performansına Etkisi

Yukarıda başlığı verilen tez çalışmamın tamamı (kapak sayfası, özetler, ana bölümler, kaynakça) aşağıdaki filtreler kullanılarak **Turnitin** adlı intihal programı aracılığı ile kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir:

Rapor Tarihi	Sayfa Sayısı	Karakter Sayısı	Savunma Tarihi	Benzerlik Oranı	Gönderim Numarası
10/07 /2024	122	160177	23/05/2024	9	2400372043

Uygulanan filtreler:

- Kaynaklar hariç
- Alıntılar dâhil
- 5 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esaslarını inceledim ve çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan eder, gereğini saygılarımla arz ederim.

**Ad Soyadı:** Perihan TEKELİ

**Öğrenci No.:** N18140986

**Ana Bilim Dalı:** Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi

İmza

**Programı:** Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi

**Statüsü:**  Y.Lisans  Doktora  Bütünleşik Dr.

**DANIŞMAN ONAYI**

UYGUNDUR.

(Prof. Dr. Arif ALTUN)

## EK-F: Thesis/Dissertation Originality Report

10/07/2024

HACETTEPE UNIVERSITY  
Graduate School of Educational Sciences  
To The Department of Computer Education and Instructional Technology

Thesis Title: The Effect of Mental Rotation And Visual-Spatial on Recall Performance in Virtual Reality Environments

The whole thesis that includes the *title page, introduction, main chapters, conclusions and bibliography section* is checked by using **Turnitin** plagiarism detection software take into the consideration requested filtering options. According to the originality report obtained data are as below.

Time Submitted	Page Count	Character Count	Date of Thesis Defense	Similarity Index	Submission ID
10/07 /2024	122	160177	23/05/2024	9	2400372043

Filtering options applied:

1. Bibliography excluded
2. Quotes included
3. Match size up to 5 words excluded

I declare that I have carefully read Hacettepe University Graduate School of Educational Sciences Guidelines for Obtaining and Using Thesis Originality Reports; that according to the maximum similarity index values specified in the Guidelines, my thesis does not include any form of plagiarism; that in any future detection of possible infringement of the regulations I accept all legal responsibility; and that all the information I have provided is correct to the best of my knowledge.

I respectfully submit this for approval.

**Name Lastname:** Perihan TEKELİ

**Student No.:** N18140986

**Department:** Computer Education and Instructional Technology

**Program:** Computer Education and Instructional Technology

**Status:**  Masters  Ph.D.  Integrated Ph.D.

Signature

### ADVISOR APPROVAL

APPROVED  
(Prof. Dr. Arif ALTUN)

## EK-G: Yayınlama ve Fikrî Mülkiyet Hakları Beyanı

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kâğıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Yükseköğretim Kurulu tarafından yayınlanan "**Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge**" kapsamında tezim aşağıda belirtilen koşullar haricince YÖK Ulusal Tez Merkezi / H.Ü. Kütüphaneleri Açık Erişim Sisteminde erişime açılır.

- Enstitü/Fakülte yönetim kurulu kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren 2 yıl ertelenmiştir. <sup>(1)</sup>
- Enstitü/Fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile tezimin erişime açılması mezuniyet tarihinden itibaren ... ay ertelenmiştir. <sup>(2)</sup>
- Tezimle ilgili gizlilik kararı verilmiştir. <sup>(3)</sup>

01.06.2024

Perihan TEKELİ

---

"Lisansüstü Tezlerin Elektronik Ortamda Toplanması, Düzenlenmesi ve Erişime Açılmasına İlişkin Yönerge"

- (1) Madde 6. 1. Lisansüstü teze ilgili patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu iki yıl süre ile tezini erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.
- (2) Madde 6.2. Yeni teknik, materyal ve metodların kullanıldığı, henüz makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış ve internetten paylaşılması durumunda 3 şahıslara veya kurumlara haksız kazanç; imkânı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.
- (3) Madde 7. 1. Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir\*. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlerle ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.  
Madde 7.2. Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.  
\*Tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu tarafından karar verilir.

