

Makale Geçmişi / Article History

Alındı/Received: 04/09/2023

Düzeltilme Alındı/Received in revised form: 12/12/2023

Kabul edildi/Accepted: 19/12/2023

SARMALAYICI VE MASAÜSTÜ SANAL GERÇEKLIK ORTAMLARINDA UZAMSAL YETENEĞİN GERİ GETİRME PERFORMANSINA ETKİSİ

Perihan Tekeli¹, Arif Altun², Deniz Demiryürek³, Alper Vatansever⁴,

Öz

Alanyazında farklı sanal gerçeklik türlerini ele alan öğrenme ortamlarında öğrenenlerin bireysel farklılıklarının dikkate alınmadığı görülmüş ve farklı uzamsal yeteneklere sahip öğrenenler üzerindeki etkileri hala tam olarak anlaşılamamıştır. Ek olarak sarmalayıcı ve sarmalayıcı olmayan sanal gerçeklik öğrenme ortamlarını karşılaştıran mevcut araştırmalarda tutarsız sonuçlar görülmüştür. Bu bağlamda bu çalışmanın amacı, sarmalayıcı (immersive) ve sarmalayıcı olmayan (non-immersive) sanal gerçeklik öğrenme ortamlarında öğrencilerin uzamsal yetenek kapasitelerinin geri getirme performansları üzerindeki etkilerini incelemektir. Sarmalayıcı sanal gerçeklik (SSG) ortamında joystick ile kontrol edilen başa takılan sanal gerçeklik gözlükleri kullanılmıştır. Sarmalayıcı olmayan gezinme ortamı için ise fare veya klavye ile kontrol edilen masaüstü sanal gerçeklik kullanılmıştır. Bu çalışmaya daha önce hiç anatomi eğitimi almamış 111 gönüllü lisans öğrencisi katılmıştır. Bu öğrencilerden 53 Öğrenci SSG ortamında, 58 öğrenci masaüstü SG ortamında çalışmaya katılmıştır. Araştırma modeli 2x2 (düşük-yüksek uzamsal yetenek x SSG-Masaüstü SG) faktöriyel tasarımdır. Veri toplama aracı olarak görsel uzamsal bellek sayı döndürme testi, geri getirme performans görevi ve demografik bilgi anketi kullanılmıştır. Öğrenciler uzamsal bellek testi puanlarına göre düşük ve yüksek gruplara ayrılmış ve ardından SSG ve Masaüstü SG gruplarına rastgele atanmışlardır. Bu ortamlarda anatomi eğitimi aldıktan sonra, tüm öğrencilerden geri getirme performans görevini tamamlamaları istenmiştir. Sonuçlar, farklı uzamsal yetenek kapasitesine sahip öğrencilerin farklı SG ortamlarında geri getirme performansları üzerinde herhangi bir etkisi olmadığını göstermiştir. Ancak yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin eğitim uygulamasını daha kısa sürede tamamladığı görülmüştür. Cinsiyet farklılıkları da masaüstü SG ve SSG ortamlarında anlamlı bir farklılık göstermemiştir. Bu çalışmanın en önemli sonucu, öğrencilere farklı sanal gerçeklik ortamlarında aynı eşdeğer içeriğe sahip ortamlar sunulursa,

*Bu çalışma ikinci yazarın danışmanlığında birinci yazarın doktora tez çalışmasından üretilmiştir.

¹ [İletişim Yazarı] Öğr. Gör., Hacettepe Üniversitesi, perihantekeli@hacettepe.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0001-7831-9693>

² Prof.Dr., Hacettepe Üniversitesi, altunar@hacettepe.edu.tr, <https://orcid.org/orcid.org/0000-0003-4060-6157>

³ Prof.Dr., Hacettepe Üniversitesi mdeniz@hacettepe.edu.tr, <https://orcid.org/orcid.org/0000-0001-8781-1719>

⁴ Prof.Dr., Uludağ Üniversitesi, avatansever@uludag.edu.tr, <https://orcid.org/orcid.org/0000-0002-3632-1020>

aynı öğrenme çıktılarının elde edilebileceğidir. Dolayısıyla bir öğrenme ortamı olarak sanal gerçeklik teknolojileri kullanılırken bir ekranda veya başa takılan bir gözlük ile sunulmasından çok sunulan içeriğin ve kullanılan görsel materyallerin önemli olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın sonuçlarının, hem alanyazındaki tutarsızlıkları açıklaması hem de öğrenme ortamındaki bireysel farklılıkları dikkate alması açısından, eğitim teknolojileri alanındaki mevcut eğitim araştırma ve uygulamalarına katkıda bulunması beklenmektedir.

Anahtar Kelimeler: sanal gerçeklik; uzamsal yetenek; tıp eğitimi; geri getirme; cinsiyet

Yasal İzinler: Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu, Tarih: 22.02.2022, Sayı: E-35853172-300-00002061232.

THE EFFECT OF SPATIAL ABILITY ON RECALL PERFORMANCE IN IMMERSIVE VR AND DESKTOP VIRTUAL REALITY ENVIRONMENTS

Abstract

The aim of this study is to examine the effects of learners' spatial ability capacities on recall performance in immersive and non-immersive virtual reality learning environments. In immersive virtual reality (IVR) environment, head-mounted virtual reality glasses controlled by joystick are used. For the non-immersive navigation environment, desktop virtual reality controlled by a mouse or keyboard was used. In this study, 111 volunteer undergraduate students who had never studied anatomy before participated. Among these students, 53 students participated in IVR environment and 58 students participated in desktop VR environment. The research model is 2x2 (low-high spatial ability x IVR-Desktop VR) factorial design. Visual-spatial memory-number rotation test, recall performance task and demographic information questionnaire were used as data collection tools. The results showed that there was no effect on the recall performance of students with different spatial ability capacities in different virtual reality environments. However, it was observed that students with higher spatial ability completed the training task in a shorter time. Gender differences also did not show a significant difference in desktop VR and IVR environments. The most important conclusion of this study is that the same learning outcomes can be obtained if students are presented with the same equivalent content in different VR environments. Therefore, when using VR technologies as a learning environment, the content and visual material presented is more important than whether it is presented on a screen or with a head-mounted display. The results of this study are expected to contribute to the current educational research and practices in the field of educational technologies in terms of both explaining the inconsistencies in the literature and taking into account individual differences in the learning environment.

Keywords: virtual reality; spatial ability; medical education; recall; gender

Legal Permissions: Hacettepe University Scientific Research and Publication Ethics Committee, Date: 02.02.2022, Number: E-35853172-300-00002061232.

Summary

With the use of virtual reality (VR) applications in the field of educational technologies, the number of studies examining them in terms of various variables such as learning performance, motivation, presence, and recall is increasing (Makransky, Terkildsen & Mayer, 2019; Shu, Huang, Chang & Chen, 2019). The differentiation and inconsistency of these research results suggest whether traditional courses should be transformed into virtual reality. This is because many companies and educational institutions are investing significant resources to adapt learning materials traditionally used on a desktop computer to more immersive virtual reality environments that include head-mounted displays (Makransky, Terkildsen & Mayer, 2019). The question of whether VR technologies are an educational investment worth this cost and effort is still a controversial issue.

The effect of different representation methods on human spatial cognition has still not been fully revealed and the findings in the literature show that the results are not consistent (Lindgren et al., 2016; Lee & Wong, 2014; Lee et al., 2010). One of the reasons for the different

results in the literature may be that variables related to learner characteristics (Chen, 2004) or individual differences (Hauptman & Cohen, 2011) are not included in the research design and environments with the same equivalence cannot be presented. In this context, this study aimed to examine the effects of students' spatial ability capacities on their recall performances in immersive and non-immersive VR learning environments. In this study, VR environment that can be controlled by head mounted display (HMD) and joystick from IVR environments was used. As a non-immersive environment, desktop VR controlled by mouse and keyboard was used. Both environments allow interaction and the user performs interactions such as holding, releasing and rotating with the joystick and HMD in the IVR environment, while the same interactions are performed with the mouse and keyboard in the desktop VR. Existing studies comparing immersive and non-immersive virtual reality learning environments have yielded inconsistent and contradictory results. Keehner et al. (2008) criticise these studies by pointing out that the visuals or simulations presented to students in the learning tasks used in studies comparing different navigation environments are not the same and/or equivalent in different environments. Another important value of our study is that it presents the same content and visuals to the user in both environments (desktop VR-IVR) at this point. In studies where different types of navigation or media are compared, being able to offer the same equivalent environment to students is an important factor for research results.

It is seen that learner characteristics and individual differences are generally not taken into account in these environments where visual representations are used intensively. However, learner characteristics or individual differences may explain different learning outcomes in VR-based learning environment (Chen, 2004; Hauptman & Cohen, 2011; Höffler & Leutner, 2011). In this context, in the education process in this study, students intensively engage in various spatial processes such as rotating, zooming in, zooming out, zooming in and positioning 3D anatomical bones relative to other structures. In this context, within the scope of this research, which we addressed by taking individual differences into account, we focused on the mental rotation dimension of spatial ability. Spatial ability is the ability to produce, store and manipulate abstract visual images and is a multifaceted structure that includes mental processes related to spatial thinking, encoding spatial stimuli, remembering, recalling, transforming, matching and reasoning (Lohman, 1979; Linn & Petersen, 1985; Hegarty & Waller, 2005). We frequently use spatial abilities in daily life, such as remembering the last place where you put your keys, finding your direction in the dark, remembering where things are in your room, going to school, office, market every day and remembering where we go again or even playing a 3D game. Therefore, spatial abilities are believed to be an important factor in the learning process, especially in virtual reality environments (Höffler & Leutner, 2011) and 3D learning environments (Huk, 2006; Keehner et al., 2004).

The research model is a 2x2 (low-high spatial ability x IVR-Desktop VR) factorial design. The study group consists of 230 volunteer undergraduate students who have not taken any course related to anatomy education. While forming the groups, firstly, a spatial ability test was applied to 230 students and students with low and high spatial ability were determined. According to the results, 111 students with different spatial ability levels were randomly assigned to group 1 and group 2. 53 students were assigned to IVR environment and 58 students were assigned to desktop VR environment. The "Visual-Spatial Memory-Number Rotation Test" developed by Blasko, Holliday-Darr, Mace, Blasko-Drabik (2004) and revised and adapted by Mazman & Altun (2013) was used as a data collection tool. A demographic

information questionnaire was used to obtain information such as VR experience, gender, age, etc. to get to know the users.

According to the results of the visual-spatial memory-number rotation test, participants were randomly assigned to Group 1 and Group 2 according to their low and high spatial ability capacities. Before the application, a demographic information questionnaire was applied and information about the study was given. During the experimental process, students in Group 1 participated in the application with IVR (head mounted display), while students in Group 2 participated in the application with the help of mouse or keyboard using the desktop VR environment prepared in the same equivalence. The whole application took approximately 30 minutes for each student. In both virtual reality environments, the students performed the stages consisting of 3 parts respectively. In the first stage, students were given a series of instructions to prevent possible usability problems. Then, they were allowed to warm up to the joystick use and the environment by playing ball throwing, dice throwing and spinning games. When they felt ready, they moved on to the training application section where they examined the anatomical structure. The maximum duration of stay in the training session was limited to 15 minutes. After the training session was over, they went to the evaluation section and answered the recall performance task.

The results showed that there was no difference between the recall performances of individuals with different spatial ability capacities (low-high) in Desktop VR and IVR training environments. Although there are studies in the literature that students with low spatial ability perform better in environments with higher immersion (Luursema, Verwey, Kommers, Geelkerken, & Jos, 2006; Lee & Wong, 2014), there are also studies showing the opposite (Garg et al., 1999; Keehner et al. 2008; Huk, 2006). Could the differences in these studies be due to the fact that content with the same equivalence is not presented in the environments? is a question that comes to mind. Because Makransky, Gude & Mayer (2019) compared three environments for laboratory safety training, namely IVR, desktop VR and traditional learning environments, and in the study, no difference was found between traditional and IVR training in the retention test. And they interpreted this result as providing the same equivalent knowledge transfer in all three environments. Similarly, Parong & Mayer (2021) did not find any difference in students' recall performance in the study in which IVR and video types were compared. In line with this finding, another study showed that aviation safety training led to more information retention after two weeks than a non-interactive method and that there was no difference between IVR and interactive desktop presentation (Buttussi & Chittaro, 2017). Keehner et al. (2008) criticise these studies by pointing out that the visuals or simulations presented to the students in the learning tasks used in studies comparing different navigation environments are not the same and/or equivalent in different environments. Therefore, as the results of this study indicate, controlling the equivalence of the content and visuals presented to the students by ensuring that the content and visuals presented to the students are the same in media comparison studies in which different media types are addressed is a variable that should be taken into consideration in terms of instructional design.

Another research question of this study is whether the recall performances of students with different spatial ability capacities differ according to their gender. There is no consistent result in the literature about whether there are gender differences in terms of spatial task performances. For example, although some studies show that males perform better than females (Piccardi et al., 2008; Bors & Vigneau, 2011; Andreano & Cahill, 2009) some studies suggest that gender differences are small or absent (Capitani et al., 1991; Sadalla & Montello,

1989; Taylor & Tversky, 1992; Brown, Lahar & Mosley, 1998; Pagulayan et al., 2006). Neubauer et al. (2010) on the other hand, found that the gender difference in mental rotation emerged in men only in desktop environments, but not in virtual reality environments. Another question that comes to mind is whether these differences can be valid for the gender variable, as Makransky et al. (2019) found no difference in three different environments when equivalent information was transferred. Because in this study, it was found that the recall performances of students with different spatial ability capacities did not differ according to gender in Desktop VR and IVR environments in which we presented environments with the same equivalence.

Another question addressed in this study is whether there is a difference in the duration of students' stay in the training application according to their spatial ability capacities. The results show that students with high spatial ability stayed in the anatomy education process less than students with low spatial ability. Although there was no significant difference in terms of learning outcomes, a significant difference in learning rates may be compatible with the ability-as-compensator hypothesis. According to this hypothesis, students with high spatial memory are more advantageous in virtual reality environments because they have sufficient cognitive capacity, while students with low spatial memory capacity are disadvantaged. However, it is not clear according to which variables these advantageous and disadvantageous situations were determined. While there is no advantageous situation in terms of learning performance, they may be advantageous in terms of learning speed. Or different variables such as motivation and commitment may also affect this situation. For this reason, there is a need for more research examining the length of stay in the educational environment by taking into account individual differences in different virtual reality environments.

In summary, one of the reasons for the different results in the literature is that variables related to learner characteristics (Chen, 2004) or individual differences (Hauptman & Cohen, 2011) are not included in the research design and environments with the same equivalence cannot be presented. From this point of view, in this study, it is thought that the results of this study will contribute to the current educational research and practices in the field of educational technologies by providing an explanation to the inconsistencies in the literature with this research, in which we examine the effect of students' spatial ability capacities on recall performances in different virtual reality environments (IVR-Desktop VR), and by taking into account individual differences in the learning environment.

Giriş

Sanal gerçeklik (SG), son on yılda öğrenme ortamlarında giderek daha fazla kullanılan bir eğitim teknolojisi örneğidir. Eğitim ve öğretimin yanı sıra sağlık, turizm, ticaret ve eğlence gibi alanlarda da kullanımının yaygınlaştığı görülmektedir. Google, Apple, Facebook gibi şirketlerin (Apple vision pro, Cardboard, Meta Quest) daha uygun fiyatlı ve sarmalayıcılık (immersive) düzeyleri yüksek sanal gerçeklik gözlüklerini piyasaya sürmesiyle kullanımı yaygınlaşmaktadır.

Sanal gerçeklik uygulamalarının eğitim teknolojileri alanında kullanılmasıyla beraber öğrenme performansı, motivasyon, buradalık, hatırlama gibi çeşitli değişkenler açısından inceleyen araştırmaların sayısı artmaktadır (Makransky, Terkildsen ve Mayer, 2019; Shu vd., 2019). Bu araştırma sonuçlarının farklılaşması ve sonuçlardaki tutarsızlıklar, geleneksel derslerin sanal gerçekliğe dönüştürülmesinin gerekip gerektirmediğini düşündürmektedir.

Çünkü birçok şirket ve eğitim kurumu masaüstü bilgisayarda kullanılan öğrenme materyallerini sarmalayıcı sanal gerçeklik (SSG) ortamlarına uyarlamak için önemli kaynaklara yatırım yapmaktadır (Makransky vd., 2019). SSG teknolojileri bu maliyet ve çabaya değecek bir eğitim yatırım mıdır? Sorusu hala tartışmalı bir konudur. Görsel temsillerin yoğun kullanıldığı bu ortamlarda öğrenen özellikleri ve bireysel farklılıkların genellikle dikkate alınmadığı görülmektedir. Hâlbuki öğrenen özellikleri veya bireysel farklılıklar, SG tabanlı öğrenme ortamında farklı öğrenme sonuçlarını açıklayabilir (Chen, 2004; Hauptman ve Cohen, 2011; Höffler ve Leutner, 2011). Öğrenen özelliklerinin öğrenme çıktıları üzerindeki etkileri bilinirse, eğitmen veya öğretim tasarımcısının öğrenme performansını iyileştirecek ortamı tasarlamaları konusunda yardımcı olabilir (Lee ve Wong, 2014).

Costello (1997) SG gösterim teknolojilerini üç türe ayırmaktadır: Tamamen sarmalayıcı (fully immersive) SG, yarı sarmalayıcı (semi-immersive) SG ve alanyazında geleneksel SG olarak da bilinen Masaüstü (non-immersive) SG. SSG başa takılan bir ekran veya oda boyutunda ekran ile kullanıcıyı tam sarmalayıp çevrelediği için yüksek düzeyde sarmalayıcı veya head mounted display (HMD) olarak da adlandırılmaktadır. SSG ortamları mevcut olan duyuşal uyaranların tam büyüklüğünü simüle edebilen kesintisiz, ölçekli ortamlardır (Pfundler vd., 2017; Chen vd., 2004; Dalgarno vd., 2002; Strangman vd., 2003). Yarı sarmalayıcı SG yarı sarmalayıcı projeksiyon sistemleri olarak da bilinir uçuş alanında geliştirilen teknolojilerden özellikle beslenir ve büyük ekranlı monitör veya projeksiyon sistemlerinin kullanıldığı geniş bir görüş alanı sunan sistemlerdir (Costello, 1997). Masaüstü SG ortamında ise sanal ortam bir portal veya pencere üzerinden standart bir ekran ile monitörde görüntülenir. Sanal ortamla etkileşim klavye, fare, joystick veya dokunmatik ekran, kulaklıklar, veri eldivenleri gibi aygıtlar ile sağlanmaktadır (Chen vd., 2004; Gazit vd., 2006; Strangman vd., 2003; Costello, 1997). Masaüstü SG tabanlı öğrenme ortamlarına oyunlar, simülasyonlar, sanal dünyalar örnek verilebilir ve en düşük maliyetli SG ortamları olarak kabul edilir (Lee ve Wong, 2014; Costello, 1997). SG ortamları, öğrenme süreçlerinde kullanılan 3 boyutlu görselleştirme teknikleri sayesinde özellikle uzamsal süreçlerin araştırılmasında önemli bir uygulama alanı olmuştur (Uz ve Altun, 2015; Burigat ve Chittaro, 2007).

Uzamsal yeteneğe ilişkin psikometrik çalışmalar birkaç farklı uzamsal yetenek alt faktörü (örn., uzamsal yönelim, uzamsal ilişkiler, uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme) belirlemiştir (Linn ve Petersen, 1985; Carroll, 1993; Eliot ve Smith, 1983; Lohman, 1979; Lohman, 1988). Bu faktörlerin birlikteliği bireylerin geniş uzamsal yetenek hakkında bilgi vericidir. Uzamsal yetenekler, anahtarınızı en son koyduğunuz yeri hatırlamak, karanlıkta yönünüzü bulmak, odanızda eşyaların nerede olduğunu hatırlamak, her gün okula, ofise, markete gitmek ve gidilen yeri tekrar hatırlamak veya 3 boyutlu bir oyun oynarken bile günlük hayatta sıklıkla işe koşulmaktadır. Dolayısıyla uzamsal yeteneklerin öğrenme sürecinde özellikle de sanal gerçeklik ortamlarında (Höffler ve Leutner, 2011) ve 3 boyutlu öğrenme ortamlarında önemli bir faktör olduğuna inanılmaktadır (Huk, 2006; Keehner vd., 2004). Uzamsal görselleştirme, aynı zamanda, anatomi öğrenimini etkileyen önemli bilişsel bir faktörlerden biridir ve bireysel farklılıkların anatomi eğitiminde başarıyı etkilediğini gösteren çalışmalar vardır (örn: Lufler vd., 2012; Nguyen vd., 2012; Luursema ve Verve, 2011; Hegarty vd., 2007; Garg vd., 2001). Bu çalışmada, öğrencilere anatomi eğitiminde gerçek radyoloji görüntüleri işlenerek 3 boyutlu olarak hazırlanan SSG ve Masaüstü SG olmak üzere iki farklı gezinim ortamı sunulmaktadır. Bu eğitim sürecinde öğrenciler yoğun şekilde 3 boyutlu anatomik kemikleri döndürme, uzaklaştırma, yakınlaştırma, etrafında 360 derece gezinme ve

diğeri yapılaraya göre konumlarını görme gibi çeşitli uzamsal süreçlere girerler. Bu bağlamda, bu araştırma kapsamında uzamsal yeteneğin zihinsel döndürme boyutuna odaklanılmıştır.

Erkeklerin uzamsal yeteneklerde kadınlardan daha iyi performans gösterdiği görüşü psikoloji ve davranışsal nörobilim ders kitaplarının çoğuna girmiştir. Ancak, bu durum ölçülen uzamsal yeteneğin türüne bağlı olarak değişmektedir (Halpern, 1992; Driscoll vd., 2005). Bununla birlikte, ilgili alanyazın gözden geçirildiğinde, uzamsal görevlerde erkeklerin kadınlardan daha iyi performans gösterdiğini ortaya koyan çalışmalardan (Orsini vd., 1982; Piccardi vd., 2008; Bors ve Vigneau; 2011; Andreano ve Cahill, 2009) cinsiyet farklılıklarının küçük olduğu veya tamamen yok olduğu (Capitani vd., 1991; Taylor ve Tversky, 1992a; Brown, Lahar ve Mosley, 1998; Pagulayan vd., 2006) görüşlerine kadar tutarsız sonuçlar hala tartışılmaktadır. Ek olarak, erkeklerin bazı uzamsal görevlerde, özellikle zihinsel döndürme görevlerinde daha iyi performans gösterdiği vurgulanmaktadır (Sanders vd., 1982; Harshman vd., 1983; Linn ve Petersen, 1985; Cohen, 1988). Dolayısıyla uzamsal yetenek araştırmalarında cinsiyet hala tartışmalı bir konudur.

Alanyazında uzamsal yeteneğin öğrenme çıktılarına ilişkin iki görüş/hipotez vardır: Birincisi; Güçlendirici yetenek hipotezi (the ability-as-enhancer hypothesis); düşük uzamsal belleğe sahip öğrencilerin kendi görselleştirmelerini zihinsel olarak yeniden yapılandırmakta zorlandıkları için SG ortamlarının onlara bu süreçte yardımcı olduğu yani daha avantajlı durumda olduğu görüşüdür (Hegarty ve Sims 1994; Lee ve Wong, 2014). İkincisi ise; dengeleyici yetenek hipotezi (the ability-as-compensator hypothesis); yüksek uzamsal belleğe sahip öğrencilerin yeterli bilişsel kapasiteye sahip olduklarından için SG ortamlarında daha avantajlı durumda olduğunu, düşük uzamsal yetenek kapasitesine sahip öğrencilerin ise dezavantajlı olduğunu görüşüdür (Huk, 2006; Hegarty, 2005; Mayer ve Sims, 1994). Her iki görüşü de sağlayan araştırmalar mevcuttur ancak bu da tutarsızlıklara neden olmaktadır. Dolayısıyla bu görüş farklılıkları araştırmacıları farklı SG türlerini ele alan medya karşılaştırma çalışmalarına yöneltmiştir (Lindgren vd., 2016; Makransky vd., 2021; Parong ve Mayer, 2021). Diğer bir yandan SG türlerini karşılaştıran birçok araştırmada sunulan içeriğin ve görselin eş değeri olmadığı da eleştirilmektedir (Keehner vd., 2008).

Yukarıda aktarılan çalışmalar, öğrenciler arasında bilişsel farklılıkların bulunduğunu ve bu farklılıkların farklı ortam türlerine bağlı olarak değiştiğini ve bunun da öğrenme çıktılarına etkileyebileceğini göstermektedir. Ancak, farklı sanal gerçeklik türlerini ele alan öğrenme ortamlarında öğrenenlerin bireysel farklılıklarının araştırmalarda dikkate alınmadığı görülmektedir (Lindgren vd. 2016; Krakos, Plaisant, Varshney, 2018; Makransky, Borre-Gude ve Mayer, 2019). Ek olarak, farklı SG türlerini karşılaştıran çalışmalarda da araştırmacıların ortamlarda katılımcılara aynı eş değeri içeriği sunmadığı eleştirilmektedir (Keehner vd., 2008). Doğal olarak, bu tarz tasarımların öğrenme çıktılarına etkileyebileceği öne sürülebilir. Bu araştırma, medya karşılaştırmasının da ötesine geçerek bireysel farklılıkları ve alanyazındaki bu tutarsızlıkları ele alması bakımından eğitim teknolojileri alanındaki mevcut eğitim uygulama ve araştırmalarına katkı sağlayacak olması bakımından önem arz etmektedir.

Bu çalışmada, sarmalayıcı (immersive) ve sarmalayıcı olmayan (non-immersive) sanal gerçeklik öğrenme ortamlarında öğrencilere aynı eş değeri içerikli ve görseli sunarak, öğrencilerin uzamsal yetenek kapasitelerinin geri getirme performansları üzerindeki etkilerini incelemek amaçlanmıştır. Kullanılan birinci ortamda, sarmalayıcı SG ortamında joystick ile kontrol edilen başa takılan sanal gerçeklik gözlükleri kullanılmaktadır. İkinci ortam olan sarmalayıcı olmayan gezinme ortamı için ise fare veya klavye ile kontrol edilen masaüstü SG kullanılmıştır. Diğer araştırmalardan farklı olarak (Luursema vd., 2006; Lee ve Wong, 2014; Hsu

2019) bu araştırmada her iki ortamda da öğrenciler aynı eğitimi, içeriği almıştır ve nesnelere aynı etkileşimlere (tutma, bırakma, döndürme) girmişlerdir. Tek farklılık masaüstü SG ortamında öğrenci bir ekran üzerinden klavye ve fare ile eğitim uygulamasına katılırken, SSG ortamında başa takılan gözlük (HMD) ve joystick ile katılmıştır. Tüm bu tartışmalar ışığında ele alınan araştırma soruları aşağıda verilmiştir.

1) Uzamsal yetenek kapasitelerine göre geri getirme performansları gezinim ortamlarına göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

a) Uzamsal yetenek kapasitelerine göre geri getirme performansları cinsiyetlerine göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

b) Farklı gezinim ortamına göre öğrencilerin geri getirme performansları anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

2) Farklı gezinim ortamlarında öğrencilerin geri getirme performansları cinsiyete göre anlamlı bir farklılık göstermekte midir?

3) Uzamsal yetenek kapasitelerine göre öğrencilerin eğitim uygulamasında kalma süreleri farklılık göstermekte midir?

Yöntem

Bu araştırmada 2x2 gruplar arası faktöryel deneysel desen kullanılmıştır. Faktöryel desenler bağımlı değişken üzerinde aynı zamanda iki ya da daha fazla bağımsız değişkenin (faktörün) etkisinin incelenmesini sağlayan desenlerdir (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Karadeniz ve Demirel, 2011). Faktöryel desen, bağımsız değişken seviyelerinin desende önemli hale geldiği gruplararası bir tasarımdır (Vogt, 2005). Çalışmadaki bağımsız değişkenlerden olan farklı sanal gerçeklik ortamları iki düzeyden (SSG x Masaüstü SG) oluştuğu için birinci faktör 2; ikinci faktör olan uzamsal yetenek (düşük-yüksek) iki düzeyden oluştuğu için ikinci faktör 2 düzeyden oluşmaktadır. Dolayısıyla çalışma 2x2 faktöryel desenden oluşmaktadır. Araştırma deseni aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo 1).

Tablo 1. Araştırma tasarımı

	Uzamsal Yetenek	Uygulama	Geri getirme Görevi
SSG	Düşük	X1	T
	Yüksek		
Masaüstü SG	Düşük	X1	T
	Yüksek		

SSG: Sarmalayıcı Sanal Gerçeklik (Immersive VR)

Masaüstü SG: Masaüstü Sanal Gerçeklik (Non-Immersive)

X1: Anatomi eğitimi uygulaması

T: Geri getirme performans görevi

Katılımcılar

Araştırmanın çalışma grubu, anatomi eğitimi ile ilgili herhangi bir ders almamış farklı fakülte ve bölümlerden oluşan 230 gönüllü lisans öğrenciden oluşmaktadır. Gruplar oluşturulurken ilk olarak 230 öğrenciye düşük ve yüksek uzamsal yetenek kapasitelerini belirlemek amacıyla uzamsal yetenek testi uygulanmıştır. Sonuçlara göre farklı uzamsal yetenek düzeylerine sahip 111 öğrenci grup 1 ve grup 2'ye seçkisiz olarak atanmıştır. 53 Öğrenci SSG ortamına, 58 öğrenci Masaüstü SG ortamına atanmıştır. Katılımcıların 59'u kadın, 52'si erkek ve yaş dağılımları 18-25 arasındadır (Tablo 2).

Tablo 2. Katılımcıların dağılım sayıları

	Kadın	Erkek	Toplam
SSG	27	26	53
Masaüstü SG	30	28	58
Toplam	57	54	111

Öğrencilerin SSG ve Masaüstü SG ortam ön deneyim dağılımları ise şu şekildedir. SSG ortamına katılan 53 öğrencinin sadece 10'unun SSG deneyimi vardır (erkek:6, kadın:4). Masaüstü SG ortamına katılan 58 öğrencinin sadece 8'inin SSG deneyimi vardır (erkek:6, kadın:2). SSG ortamına katılan 53 öğrencinin sadece 24'ünün Masaüstü SG deneyimi vardır (erkek:14, kadın:10). Masaüstü SG ortamına katılan 58 öğrencinin sadece 22 'sinin SSG deneyimi vardır (erkek: 12, kadın: 10).

Tablo 3. Katılımcıların sınıf seviyelerine göre dağılım sayıları

	1.sınıf	2.sınıf	3.sınıf	4.sınıf	Toplam
SSG	14	9	15	15	53
Masaüstü SG	42	4	6	6	58
Toplam	56	13	21	21	111

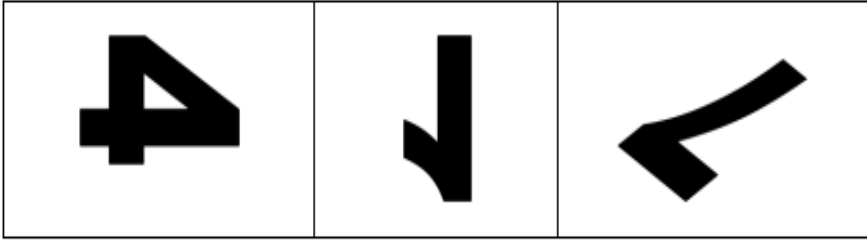
Çalışmaya bir, iki, üç ve dördüncü sınıf düzeylerinden öğrenciler katılmıştır. SSG ortamında birinci sınıf öğrencilerinin 14'ü SSG, 42'si Masaüstü SG ortamına katılmıştır. İkinci sınıf öğrencilerinden 9'u SSG, 4'ü Masaüstü SG ortamına katılmıştır. Üçüncü sınıf öğrencilerinden 15'i SSG, 6'sı Masaüstü SG ortamına katılmıştır. Dördüncü sınıf öğrencilerinden 15'i SSG, 6'sı Masaüstü SG ortamına katılmıştır (Tablo 3).

Veri Toplama Araçları

Bu bölümde araştırmada kullanılan Görsel-Uzamsal Bellek-Sayı Döndürme Testi, demografik bilgi anketi ve geri getirme performans görevi anlatılmıştır.

1. Görsel-Uzamsal Bellek- Sayı Döndürme Testi

Bu çalışmada Blasko vd. (2004) tarafından geliştirilen ve Mazman ve Altun (2013) tarafından revize edilerek uyarlanan "Görsel-Uzamsal Bellek-Sayı Döndürme Testi" kullanılmıştır. Testin norm çalışması Mazman ve Altun (2013) tarafından yapılmış ve güvenilirliği için test tekrar test güvenilirlik katsayısı zihinsel döndürme puanları ve uzamsal bellek puanları olmak üzere testin iki alt boyutu için hem doğruluk hem de tepki süreleri bakımından incelenmiştir. Testin yönergesinden örnek ekran görüntüsü aşağıda verilmiştir (Şekil 1). Şekil 1 katılımcıların zihinsel döndürme yaptığı aşamadır. Katılımcının ekranda gördüğü sayı düz ise klavyeden "D" harfine, Ayna görüntü yani ters ise "A" tuşuna basması istenir. Bu şekilde 27 soru gelmektedir ve her bir soruda verdikleri cevabın tepki süreleri ve doğruluk puanları kaydedilmektedir.



Şekil 1. Görsel-uzamsal hafıza-sayı döndürme testinden örnek ekran görüntüsü

Testin puanlanmasında, bireysel uygulama sonunda elde edilen ölçümlerde doğruluk ve tepki süresi olarak iki farklı puan olduğundan, bunları tek bir ölçüm olarak birleştirmek için Townsend ve Ashby (1978) tarafından önerilen verimlilik puan indeksi (IES=inverse efficiency score) kullanılmıştır.

2. Geri getirme performans görevi

Katılımcıların SG ortamlarında almış oldukları anatomi eğitim uygulamasını değerlendirmek için geri getirme performans görevi hazırlanmıştır. Daha önce anatomi eğitimi almadıkları için ön bilgilerinin olmadığı varsayılmış ve ön test yapılmamıştır. Öğrenciler soruları cevaplarken süre sınırı verilmemiştir. Geri getirme performans görevleri toplamda 20 sorudan oluşmaktadır ve tıp eğitimi anatomi alanında iki uzman görüşü alınarak geliştirilmiştir. Ancak bir soru teknik nedenlerden dolayı bir soru da madde analizi sonucunda potansiyel problemler olduğu (madde güçlüğü= .95 ve ayırt edicilik=.06) için çıkarılmış ve 18 soru ile devam edilmiştir. Sorular eğitim uygulamasında öğrencilerin sanal gerçeklik ortamlarında çalıştığı 19 kemiğe ilişkin kazanımlardan oluşmaktadır.

Her bir sanal gerçeklik ortamında eğitim uygulaması bittiğinde öğrenciler "kendimizi değerlendirelim" bölümüne geçiş yaparak yine aynı ortamda geri getirme performans sorularını cevaplamıştır. Böylelikle geri getirme performans görevi eğitim uygulaması ile aynı ortamda sunularak aynı sanal gerçeklik türü içinde verilmiştir. Aşağıda masaüstü SG ortamına ilişkin geri getirme performans görevinden bir örnek gösterilmiştir (Şekil 2).



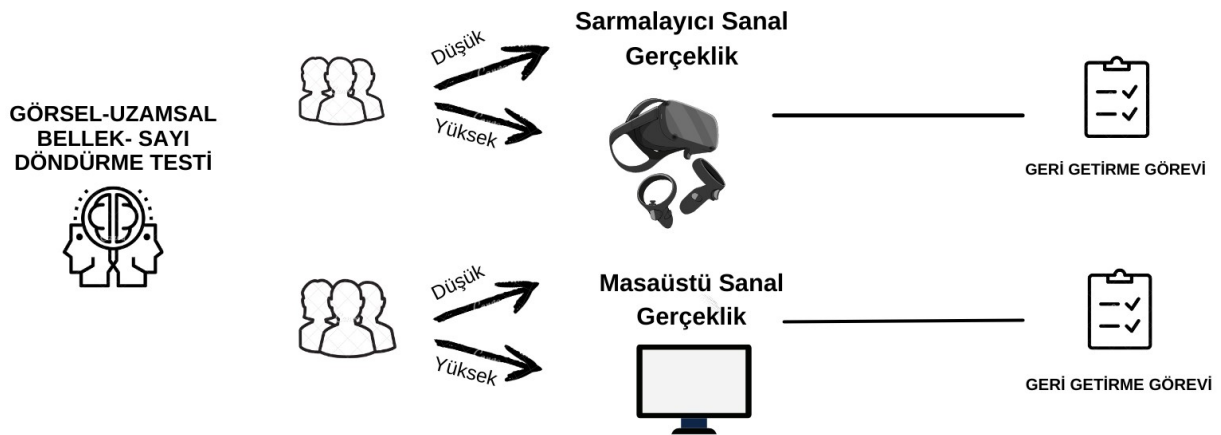
Şekil 2. Masaüstü SG ortamında geri getirme performans görevi örneği

3. Demografik Bilgi Anketi

Araştırmacı tarafından hazırlanan ve katılımcıların yaş, cinsiyet, sınıf, SG deneyimleri, 3D ortam deneyimleri gibi bilgileri içeren bir ankettir.

Deney Süreci

Görsel-uzamsal bellek- sayı döndürme testi sonuçlarına göre katılımcılar düşük ve yüksek uzamsal yetenek kapasitelerine göre rastgele Grup 1 ve Grup 2'ye atanmışlardır (Şekil 3). Uygulama öncesinde demografik bilgi anketi uygulanmış ve çalışma hakkında bilgi verilmiştir. Deneysel süreç boyunca Grup 1'deki öğrenciler SSG (head mounted display) ile uygulamaya katılırken, Grup 2'deki öğrenciler aynı eşdeğerlikte hazırlanan masaüstü SG ortamını kullanarak fare veya klavye yardımıyla uygulamaya katılmışlardır. Tüm uygulama her bir öğrenci için yaklaşık 30 dakika sürmüştür.



Şekil 3. Deney süreci

Her iki sanal gerçeklik ortamında da öğrenciler sırasıyla 3 bölümden oluşan aşamaları gerçekleştirmişlerdir. İlk aşamada öğrencilere, olabilecek kullanılabilirlik sorunlarının önüne

geçmek için bir dizi yönerge verilmiştir. Ardından top atma, zar atma ve döndürme oyunları oynayarak eğer SSG ortamında ise joystick kullanımına, Masaüstü SG ortamında ise klavye-fare kullanımına ısınmaları sağlanmıştır (Şekil 4 ve Şekil 5). Kendilerini hazır hissettiklerinde ise ikinci aşama olan anatomik yapıyı inceledikleri eğitim uygulaması bölümüne geçmişlerdir. Eğitim uygulamasında maksimum kalış süresi 15 dakika ile sınırlandırılmıştır. Eğitim uygulaması oturumu bittikten sonra değerlendirme bölümüne geçerek geri getirme performans görevini cevaplamışlardır. Değerlendirme bölümünde herhangi bir süre sınırı verilmemiştir.



Şekil 4. SSG ortamı bir katılımcıya ait uygulama süreci



Şekil 5. Masaüstü SG bir katılımcıya ait Uygulama Süreci

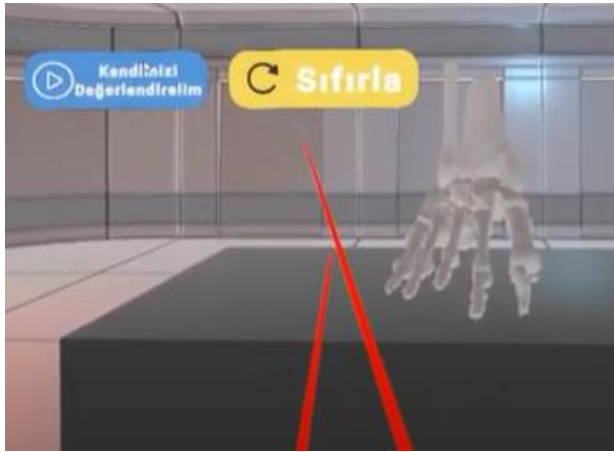
Sanal Gerçeklik Ortamları

Birinci ortam olan SSG eğitiminde; öğrenci başa takılan bir gözlük ve joystick ile eğitim uygulamasına katılmaktadır. Eğitim uygulaması 3 bölümden oluşmaktadır (Şekil 6). Birinci bölüm öğrencinin eğitim uygulamasını rahat kullanabilmesi ve ortamı kullanamamadan kaynaklı sorunların önüne geçmek için ortamı nasıl kullanacağına dair yönerge ve ısındırma oyunlarından oluşmaktadır (Top atma oyunu, zar atma ve zar döndürme oyunu). Böylelikle öğrencilerin SG kullanma ön deneyimlerinin eşitlendiğini varsayılmıştır. İkinci bölüm eğitim uygulaması bölümüdür. Burada öğrenciler kemikleri tek tek çalışabilir, joystick yardımı ile tutabilir, döndürebilir ve oda içinde yürüyerek etrafında gezinebilir. Eğitim uygulaması bölümünde çalışma süresi 15 dakika ile sınırlı tutulmuştur. Eğitim uygulaması bittikten sonra değerlendirme bölümü olan 3. bölüme geçişe tıklanır. Değerlendirme bölümü geri getirme performans görevi olarak hazırlanan 18 soruyu içermektedir.



Şekil 6. Uygulama süreci adımları

İkinci ortam olan Masaüstü SG ise, birinci ortam SSG ile aynı eşdeğer içerik ve materyallerle hazırlanmıştır (Şekil 7, Şekil 8). Ancak bu ortamda öğrenciler klavye ve fare ile ortam ve nesnelere etkileşime girebilmektedir. Yine SSG ortamında olduğu gibi klavye ve fare ile tutabilir, döndürebilir ve etrafında gezinebilir yani aynı etkileşimler bu ortamda da kullanılabilir. İkinci ortam da birinci ortam ile aynı şekilde 3 bölümden oluşmaktadır. Süreç aynı şekilde ilerlemektedir.



Şekil 7. SSG eğitim uygulamasından bir sahne



Şekil 8. Masaüstü SG eğitim uygulamasından bir sahne

Verilerin analizi

Bağımsız örneklem t-testi ve iki yönlü ANOVA öncesinde bu testlerin varsayımları yapılmış ve bu testlerin çalışma için uygun olduğu görülmüştür. Varsayımların karşılanmadığı durumlarda parametrik olmayan testlerden Mann Witney U yapılmıştır. Analizler $\alpha=0,05$ anlamlılık düzeyinde gerçekleştirilmiştir. Varyansların homojenliğini test etmek için Levene's testi kullanılmıştır.

Bulgular

Araştırmadan çıkarılan bulgular bu başlıkta araştırma soruları çerçevesinde verilmiştir.

Çıkarımsal analizden önce tanımlayıcı istatistikler hesaplanmış ve Tablo 4'te sunulmuştur. Çarpıklık ve basıklık değerleri dağılımın normal olduğunu doğrulamıştır.

Tablo 4. Uzamsal yetenek kapasitesi ve SG türüne göre geri getirme performanslarına ilişkin tanımlayıcı sonuçlar

	SG türleri	N	Min.	Max.	Ort	Ss.	Çarpıklık	Basıklık
Düşük Uzamsal Yetenek	Masaüstü SG	31	6	18	13,03	3,136	,087	,599
	SSG	26	6	16	12,58	2,802	,578	,144
Yüksek Uzamsal Yetenek	Masaüstü SG	27	6	18	13,19	3,520	,475	,647
	SSG	27	6	18	12,89	2,806	,363	,117

Farklı uzamsal yetenek kapasitelerinin farklı SG ortamlarında geri getirme performansı üzerindeki etkileri

Uzamsal yetenek kapasitelerine göre öğrencilerin geri getirme performanslarını gezinim ortamlarına ((Masaüstü SG-SSG) göre değerlendirmek için iki yönlü faktöriyel ANOVA yapılmıştır. Analizin varsayımları Levene testi ile kontrol edilmiştir. Levene testi sonuçları, gruplar arası varyanslar arasında anlamlı bir fark olmadığını, grupların varyanslarının eşit kabul edilebileceğini ve gruplar arası varyansların homojenliği varsayımının ihlal edilmediğini gösterdi ($p > .05$; $p = .559$).

Uzamsal yetenek kapasitesi ve farklı sanal gerçeklik ortamlarının etkileşiminin katılımcıların geri getirme performansları üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı görülmüştür (Tablo 5) ($p > .05$; $p = .892$). Bu bulgu farklı uzamsal yetenek düzeylerine sahip öğrencilerin farklı sanal gerçeklik ortamlarında (Masaüstü SG ve SSG) geri getirme performanslarının farklılaşmadığını göstermektedir.

Tablo 5. Farklı Sanal gerçeklik türleri ve uzamsal yetenekleri açısından geri getirme performanslarının iki yönlü faktöriyel ANOVA ile karşılaştırılması

Kaynak	Type III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	Sp.	η^2
SG_Tür	3,902	1	3,902	,410	,523	,004
Uzamsal yetenek	1,493	1	1,493	,157	,693	,001
SG_Tür *Uzamsal yetenek	,175	1	,175	,018	,892	,000
Hata	1018,055	107	9,515			
Toplam	19575,000	111				

Farklı uzamsal yetenek kapasitelerinin cinsiyete göre geri getirme performansı üzerindeki etkileri

Uzamsal yetenek kapasitelerine göre öğrencilerin geri getirme performanslarını cinsiyete göre değerlendirmek için iki yönlü faktöriyel ANOVA yapılmıştır. Analizin varsayımları Levene testi ile kontrol edilmiştir. Levene testi sonuçları, gruplar arası varyanslar arasında anlamlı bir fark olmadığını, grupların varyanslarının eşit kabul edilebileceğini ve gruplar arası varyansların homojenliği varsayımının sağlandığını gösterdi ($p > .05$; $p = .057$). Uzamsal yetenek ve cinsiyet etkileşiminin katılımcıların geri getirme performansları üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı Tablo 6'da görülmektedir. ($F=.081$; $p > .05$; $p = .776$).

Tablo 6. Uzamsal yetenek düzeyi ve cinsiyet türü açısından geri getirme performanslarının iki yönlü faktöriyel ANOVA ile karşılaştırılması

Varyansın Kaynağı	Tip III Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p.	η^2
Uzamsal yetenek	1,434	1	1,434	,151	,698	,001
Cinsiyet	4,973	1	4,973	,523	,471	,005
Uzamsal yetenek *Cinsiyet	,773	1	,773	,081	,776	,001
Hata	1016,500	107	9,500			
Toplam	19575,000	111				

Öğrencilerin farklı SG ortamlarına göre geri getirme performansı

Farklı gezinim ortamına (Masaüstü SG-SSG) göre öğrencilerin geri getirme performansları üzerinde anlamlı etkisinin olup olmadığını görmek için bağımsız örneklem t-testi yapılmıştır. Levene testi sonuçları gruplar arası varyansların homojenliği varsayımının sağlandığını gösterdi ($p > .05$; $p = .218$). Farklı SG ortamında öğrencilerin geri getirme performansları üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı saptanmıştır ($p > .05$; $p = .528$).

Farklı SG ortamlarının ve cinsiyetin öğrencilerin geri getirme performansı üzerindeki etkisi

Farklı SG ortamlarını (Masaüstü SG-SSG) kullanan öğrencilerin geri getirme performansı puanlarının cinsiyete göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini belirlemek için Mann-Whitney U testi yapılmıştır. Mann-Whitney U testi sonuçları, masaüstü SG ortamında Geri getirme performans puanları açısından erkekler ve kadınlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığını göstermiştir ($U=302.5$; $p=.066$). Benzer şekilde, SSG ortamında da geri getirme performansı puanları açısından erkekler ve kadınlar arasında anlamlı bir farklılık görülmemektedir ($U=302$; $p=.380$; Tablo 7).

Tablo 7. Öğrencilerin cinsiyete göre performans puanlarına ilişkin Mann Whitney-U Testi sonuçları

	Cinsiyet	N	Sıra ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
Masaüstü SG	Erkek	28	25,30	708,50	302,500	.066
	Kadın	30	33,42	1002,50		
SSG	Erkek	26	28,88	751,00	302,00	.380
	Kadın	27	25,19	680,00		

Uzamsal yetenek düzeyleri ve cinsiyet

Öğrencilerin uzamsal yetenek düzeyleri cinsiyete göre anlamlı bir farklılık gösterip göstermediğini anlamak için her iki değişkende kategorik olduğu için Ki kare analizi yapılmıştır. Ki kare analizi sonucu öğrencilerin uzamsal yetenek düzeylerinin cinsiyete göre farklılaşmadığı saptanmıştır ($p > .05$; $p = .300$).

Uzamsal yetenek düzeylerinin eğitim süresi üzerindeki etkisi

Düşük ve yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin eğitim uygulamasında kalma sürelerine göre anlamlı farklılık gösterip göstermediğini saptamak amacıyla Mann-Whitney U testi yapılmıştır ve sonuçları Tablo 7'da gösterilmektedir. Tablo 8 incelendiğinde, düşük ve yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin eğitim uygulamasında kalma süreleri anlamlı farklılık göstermektedir ($U = 1139.00$; $p = .018$). Bulgular yüksek uzamsal yeteneğe ($\bar{x}: 400.15$ saniye) sahip öğrencilerin düşük uzamsal yeteneğe ($\bar{x}: 509.49$ saniye) sahip öğrencilere kıyasla eğitim sürecinde ortamda daha az kaldığını göstermektedir.

Tablo 8. Öğrencilerin uzamsal yeteneklerine göre eğitim sürelerine ilişkin Mann Whitney-U Testi sonuçları

	Seviye	N	Ortalama	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p.
Uzamsal yetenek	Düşük	57	509,49	63,02	3592,00	1139,00	.018
	Yüksek	54	400,15	48,59	2624,00		

Sonuçlar

Bu araştırmanın cevap aradığı sorulardan birisi uzamsal yetenek kapasiteleri farklı bireylerin (düşük-yüksek) Masaüstü SG ve SSG eğitim ortamlarında geri getirme performansları arasında herhangi bir farklılık olup olmadığını ortaya koymaktadır. İki farklı sanal gerçeklik ortamı (Masaüstü SG ve SSG) aynı eş değeriğe sahip içerik ve görseller ile hazırlanmıştır. Uzamsal yetenek kapasitelerine (düşük-yüksek) göre öğrenciler seçkisiz olarak Masaüstü SG ve SSG ortamlarına atanmıştır. Diğer araştırmalardan farklı olarak (Luursema vd., 2006; Lee ve Wong, 2014; Hsu 2019) bu araştırmada her iki ortamda da öğrenciler aynı eğitimi, içeriği almıştır ve nesnelere aynı etkileşimlere (tutma, bırakma, döndürme) girmişlerdir. Tek

farklılık masaüstü SG ortamında öğrenci bir ekran üzerinden klavye ve fare ile eğitim uygulamasına katılırken, SSG ortamında başa takılan gözlük (HMD) ve joystick ile katılmıştır.

Sonuçlar düşük veya yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin geri getirme performanslarının SSG ve Masaüstü SG ortamlarında farklılaşmadığını göstermiştir. Aynı şekilde farklı SG ortamlarına göre de öğrencilerin geri getirme performanslarının farklılaşmadığı görülmüştür. Alanyazında düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin sarmalayıcılığı daha yüksek ortamlarda daha iyi performans gösterdiği araştırmalar bulunsa da (Luursema vd.,2006; Lee ve Wong, 2014) aksi yönde (Garg vd., 1999; Keehner vd., 2008; Huk, 2006) araştırmalar da vardır. Bu araştırmalarda ki farklılıklar ortamlarda aynı eş değeriğe sahip içeriğin sunulmamasından kaynaklı olabilir mi? Akıllara gelen bir sorudur. Çünkü Makransky, Gude ve Mayer (2019) laboratuvar güvenliği eğitimi için SSG, masaüstü SG ve geleneksel öğrenme ortamları olmak üzere 3 ortamı karşılaştırmış ve çalışmada, kalıcılık testinde geleneksel ve SSG eğitimi arasında bir fark bulunmamıştır. Ve sonucun bu şekilde olmasını her üç ortamında aynı eşdeğer bilgi aktarımını sağladığı şeklinde yorumlamışlardır. Benzer şekilde, Parong ve Mayer (2021) SSG ve video türlerini karşılaştıkları çalışmada öğrencilerin hatırlama performanslarında farklılık bulunmamıştır. Bu bulguyla uyumlu olarak başka bir çalışma, havacılık emniyet eğitiminin iki hafta sonra etkileşimli olmayan bir yöntemle göre daha fazla bilgi akılda kalmasına yol açtığını ve SSG ile etkileşimli masaüstü sunumu arasında hiçbir fark olmadığını göstermiştir (Buttussi ve Chittaro, 2017). Keehner vd., (2008), farklı gezinim ortamlarının karşılaştırdığı çalışmalarda kullanılan öğrenme görevlerinde öğrencilere sunulan görsellerin veya simülasyonların farklı ortamlarda aynı ve/veya eş değeriğe olmadığına dikkat çekerek, bu çalışmalara bir eleştiri getirmektedir. Dolayısıyla, bu araştırma sonucunda işaret ettiği üzere, farklı ortam türlerinin ele alındığı medya karşılaştırma araştırmalarında öğrencilere sunulan içeriğin ve görselin aynı olması sağlanarak eş değeriğinin kontrol altına alınması öğretim tasarımı açısından dikkate alınması gereken bir değişken olduğunu göstermektedir.

Bu araştırmanın diğeri bir araştırma sorusu, farklı uzamsal yetenek kapasitelerine sahip öğrencilerin geri getirme performansları cinsiyetlerine göre farklılık gösterip göstermediğidir. Alanyazında uzamsal görev performansları açısından cinsiyet farklılıklarının olup olmadığı konusunda tutarlı bir sonuç bulunmamaktadır. Örneğin bazı araştırmalar erkeklerin kadınlardan daha iyi performans gösterdiğini ortaya koymakla beraber (Piccardi vd., 2008; Bors ve Vigneau; 2011; Andreano ve Cahill, 2009) bazı araştırmalar ise cinsiyet farklılıklarının küçük olduğu veya olmadığı yönünde (Capitani vd., 1991; Sadalla ve Montello, 1989; Taylor ve Tversky, 1992; Brown, Lahar ve Mosley, 1998; Pagulayan vd., 2006) bulgular raporlamaktadır. Neubauer vd., (2010) ise zihinsel döndürmede cinsiyet farkının erkeklerde yalnızca masaüstü ortamlarda ortaya çıktığı, SSG ortamlarında ortaya çıkmadığını bulmuşlardır. Bu farklılıklar Makransky, Gude ve Mayer (2019) eşdeğer bilgi aktarıldığında üç farklı ortamda farklılık bulunmaması cinsiyet değişkeni için de geçerli olabilir mi bir diğeri akıllara gelen sorudur. Çünkü bu araştırmada da aynı eş değeriğe ortamlar sunduğumuz Masaüstü SG ve SSG ortamlarında farklı uzamsal yetenek kapasitelerine sahip öğrencilerin geri getirme performanslarının cinsiyete göre farklılık göstermediği bulunmuştur.

Bu araştırmada ele alınan bir diğeri soru uzamsal yetenek kapasitelerine göre öğrencilerin eğitim uygulamasında kalma süreleri farklılık gösterip göstermediğidir. Sonuçlar yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrencilere kıyasla anatomi eğitim sürecinde ortamda daha az kaldığını göstermektedir. Öğrenme çıktıları açısından anlamlı bir farklılık olmamasına karşın öğrenme hızlarında anlamlı farklılık çıkması

dengeleyici yetenek hipotezi ile (ability-as-compensator hypothesis) uyumlu olabilir. Bu hipoteze göre yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin yeterli bilişsel kapasiteye sahip olduklarından için sanal gerçeklik ortamlarında daha avantajlı durumda olduğunu, düşük uzamsal yetenek kapasitesine sahip öğrencilerin ise dezavantajlı olduğunu görüşü hâkimdir. Ancak bu avantaj ve dezavantajlı oldukları durumlar hangi değişkenlere göre belirlenmiştir net değildir. Öğrenme performansı açısından avantajlı bir durum yok iken öğrenme hızı açısından avantajlı olabilirler. Veya motivasyon, bağlılık gibi farklı değişkenler de bu durumu etkileyebilir. Bu nedenle eğitim ortamında kalma süresini farklı sanal gerçeklik ortamlarında bireysel farklılıklar dikkate alarak inceleyen daha çok araştırmaya ihtiyaç duyulmaktadır.

Özetle alanyazındaki farklı sonuçların ortaya çıkmasındaki sebeplerden biri SG tabanlı öğrenme ortamında yapılan araştırmalarda öğrenen özelliklerine ilişkin değişkenlerin (Chen, 2004) veya bireysel farklılıkların (Hauptman ve Cohen, 2011) araştırma desenine dâhil edilmemesi ve aynı eş değeriğe sahip ortamların sunulmamasıdır. Buradan yola çıkarak öğrencilerin, uzamsal yetenek kapasitelerinin farklı sanal gerçeklik ortamlarında (SSG-Masaüstü SG) geri getirme performanslarına etkisini incelenen bu araştırma ile alanyazındaki tutarsızlıklara bir açıklama getirmesi hem de öğrenme ortamında bireysel farklılıkları dikkate alması ile bu çalışmanın sonuçlarının eğitim teknolojileri alanında mevcut eğitim araştırma ve uygulamalarına katkı getireceği düşünülmektedir.

Bu çalışmada, farklı ortamlarda verilen anatomi eğitiminin uzun vadeli öğrenme etkilerinin veya bu öğrenmenin yeni durumlara aktarılma (transfer) durumlarının incelenmemiş olması bir sınırlılıktır. Bir diğer sınırlılık ise uygulama sürecinde anatomi eğitimi süresinin 15 dakika ile sınırlı tutulmasıdır. Türkçe olarak hazırlanan anatomi eğitimi, farklı dillerde ve farklı anatomik yapılar ile çalışılabilir. SG ortamlarında veya uzamsal bellek araştırmalarında kemik anatomisi gibi somut kavramlar yerine soyut kavramlar ve uzamsal ses etkisi de ele alınabilir. SG ortamlarında geri getirme performansını arttıracak veya farklı müdahaleler (görsel-işitsel ipuçları, serbest süre gibi) eklenebilir veya kalıcılık ve bilgi transferi gibi farklı değişkenlerle çalışılabilir.

Kaynakça

- Andreano, J. M., & Cahill, L. (2009). Sex influences on the neurobiology of learning and memory. *Learning & Memory*, 16(4), 248-266. <https://doi.org/10.1101/lm.918309>
- 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. <https://doi.org/10.3758/bf03195571>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.09.014>
- 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.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2007.07.003>

- 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.
<https://doi.org/10.1109/TVCG.2017.2653117>
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2011). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Capitani, E., Laiacona, M., Ciceri, E., & Gruppo Italiano per lo Studio Neuropsicologico dell'Invecchiamento. (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.
- 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.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2d ed.). Hillsdale, NJ: Lawrence Earlbaum Associates.
- Costello, P. J. (1997). *Health and safety issues associated with virtual reality: a review of current literature*. Advisory Group on Computer Graphics.
- Dalgarno, B., Hedberg, J., & Harper, B. (2002). The contribution of 3D environments to conceptual understanding. In *Annual Conference of the Australasian Society for Computers in Learning in Tertiary Education* (pp. 1-10). UNITEC Institute of Technology.
- Driscoll, Ira, Derek A. Hamilton, Ronald A. Yeo, William M. Brooks, and Robert J. Sutherland. "Virtual navigation in humans: the impact of age, sex, and hormones on place learning." *Hormones and Behavior* 47, no. 3 (2005): 326-335.
<https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2004.11.013>
- Eliot J. & Smith I. M. (1983). *An international directory of spatial tests*. NFER-Nelson.
- 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.
<https://doi.org/10.1080/13803390500350977>
- Garg, A. X., Norman, G., & Sperotable, L. (2001). How medical students learn spatial anatomy. *The Lancet*, 357(9253), 363-364. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(00\)03649-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(00)03649-7)
- 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.
- Halpern, D. F. (2013). *Sex differences in cognitive abilities*. Psychology press.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.05.008>
- Hegarty, M., & Sims, V. K. (1994). Individual differences in mental animation during mechanical reasoning. *Memory & Cognition*, 22, 411-430. <https://doi.org/10.3758/bf03200867>
- Hegarty, M., & Waller, D. (2005). Individual Differences in Spatial Abilities. In P. Shah & A. Miyake (Eds.), *The Cambridge Handbook of Visuospatial Thinking* (Cambridge Handbooks in Psychology, pp. 121-169). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511610448.005>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2010.07.042>
- Huk, T. (2006). Who benefits from learning with 3D models? The case of spatial ability. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22(6), 392-404. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2006.00180.x>
- 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. *In Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society*, Vol. 26, No. 26.
- Krokos, E., Plaisant, C. & Varshney, A. Virtual memory palaces: immersion aids recall. *Virtual Reality* 23, 1–15 (2019). <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0346-3>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.010>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.01.001>
- Linn, M. C., & Petersen, A. C. (1985). Emergence and Characterization of Sex Differences in Spatial Ability: A Meta-Analysis. *Child Development*, 56(6), 1479–1498. <https://doi.org/10.2307/1130467>
- Lohman, D. F. (1979). *Spatial ability: A review and reanalysis of the correlational literature* (Vol. 8, p. 226). Stanford, CA: School of Education, Stanford University.
- 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.
- 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. <https://doi.org/10.1037/edu0000473>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.12.007>
- 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. <https://doi.org/10.1111/jcal.12375>
- 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., & Altun, A. (2013). Individual differences in spatial orientation performances: an eye tracking study. *World Journal on Educational Technology*, 5(2), 266-280.
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2010.06.001>.
- Nguyen, N., Nelson, A. J., & Wilson, T. D. (2012). Computer visualizations: Factors that influence spatial anatomy comprehension. *Anatomical Sciences Education*, 5(2), 98-108. <https://doi.org/10.1002/ase.1258>
- 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*, 69(3), 1433-1451. <http://dx.doi.org/10.1007/s11423-021-09999-y>
- 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.
- Sadalla, E. K., & Montello, D. R. (1989). Remembering changes in direction. *Environment and Behavior*, 21(3), 346-363.
- Sanders, B., Soares, M. P., & D'Aquila, J. M. (1982). The sex difference on one test of spatial visualization: A nontrivial difference. *Child Development*, 53(4), 1106-1110.
- Shu, Y., Huang, Y.-Z., Chang, S.-H., & Chen, M.-Y. (2019). Do virtual reality head-mounted displays make a difference? A comparison of presence and self-efficacy between head-mounted displays and desktop computer-facilitated virtual environments. *Virtual Reality*, 23, 437-446.
- Strangman, N., Hall, T., & Meyer, A. (2003). Virtual reality and computer simulations and the implications for UDL implementation: Curriculum Enhancements Report. National Center on Accessing the General Curriculum.

https://sde.ok.gov/sites/ok.gov.sde/files/VirtualRealityUDL_000.pdf adresinden 10 Ocak 2023 tarihinde ulaşılmıştır.

Taylor, H. A., & Tversky, B. (1992). Spatial mental models derived from survey and route descriptions. *Journal of Memory and Language*, 31(2), 261-292.

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.

Vogt, W. P. (2005). *Dictionary of statistics and methodology: A non-technical guide for the social sciences* (3rd ed.). Thousand Oaks,CA: Sage.