



Araştırma Makalesi

Sanal Gerçeklik (VR) Yaklaşımı ile Geliştirilen Dijital Oyun Uygulamasının Doğruluk Analizi

Doğukan Durgut¹, Yüksel Bal¹, Hakan Aydın*¹

¹*İstanbul Topkapı Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, 34020, İstanbul/Türkiye*

ÖZ

Anahtar Kelimeler:
Sanal Gerçeklik
Bilgisayar Oyunları
Video Oyunları
Unity 3D Oyun Simülatörü

Sanal Gerçeklik (SG) ortamı sanal dünyayı gerçek hayatta deneyimlemeyi çeşitli kurgular ile birleştirerek kurgulandığı ya da simüle edilmiş ortama kullanıcıların katılmasını sağlayan teknolojiler bütünüdür. Günümüzde SG teknolojisinin üç boyutlu ortamın da sunduğu gerçeklik sayesinde pek çok farklı alan yanında bilgisayar oyun sektöründe de giderek artan oranlarda kendine yer edindiği görülmektedir. Bilgisayar oyunları görsel geri bildirim oluşturmak için bir kullanıcı arayüzü ile insan etkileşimini içeren donanım ve yazılımlardan oluşan elektronik oyunlardır. Bu oyunlarında SG teknolojisinin tercih edilmesi ve kullanılması durumunun arkasında esasen bu teknolojinin dijital oyunların daha gerçekçi olmalarını sağlamaları ve böylelikle görsel açıdan bu oyunların eğlendirici yönünü arttırmaları yatmaktadır. Bu çalışmada Android ortamında UNITY 3D simülatöründe SG tabanlı olarak bir bilgisayar oyununun (VR-GAME) geliştirilerek doğruluk analizinin yapılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında 7 (yedi) adet deney gerçekleştirilmiştir. Bu deneylerde oyuncular VR-GAME oyununu oynarken sanal ortamda gerçekleşen olayların SG teknoloji ile başarıyla gerçekleştirildiği doğrulanmıştır. Bu araştırmanın bilgisayar oyunlarındaki davranışın sanal ortamda ve SG teknolojisi ile simüle edilmesinin ortaya konulması ve yeni bilgisayar oyun modellerinin SG tabanlı olarak geliştirilmesi açısından SG çalışma alanına katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

Accuracy Analysis of Digital Game Application Developed with Virtual Reality (VR) Approach

Keywords:
Virtual Reality
Computer Games
Video Games
Unity 3D Game Simulator

ABSTRACT

Virtual Reality (VR) environment is a set of technologies that enable users to participate in the fictional or simulated environment by combining the experience of the virtual world in real life with various fictions. Today, thanks to the reality offered by the three-dimensional environment of SG technology, it is seen that besides many different fields, it is increasingly gaining a place in the computer game industry. Computer games are electronic games consisting of hardware and software that involve human interaction with a user interface to generate visual feedback. The reason behind the preference and use of SG technology in these games is that this technology makes digital games more realistic and thus increases the entertaining aspect of these games visually. In this study, it is aimed to develop an SG-based computer game (VR-GAME) in the UNITY 3D simulator in Android environment and perform accuracy analysis. Within the scope of the study, 7 (seven) experiments were carried out. In these experiments, it has been verified that the events taking place in the virtual environment are successfully performed with SG technology while the players are playing the VR-GAME game. It is considered that this research will contribute to the field of VR study in terms of demonstrating the simulation of the behavior in computer games in the virtual environment and with VR technology and developing new computer game models based on VR.

*Sorumlu Yazar
(dogukandurgut@stu.topkapi.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-4671-0716
(yuksebal@topkapi.edu.tr) ORCID ID 0000-0003-1816-8162
(hakanaydin@topkapi.edu.tr) ORCID ID 0000-0002-0122-8512

1. GİRİŞ

Sanal Gerçeklik (SG) teknolojisi gerçek dünyada sanal dünyayı deneyimlemeyi sağlayan, bu bağlamda kurgulanmış ya da simüle edilmiş ortama kullanıcıların katılmasını sağlayarak özellikle görüntüleri iki boyutlu ekranlardan algılamak yerine üç boyutlu gerçeklikte deneyimlemeye imkân veren ve günümüzün adından son zamanlarda sıklıkla söz ettiren bilişim teknolojilerinden birisidir. SG, simüle edilmiş bir ortam oluşturmak için bilgisayar teknolojisini kullanan, tıp, eğlence, spor, oyun ve simülasyon gibi farklı alanlarda gelecek vaat eden kapsamlı uygulamalarla büyüyen bir teknolojidir (Simón-Vicente vd., 2022). Bu teknolojinin temelini ilk olarak 1950'li yıllarda bir grup yeni girişimci mühendis tarafından sadece bir fikir olarak tasarlandığı görülmektedir. SG teknolojilerinin bilgisayar sektöründe 1990'lı yıllarda "Virtuality Şirketi" tarafından oyun salonlarında kullanılmaya başlandığı görülmektedir. Güncel olarak bilenen ve bir kişisel bilgisayara bağlanarak kullanılmaya başlayan SG cihazlarının ilk olarak "Oculus Rift" cihazlarının ortaya çıkmasıyla birlikte 2010 yılında piyasaya sürüldüğü görülmektedir. Zamanla artan sistem gereksinimleri ve sanal gerçekliğe duyulan ihtiyacın artması ile birlikte büyük firmalar sanal gerçeklik için ilk adımlarını atarak konsol ve mobil bağlantı sağlayabilen "Samsung GearVR" ve "Google CardBoard" gibi ürünlerini seri olarak üretmeye başlamışlardır. Günümüzde kişisel bilgisayarlar, oyun konsolları, akıllı telefon veya tablet gibi cihazlarda oynanabilen elektronik bilgisayar oyunları artık SG teknolojisi ile geliştirilmeye başlanmıştır. SG oyunları PC ve dizüstü bilgisayarlarında, oyun konsollarında, akıllı telefonlarda ve daha pek çok farklı cihaz üzerinde oynanabilmektedir. Endüstriyel alanlarda ve çeşitli sektörlerde kendine yer edinmeye başlayan SG teknolojisinin özellikle üç boyutlu ekran ortamının gerçekliği sayesinde yeni bir boyut kazanarak dijital oyun sektöründe de giderek artan oranlarda kullanılabilir hale gelmiştir. Günümüz bilgisayarlarında SG oyunları artık üst düzey bilgisayarlarda oynanan oyunlar gibi oynanabilmekte, bu bilgisayarlar en ayrıntılı sanal ortamları ve oyun seçenekleri oyuncularına sunabilmektedirler.

Sanal gerçeklik oyunları, oyuncunun sanal ortamda gezinmek için denetleyicileri kullanması için tasarlanmıştır (Liu vd., 2021). SG tabanlı bilgisayar oyunları, üç boyutlu (3-D) yapay ortamların bilgisayar oyunlarına uygulanması olarak tanımlanabilir. Bu ortamlar, SG yazılımları ve donanımları kullanılarak oluşturulabilmekte ve gerçek dünya ortamını simüle ederek sanal ortamlarda yerini alacak şekilde kullanıcıya sunulmaktadır. SG teknolojisinin oyun tasarımına girmesi, oyun pazarının gelişimi için önemli bir araştırma içeriği haline gelmiştir (Shi vd., 2020). Günümüzde popüler SG başlıkları arasında "Oculus

Rift" ve "HTC Vive" gibi SG ekipmanları sayılabilir. Oyun konsollarında oynanan SG oyunları PC'lerde oynanan oyunlara benzemekle birlikte yalnızca belirli üreticilerin oyun konsollarıyla çalışmaktadırlar. Bu duruma önde gelen bir örnek olarak "PlayStation SG başlığı/platformu" gösterilebilir. Akıllı Telefonlarda SG Oyunları ise mobil SG oyunları için akıllı telefon üreticilerinin kendi kulaklıklarını, kontrol cihazlarını ve oyunlarını kullandıkları platformlardır. Günümüzde bu duruma örnek olarak "Samsung Gear VR" kulaklık/platformu gösterilebilir. SG, sunduğu simüle edilmiş ortamı ile gün geçtikçe oyun geliştiricilerin ilgisini çekmektedir (Khan vd., 2018). Piyasadaki bazı SG oyuncu kulaklıkları arasında "HTC Vive", "Oculus Rift", "Microsoft Hololens", "Samsung VR", "PlayStation VR" ve "Google Cardboard" gibi teknolojik ürünler örnek olarak verilebilir. Reer vd. (2022) tarafından yapılan araştırmaya göre SG versiyonunu oynamanın, SG olmayan versiyonu oynamaktan daha yüksek seviyede oyun keyfi sağladığının yapılan bir araştırma ile tespit edildiği belirtilmektedir. SG ile geliştirilmiş aktif video oyunları içinde yer alan SG'ye ait uygulamalar sürükleyiciliği, oyun etkileşimini ve orta-şiddetli fiziksel aktiviteleri artırabilir, böylece bilişsel performans gibi egzersizle ilgili daha büyük faydalar sağlayabilir (Sousa vd., 2022). Daha geniş bir kitleyi etkileme potansiyeline sahip olan SG alanı oyun endüstrisinden etkilenen işyerlerine taşınmakta ve SG tabanlı simülasyonlar geliştirilmektedir (Abdullah vd., 2022). Sanal boyut anlayışı için bir SG oyununda, kullanıcı kaydolup giriş yaptıktan sonra, oyuncu yeni bir oyun oynayabilir veya oyuna devam etmek için oyunu yükleyebilir, sonrasında istedikleri zaman dinlenebilirler, duraklatabilirler veya oyunu güvenli hale getirebilirler ve rahat olduklarında tekrar oynamaya geri dönebilirler (Jinjakam vd., 2021). Günümüzde SG teknolojisinin bilgisayar oyunlarında kendine hem donanımsal ve hem de yazılımsal olarak ticari pazarda daha fazla yer edineceği, SG tabanlı bilgisayar oyunlarının geliştirilmesinin artarak devam edeceği, gelecekte de SG teknolojisinin bilgisayar oyunlarındaki popülaritesinin gelişen teknolojiye paralel olarak artan şekilde devam edeceği ortadadır.

Bu araştırmada Android Ortamında UNITY 3D Simülatöründe SG tabanlı bir bilgisayar oyununun geliştirilmesi (VR-GAME) ve doğruluk analizinin yapılması amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında 7 (yedi) adet deney gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın literatüre katkıları şu şekilde ifade edilebilir:

- Çalışma kapsamında geliştirilen VR-GAME dijital oyunu SG teknolojisi ile kodlanmıştır. Gerçekleştirilen deneylerde oyun tasarımında kullanılan SG teknolojisinin işlevi yapılan deneyler ile test edilmiştir. Deney sonuçları SG teknolojisi ile geliştirilen oyunda SG teknolojisinin oyuncuların oyunlardaki davranışını oyun kurgusu çerçevesinde sanal ortamda

başarıyla simüle ettiğini ve gerçekleştirildiği doğrulanmıştır.

• SG teknolojisinin bilgisayar oyunlarına geniş yelpazede sunduğu pek çok avantaj bulunmaktadır. Bu bağlamda VR-GAME, SG tabanlı ve açık kaynak kodlu bir oyun uygulamasıdır. VR-GAME dijital oyununun SG teknolojisi ile oyuncuların oyunlardaki davranışını sanal ortamda simüle edilmesinin ortaya koyması açısından önem taşıdığı değerlendirilmektedir.

Çalışmanın 2'inci bölümünde araştırmaya ilişkin materyal ve metotlar anlatılmış, 3'üncü bölümde materyal ve metot açıklanmış, 4'üncü bölümde çalışmada gerçekleştirilen deneysel sonuçlar açıklanmış ve son bölümde deneysel çalışmalardan elde edilen bulgulara ilişkin sonuç ve değerlendirmelere yer verilmiştir.

2. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

SG teknolojisi bilgisayar ortamında bilişsel olarak oluşturulan çok boyutlu, kapsayıcı sanal bir ortamdır (Winn ve Bricken, 1992). SG ortamında dijital görüntüler ve mekânsal ortam gerçek zamanlı ancak yapay olarak oluşturulabilmektedir (Khor vd., 2016). SG ortamında sentetik olarak geri bildirim elde edilebilmekte, var olma hissi gerçek olmayan bir simülasyon ortamında oluşturulabilmektedir (Sherman ve Craig, 2002). SG teknolojisi yapay bir dünyada gerçek dünyanın belirli yönlerinin bir simülasyonunun oluşturulabildiği, sensor motor ve bilişsel etkinliklerin mümkün kılınabildiği ortamlardır (Fuchs vd., 2011). SG teknolojisi, bilgisayar ortamında oluşturulan 3B resimlerin ve animasyonların teknolojik araçlarla insanların zihinlerinde gerçek bir ortamda bulunma hissini vermesinin yanı sıra, ortamda bulunan bu objelerle etkileşimde bulunmalarını sağlayan teknoloji olarak tanımlanabilir. SG teknolojilerinin temelini ilk olarak 1950'li yıllarda bir grup yeni girişimci mühendis tarafından sadece bir fikir olarak tasarlandığı söylenebilir. Şekil 1'de Amerikalı görüntü yönetmeni ve mucidi olan Morton Heilig Offsite Link'in, 1955'te "Geleceğin Sineması" başlıklı bir makalesinde çok-duyulu bir tiyatro vizyonunu tanıttığı sanal yapıya ilişkin bir resim sunulmuştur (Heilig, 1962). 1962'de Heilig, SensoramaOffsite Link adlı sürükleyici, çok duyusal, mekanik çok modlu Offsite Link tiyatrosunun bir prototipini gerçekleştirmiş ve burada gösterilecek beş kısa film oluşturmuştur. 28 Ağustos 1962'de Heilig'e "Sensorama Simülatörü" için ABD Patenti verilmiş ve bu buluş olup bu durum sanal gerçeklik için önemli çalışmalardan birisi olarak kabul edilmiştir.



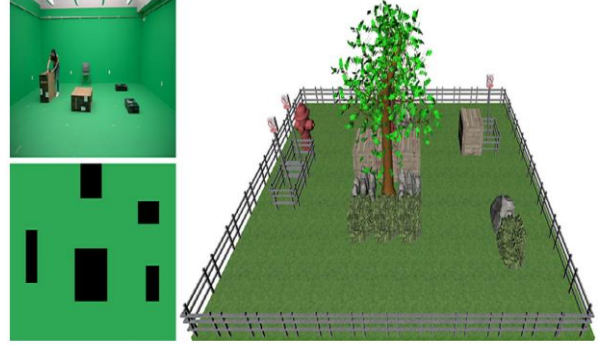
Şekil 1. Morton Heilig Offsite Link'in "Geleceğin Sineması" Çalışması

Güncel olarak bilenen SG cihazlarının "Oculus Rift" cihazlarının ortaya çıkmasıyla birlikte 2010 yılında tam manasıyla piyasaya sürüldüğü söylenebilir. Bu ürünler kişisel bilgisayarlara bağlanarak kullanılmaya başlanmışlardır. 2014 yılından itibaren artan sistem gereksinimleri ve sanal gerçekliğe duyulan ihtiyacın artması ile birlikte büyük firmalar SG teknolojisi için ilk adımlarını atarak konsol ve mobil bağlantı sağlayabilen "Samsung GearVR", "Google CardBoard" tarzı ürünlerin seri üretimine başlamışlardır. 2018 yılı itibari ile "Lenova" şirketi "Mirage Solo", HTC şirketi "Vive Focus" gibi ürünleri ile birlikte VR'ı tamamen bağımsız bir platform haline getiren ürünlerini piyasaya sürmeye başlamışlardır. SG ortamlarının kullanıcılar üzerinde oluşturmuş oldukları gerçeklik hissiyatına göre yarı katılımlı, tam katılımlı ve çoklu katılımlı olmak üzere farklı gruplara ayrıldığı görülmektedir.

Literatürde SG teknolojisi bazında dijital oyun geliştirme kapsamında yapılmış farklı çalışmaların mevcut olduğu görülmektedir. Volkan (2013) tarafından gerçekleştirilen çalışmada spor etkinlikleri bağlamında sporcu performanslarının sanal ortama aktarılması araştırılmış ve bu kapsamda "robot göz" uygulamaları incelenmiştir. Demirbaş (2015) tarafından yapılan çalışmada popüler oyun türleri platform oyun türlerine bağlamında araştırılmıştır. SG teknolojisi sayesinde kullanıcılar duyularını etkileşimli olarak yapay yani sanal bir ortamda yaşayabilmektedirler (Khor vd., 2016). SG tabanlı bilgisayar oyunları kitleler arasında popülerlik kazanmaya başladıkça bu oyunlara olan bağımlılık da bu duruma paralel olarak artmaktadır (Rajan vd., 2018). Öztürk ve Sondaş (2020) tarafından yapılan çalışmada sağlık alanında SG teknolojisinin kullanımı incelenmiş ve inceleme neticesinde sanal gerçeklik çalışmalarında Unity3D, Kinect ve sanal gerçeklik gözlüklerinin sıklıkla kullanıldığının görüldüğü belirtilmiştir. Turgut ve Özer (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada "Samsung Gear SG Oculus" markalı SG gözlüğü kullanılmış ve bu gözlüğün kuvvette devamlılığa olan etkisi, yani "bench press" hareketi araştırılmıştır. Söz konusu araştırmanın

sonuçlarının SPSS kullanılarak değerlendirildiği çalışma neticesinde araştırmaya konu olan oyuncu grupları arasında anlamlı bir farklılık saptanamadığı vurgulanmıştır. Özkazanç ve Esentürk (2020) tarafından yapılan çalışma adından sıklıkla söz ettiren ve oyuncular arasında da popüler olduğu değerlendirilen "PUBG oyunu" sanal mekân açısından değerlendirilmiştir. Bahse konu çalışmada yazarlar tarafından söz konusu oyunun mekân algısının gözlemlendiği ve değerlendirildiği, ancak oyunun sanal mekân algısı değerlendirmesinin yetersiz olduğunun tespit edildiği belirtilmekte ve bu bağlamda söz konusu oyun için kullanıcının hareketinin öngörülerek bu yönelime uygun mekânlar oluşturulabileceği önerisi getirilmektedir. Alakuş vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada SG ortamında hastaların rehabilitasyon sürecindeki aktiviteleri araştırılmıştır. Yazarlar tarafından yapılan deneylerde denek olarak belirlenen hastaların parmaklarına 10 adet esneklik sensörü ve eklemlerine 13 adet MPU9250 eğim sensörü olmak üzere toplamda 23 adet sensör yerleştirildiği, bu sayede gerçek ortamdaki el ve uzuv hareketlerinin SG ortamında algılanabildiği, böylelikle SG gözlüğü ile hastaların fizyoterapistler tarafından belirlenmiş hareketlere bağlı olarak istenen oyunları oynamak suretiyle tedavi olabildikleri belirtilmiştir. Güneş ve Dilipak (2020) tarafından yapılan çalışmada patlayıcı maddelerin SG teknolojisi kullanılarak aktif hale getirilmeden tespit edilmesi konusunun araştırıldığı ve bu maksatla yapılan deneylerde "Oculus Rift S" marka SG gözlüğü kullanıldığı belirtilmektedir. Memduhoğlu vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada Harran Üniversitesi Osmanbey Kampüsü'nün 3 boyutlu bir modeli oluşturulmuş ve VR/AR uygulamalarında kullanmak üzere hazırlanmıştır. Ardında bu model Unity oyun motoru yazılımı kullanılarak öğrencilerin kullanımı için artırılmış gerçeklik uygulaması şeklinde tablet ve akıllı telefonlara aktarılmıştır. Ortaya çıkan bu uygulama, bu tür teknolojilerin farklı yaş gruplarından öğrencilerin deneyimleyebildiği bir bilim festivalinde kullanıcılara sunulmuştur. Öğrencilerin, bu teknolojilerin etkileşimli ve eğlenmeye yönelik doğası nedeniyle bir öğrenme materyali olarak daha hevesle yaklaştıkları gözlenmiştir. İpek (2021) tarafından yapılan çalışmada SG teknolojisi ile geliştirilen bilgisayar oyunlarının sınıflandırılması ve gelişimi araştırılmıştır. Theethum vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada "Thinkercise" isimli Python programlamadaki bilgi ve becerileri gözden geçirmek için eğitici bir SG oyunu olarak geliştirilmiştir. Yazarlar çalışma kapsamında gerçekleştirdikleri deneysel çalışmalarda bahse konu oyunun öğrencilerin bilgisayar programlamadaki performansını %40,8 oranında artırmaya yardımcı olduğunu gösterdiğini belirtmişlerdir. Yıldız (2021) tarafından yapılan çalışmada Unity ile oyun geliştirme uygulamalarına ilişkin olarak 10 lisansüstü öğrencisinin görüşleri araştırılmış ve bu bağlamda birtakım farklı temalar oluşturulmuştur.

Maksatbekova (2019) tarafından gerçekleştirilen çalışmada sanal gerçeklik oyunlarının oyuncunun zihinsel, bedensel ve ruhsal ihtiyaçlarını karşılanmasını sağlayabildiği belirtilmektedir. Liu vd. (2021) tarafından yapılan çalışmada gerçek bir ortamın düzenine dayalı olarak SG oyun seviyesi düzenlerini tasarlamak için optimizasyona dayalı bir yaklaşım sunulmuştur. Söz konusu çalışmaya ilişkin Şekil 2'de sunulan görselde de belirtildiği gibi gerçek bir ortam ve kısıtlamaları göz önüne alındığında, kullanıcılar bir sanal gerçeklik denetleyicisi kullanarak oyun düzenini yakalayabilmektedirler.



Şekil 2. Gerçek ortam düzeni ve kısıtlamalarına göre oyun düzeni (Liu vd. (2021))

Altan vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada VR, Karma Gerçeklik (MR) ve kişisel bilgisayar ortamlarında eğitim amaçlı olarak "kimyasal, biyolojik, radyoaktif, nükleer ve patlayıcı (KBRN-e) saldırılar" bağlamında iki bilgisayar oyunu ("Hospital ve Biogarden") geliştirilmiştir. Lima vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada oyuncu modelleme tekniklerini ve bireysel oyuncuların nelerden korktuğunu tanımlayabilen ve oyunculara uyandırılan korkuyu yoğunlaştıran bir sanal gerçeklik tabanlı korku oyunları için yeni bir yöntem sunulmuştur. Abdullah vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada insanların iyi sürüş davranışı ile pratik yapmalarına yardımcı olan bir sürüş simülatörü oyun tabanlı öğrenme sistemi geliştirmiştir. Söz konusu sürüş simülatörünün oyun tabanlı öğrenme araştırmasının ve ehliyet testi sırasında başarısızlık oranlarını azaltmasının beklendiği hususu da çalışmada ayrıca yazarlar tarafından belirtilmiştir.

3. ÇALIŞMADA ÖNERİLEN SİSTEM

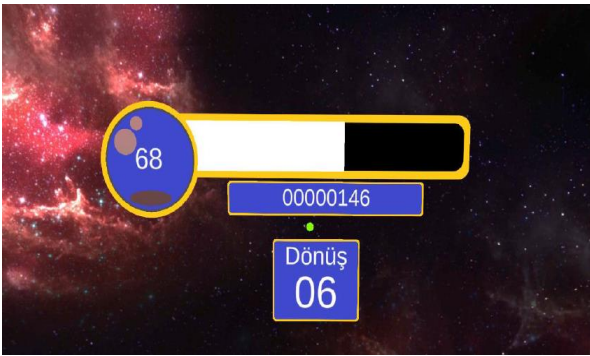
Çalışmada geliştirilen dijital oyun SG ortamında ve sanal gerçeklik gözlüğü ile oynanabilecek yapıda bir eşleştirme oyunu uygulaması olarak Android platformunda C# programlama dili ile tasarlanmış ve geliştirilmiştir. Oyunun kodlaması Unity oyun geliştirme simülatörü ortamında yapılmış ve SG eklentileri uygulamaya yüklenmiştir. Oyuncular sanal gerçeklik gözlüğünün önüne Android telefonunu takılması suretiyle uygulamayı başlatabilmektedirler. Bahse konu oyun görüş açısı değiştirilerek oynanabilmektedir. Oyunda eğer oyuncu girdiği bölüme göre kart eşleştirmelerini

doğru yapar ise başarılı olarak kabul edilmektedir. Ayrıca oyunda oyunun zorluk derecesi de ayarlanabilmektedir. VR-GAME oyununda oyuncu sanal ortamda kendisine sunulan kombinasyonlardan talep ettiğini seçebilmektedir (Şekil 3). Oyunun başlangıcında SG ortamında Şekil 4'de sunulan menü ekranı oyuncunun karşısına görsel olarak gelmekte ve oyuncudan menüden seçim yapması istenmektedir. Yani oyuncular tercihleri doğrultusunda diledikleri zorluk derecesine göre istedikleri oyun bölümüne giriş yapabilmektedirler. Oyunda istenilen bölümlere giriş yapılabilmesi için seçilmek istenilen bölümün butonunun üzerine imlecin getirilmesi ve yaklaşık olarak 2 saniye boyunca odaklanması gerekmektedir. Bu sayede istenilen oyun bölümüne giriş yapılabilmektedir. Oyunda ayrıca görsel olarak gezegen temalı arka plan kullanılmış ve nu arka plan Unity simülatörünün kendi mağazasından "skybox" kütüphanesi ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3. VR-GAME Oyunu Giriş Ekranı

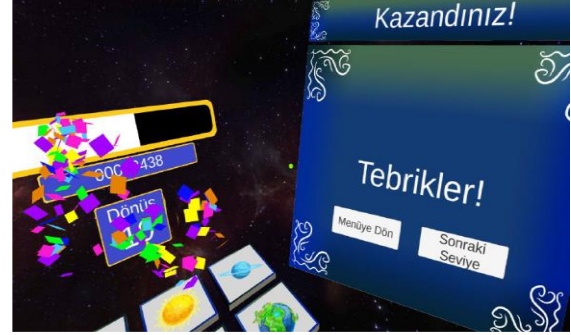
SG ortamında geliştirilen oyunun bütün bölümlerde oyuncuyu bilgilendirmek ve oyuncunun oyunda bulunduğu aşamayı göstermek amacıyla Şekil 4'de görülen ekran yapısı geliştirilerek kullanılmıştır. Oyuncu söz konusu ekranda ne kadar süresi kaldığını, kaç puan topladığını ve oynadığı bölümde kaç adet kart çifti açtığını gerçekçi olarak görsel ortamda görebilmektedir.



Şekil 4. Skor, süre ve döndürülen kart sayısı

VR-GAME oyununda oyuncular oyunun bölümleri içerisinde bulunan bütün kartları verilen sürede eşleştirmek suretiyle eğer başarılı sayılırlar ise Şekil 5'de görüldüğü gibi tebrikler ekranı ve konfetiler görsel yine SG ortamında zengin bir

görsellik ile oyuncuyu karşılamaktadır. Oyuncu eğer dilerse oyunun menü ekranına ya da bir sonraki seviyeye bu ekran sayesinde yine SG ortamında geçiş yapabilmektedir.



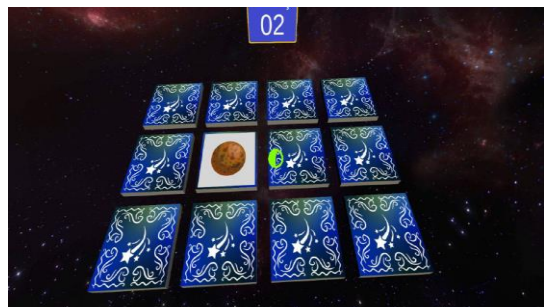
Şekil 5. Programın Kapanış Ekranı

Oyunun oynanması esnasında eğer oyuncu verilen sürede oyun kartlarını başarılı olarak eşleştiremez ise Şekil 6'da görüldüğü gibi tekrar dene ekranı oyuncunun karşısına sanal ortamda gelmektedir. Böyle bir oyun kurgusunda oyuncu ya menüye tekrardan geri dönecek ya da ilgili oyun bölümünü tekrardan başlatma durumunda kalacaktır.



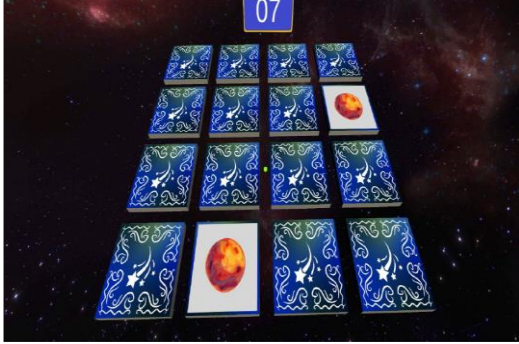
Şekil 6. Kartların Başarılı Eşleştirilememesi Durumu

VR-GAME'de aşağıda yer alan "Kolay Mod", "Normal Mod", "Zor Mod" ve "Çok Zor Mod" olmak üzere dört farklı zorluk derecesi tasarlanmıştır. Kolay mod durumunda oyuncunun karşısına Şekil 7'de görüldüğü gibi 4x3'lük bir kart dizilimi gelmektedir. Bu kart diziliminin içerisinde 6 adet çift kart bulunmaktadır. Oyuncu her bir çift kart eşleştirdiğinde, eşleştirdiği kartların üzerinde ufak konfetiler patlar. Eğer 120 saniye içerisinde bütün kartları doğru bir şekilde eşleştirirse başarılı sayılır ve karşısına tebrikler ekranı gelir. Eşleştiremez ise başarısız sayılıp tekrar dene ekranı karşısına gelecektir.



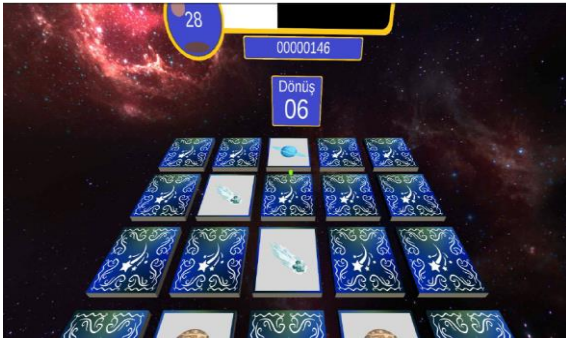
Şekil 7. Kolay Mod Ekran Görüntüsü

Normal mod durumunda oyuncunun karşısına Şekil 8'de görüldüğü gibi 4x4'lük bir kart dizilimi gelmektedir. Bu kart diziliminin içerisinde 8 adet çift kart bulunmaktadır. Oyuncu her bir çift kart eşleştirdiğinde, eşleştirdiği kartların üzerinde ufak konfetiler patlar. Eğer 120 saniye içerisinde bütün kartları doğru bir şekilde eşleştirirse başarılı sayılır ve karşısına tebrikler ekranı gelir. Eşleştiremez ise başarısız sayılıp tekrar dene ekranı karşısına gelecektir.

**Şekil 8.** Normal Mod Ekran Görüntüsü

Zor mod durumunda oyuncunun karşısına 5x4'lük bir kart dizilimi gelmektedir. Bu kart diziliminin içerisinde 10 adet çift kart bulunmaktadır. Oyuncu her bir çift kart eşleştirdiğinde, eşleştirdiği kartların üzerinde ufak konfetiler patlar. Eğer 120 saniye içerisinde bütün kartları doğru bir şekilde eşleştirirse başarılı sayılır ve karşısına tebrikler ekranı gelir. Eşleştiremez ise başarısız sayılıp tekrar dene ekranı karşısına gelecektir.

Çok zor mod durumunda oyuncunun karşısına Şekil 9'da görüldüğü gibi 5x4'lük bir kart dizilimi gelmektedir. Bu kart diziliminin içerisinde 10 adet çift kart bulunmaktadır. Oyuncu her bir çift kart eşleştirdiğinde, eşleştirdiği kartların üzerinde ufak konfetiler patlar. Eğer 80 saniye içerisinde bütün kartları doğru bir şekilde eşleştirirse başarılı sayılır ve karşısına tebrikler ekranı gelir. Eşleştiremez ise başarısız sayılıp tekrar dene ekranı karşısına gelecektir.

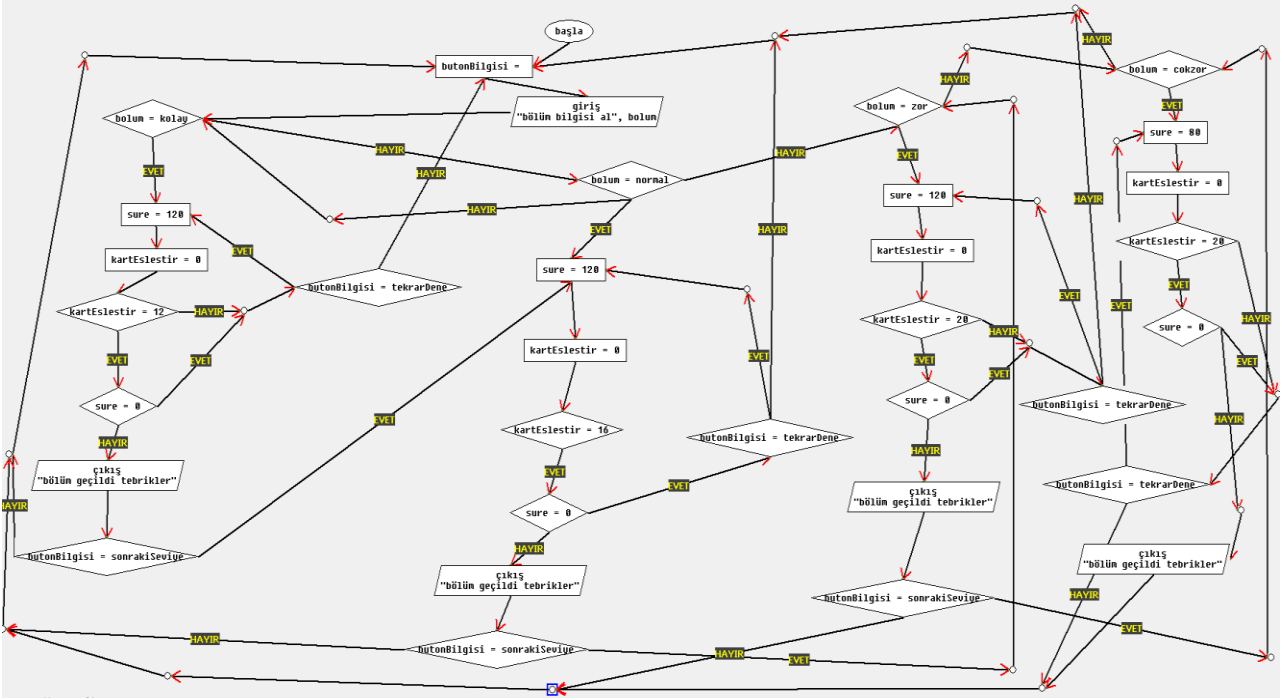
**Şekil 9.** Çok Zor Durum Ekran Görüntüsü**4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR**

Tablo 1'de araştırmanın gerçekleştirilmesi boyunca çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneylere ilişkin deney sonuçları yer almaktadır. Söz konusu tabloda başarılı olarak gerçekleştirilen deneylerde başarılı olanlar pozitif olarak yani + matematiksel sembolü ile işaretlenerek özellikle belirtilmiştir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneylerde VR-GAME dijital oyununda gözlemlenen hatalar düzeltilmiş, gerekli optimizasyonlar yapılmış ve yayınlanmaya hazır hale getirilmiştir. Çalışma kapsamında toplamda 7 (yedi) adet farklı deney gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen her deney kendi içerisinde farklı aşamada yapılmıştır. Test listesinin bahse konu tabloda belirtilenlerle sınırlı kalmayıp zaman içerisinde genişletilebileceği veya daraltılabileceği değerlendirilmeye birlikte çalışmanın sınırlarının belirlenmesi açısından bu şekilde belirlenmiş ve tüm durumları burada ele almak listeyi çok uzatabileceğinden testler genel bir başlık altında ve çekirdek bir yapıda toplanmaya ve gerçekleştirilmeye çalışılmıştır.

Tablo 1. Yapılan deneyler ve çıktıları

Nu.	Deney Adı	Açıklama	Sonuç
1.	Seviye testi	Seviyeye göre kartların gelmesi	+
2.	Kart seçimi testi	Seçilen kartın animasyon ile dönmesi	+
3.	Eşleşme testi	Aynı kartların eşleşmesi durumunda kartların açık kalması	+
4.	Bulunan bölümde başarılı olma testi	Bölüm içerisindeki bütün kartlar eşleştirildiğinde başarı mesajı	+
5.	Süre testi Verilen sürede eşleştirmeler yapılamazsa başarısızlık mesajı	Verilen sürede eşleştirmeler yapılamazsa başarısızlık mesajı	+
6.	İşaretçi testi İşaretçi kartların veya butonların üzerine geldiğinde aktif olması	İşaretçi testi İşaretçi kartların veya butonların üzerine geldiğinde aktif olması	+
7.	Buton testi Buton üzerindeki görevin doğru çalışması	Buton testi Buton üzerindeki görevin doğru çalışması	+

Çalışma kapsamında icra edilen deneylere ilişkin Akış Şeması Şekil 10'da sunulmuştur.



Şekil 10. Çalışma Kapsamında Gerçekleştirilen Deneylere İlişkin Akış Şeması

Çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneylerde oyun kartlarının arka yüzüne dönmesi için Unity'nin kendi özelliği olan "Animator" yapısı kullanılmıştır. Bu maksatla "flippedOpen" adında "bool" bir değişken oluşturulmuş ve bu değişken ile kartların açılması kontrol edilmiştir. "PlayerInput.cs" scripti oyun kartların tıklanılarak döndürülebilmesi için yazılmıştır. "Card" scriptinden tıklanılan kartın id si alınmakta ve bu değer "currentCard" değişkeninin içerisine atılmaktadır. "Card" scriptinin içerisinde oluşturulan "FlipOpen" metodu ile "currentCard" değeri içerisinde kart döndürülmektedir. Çalışma deneylerinde oluşan kartların kontrolü için her bir kartın id sinin herseferinde alınması gerekmektedir. Ayrıca her çift kart eşleştiğinde kartların kendi üzerlerinde görsel zenginlik açısından bir konfeti patlama simülasyonu çalıştırılmaktadır. "ActivateConfetti" metodu kullanılarak konfeti patlatma özelliği çalıştırılmaktadır. Bu konfeti özelliği Unity içerisinde bulunmaktadır. "FlipOpen" metodu ile hazırlanan animasyon içerisinde flippedOpen değeri değiştirilebilmektedir. Bu metod sayesinde kartın döndürme animasyonu çalıştırılmaktadır. "CardManager" scripti oyun motorumuzda oluşturulan kartı "prefab" haline getirdikten sonra bu "prefab"ı klonlamakta ve birden fazla hale getirmektedir. Oluşturulan "pairAmount" yani çift sayısı değişkeni ile ne kadar kart klonlanacağı belirlenmektedir. Oluşturulan "spriteList" değişkeninin içerisine Unity oyun motoru üzerinden, tasarlanan resimler eklenmiştir. "Offset" değişkeni ile de kartlar arasındaki mesafe ayarlanmıştır. "Width" ve "height" değişkenleri ile de kartların yatayda ve düzeyde kaç adet geleceği

ayarlanmaktadır. Yapılan deneylerde oluşturulan "PickedCards" listesi açılan kartların listesini tutmaktadır. Deneylerin başlangıcında bütün kartlar ilk başta kapalı tutulmaktadır. Eğer oyuncu tarafından açılan kartlar aynı değilse tekrardan aynı kartlar arka yüzlerine dönmektedir. Daha önce oluşturulan "PlayerInput" scriptindeki koşulunun içerisine "HasPicked" metodu 2 kartın açılarak arka yüzlerine dönmeye önce diğer kartlara müdahale eilmemesi amacıyla ayrıca tasarlanmıştır. Yani geliştirilen bu script sayesinde oyuncu başka kartlara tıklamamaktadır. Kartlar her bölüm başlatıldığında "CreatePlayField" metodu içerisinde bulunan tempSprites listesindeki elemanlar "randSpriteIndex" sayesinde kartlar oyuncunun önüne rastgele karışık bir şekilde gelmektedir. "CheckMatch" metodu ile açılan kartların "id" si alınmaktadır. Eğer iki kartın "id" si aynı ise eşleşmiş sayılırlar ve bu kartlar açık kalır. Eğer eşleşmemişlerse tekrardan kartlar arka yüzlerine geri dönerler. "CheckForWin" metodu ile de bütün kartların eşleştirilip eşleştirilmediği kontrolü yapılmaktadır. Oyuncu bölüm sonunda başarılı sayıldığında tebrikler ekranı karşısına gelerek "WinEffect" konfetiler döngü halinde patlamaktadır. Çalışmaya ilişkin deneyler "GameOver" metodu ile oyuncu başarısız sayıldığında kaybettiniz ekranının açılması ile sonlandırılmaktadır. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneylerde oyuncular oyunu oynarken rakip oyuncu tarafından gerçekleştirilen oyuna ilişkin olayların SG teknoloji tarafından başarıyla gerçekleştirildiği yapıldığı doğrulanmıştır.

5. SONUÇ VE DEĞERLENDİRME

Son yıllarda SG teknolojisi alanında dikkate değer şekilde teknolojik ilerlemelerin kaydedildiği ve bu teknolojinin diğer farklı pek çok alan yanında ayrıca bilgisayar oyun teknolojileri alanında da gündemde kendine yer edindiği ve adından sıklıkla söz ettirdiği bir gerçektir. SG uygulamaları dijital bilgisayar oyunlarında oyuncular için gerçek hayata benzer bir oyun atmosferi oluşturmak suretiyle oyuncuların SG oyun ortamlarında fiziksel varlıklarını hissetmelerini sağlamaktadır. SG ile bilgisayar oyunlarını deneyimleyen oyuncular diğer bilgisayar oyunlarından farklı olarak SG özellikli kulaklıklar, sensör donanımlı eldivenler, el kumandaları ve daha pek çok farklı SG oyun cihazları ve aksesuarları aracılığıyla bilgisayar oyun ortamını gerçek hayata yakın bir mekânda ancak sanal ortamda deneyimleyebilmektedirler. SG oyunları bağımsız bilgisayar sistemlerinde oynanabildiği gibi bu amaçla geliştirilmiş olan özel oyun konsollarında veya artırılmış gerçeklik / karma gerçeklik deneyimleri sunan Lenovo Explorer, Windows Explorer gibi pek çok diğer ortamlarında ve gelişmiş dizüstü bilgisayarlar kullanılarak da oynanabilmektedir. Hatta sadece bilgisayar oyunu oynanması için geliştirilmiş olan Dünyadaki bilgisayar oyunları ticari Pazar payının da giderek artış gösterdiği bir gerçektir.

Bu araştırmada Unity 3D Oyun simülatörü ile C# programlama dilinde SG tabanlı bir bilgisayar oyununun (VR-GAME) geliştirilmiş ve söz konusu oyunun doğruluk analizi yine bu çalışma kapsamında yapılan 7 (yedi) adet deney ile gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen deneylerde oyuncularının oyunu oynarken oyuna ilişkin olayların bir oyun kurgusu çerçevesinde SG teknoloji ile başarıyla simüle edildiği ve gerçekleştirildiği doğrulanmıştır. Bu araştırmanın dijital oyunlarda SG ile oyunlardaki davranışın simüle edilmesinin ortaya koyması ve bilgisayar oyun modellerinin SG tabanlı olarak geliştirilmesi açısından SG çalışma alanına katkı sağlayacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

Abdullah, N. M. A. F. N., Sharipuddin, A. H. A., Mustapha, S., & Mohammed, M. N. (2022, May). The Development of Driving Simulator Game-Based Learning in Virtual Reality. In 2022 IEEE 18th International Colloquium on Signal Processing & Applications (CSPA) (pp. 325-328). IEEE.

Altan, B., Güreer, S., Alsamarei, A., Demir, D. K., Düzgün, H. Ş., Erkayaoglu, M., & Surer, E. (2022). Developing serious games for CBRN-e training in mixed reality, virtual reality, and computer-based environments. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 103022.

Argan, M., & Maksatbekova, A. (2019). Sanal gerçeklik oyunlarının dayanılmaz çekiciliği:

zihnen, bedenen ve ruhen (Master's thesis, Tez (yüksek lisans)-Anadolu Üniversitesi).

Alakuş, F., Işık, A. H., & Eskicioğlu, Ö. C. (2021). Hareket Yakalama ve Sanal Gerçeklik Teknolojileri Kullanarak Oyun Tabanlı Rehabilitasyon. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 9(6), 269-279.

Demirbaş, Yavuz. (2015). "Dijital Oyunlara" Oyun Türü Yaklaşımlarının Sorunları: Platform Oyunları Türü Örneği. *Selçuk İletişim*, 9(1), 363-387.

Fuchs, P., Moreau, G., & Guitton, P. (Eds.). (2011). *Virtual reality: concepts and technologies*. CRC Press.

Heilig, M. L. (1962). Sensorama simulator. US PAT. 3,050,870.

İpek, S. (2021). Gerçekliğin Yeni Dünyası ve İletişim Alanı Olarak Sanal Sayısal Oyunlar. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(1), 204-215.

Güneş, M., & Dilipak, H. (2020). Patlayıcı Maddelerin Tespitine Yönelik Bir Sanal Gerçeklik Uygulaması. *International Journal of Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies*, 4(1), 29-40.

Jinjakam, C., Thanawanarat, T., & Isaranimitr, K. (2021, April). Virtual Reality Game for Visual Dimension Understanding. In 2021 7th International Conference on Engineering, Applied Sciences and Technology (ICEAST) (pp. 205-208). IEEE.

Khan, M. Z., Hassan, F., Usman, M., Ansari, U., & Noor, S. (2018, November). Virtual Reality in Multiplayer Carrom Game with Artificial Intelligence. In 2018 12th International Conference on Mathematics, Actuarial Science, Computer Science and Statistics (MACS) (pp. 1-5). IEEE.

Khor, W. S., Baker, B., Amin, K., Chan, A., Patel, K., & Wong, J. (2016). Augmented and virtual reality in surgery—the digital surgical environment: applications, limitations and legal pitfalls. *Annals of Translational Medicine*, 4(23).

Liu, H., Wang, Z., Mazumdar, A., & Mousas, C. (2021). Virtual reality game level layout design for real environment constraints. *Graphics and Visual Computing*, 4, 200020.

Lima De, E. S., Silva, B. M., & Galam, G. T. (2022). Adaptive virtual reality horror games based on Machine learning and player modeling. *Entertainment Computing*, 43, 100515.

Memduhoğlu, A., Şenol, H. İ., Akdağ, S., & Ulukavak, M. (2020). 3D Map Experience for Youth with Virtual/Augmented Reality Applications. *Harran Üniversitesi Mühendislik Dergisi*, 5(3), 175-182.

Özkazanç, S., & Esentürk, T. (2020). Sanal Gerçeklik Oyunlarındaki Mekân Algısı: PUBG Oyunu Örneği. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(Özel Sayı), 308-320.

Öztürk, E. O., & Sondaş, A. (2020). Sanal sağlık: Sağlıkta sanal gerçekliğe genel bakış. *Kocaeli*

- Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 3(2), 164-169.
- Reer, F., Wehden, L. O., Janzik, R., Tang, W. Y., & Quandt, T. (2022). Virtual reality technology and game enjoyment: The contributions of natural mapping and need satisfaction. *Computers in Human Behavior*, 132, 107242.
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2018). *Understanding virtual reality: Interface, application, and design*. Morgan Kaufmann.
- Shi, L., Bi, J., Zhao, J., Han, S., Zhang, Z., & Qiang, W. (2020, November). Design and production of monster hunting game based on virtual reality technology. In *2020 International Conference on Virtual Reality and Visualization (ICVRV)* (pp. 278-279). IEEE.
- Simón-Vicente, L., Rodríguez-Cano, S., Delgado-Benito, V., Ausín-Villaverde, V., & Delgado, E. C. (2022). Cybersickness. A systematic literature review of adverse effects related to virtual reality. *Neurología*.
- Sousa, C. V., Hwang, J., Cabrera-Perez, R., Fernandez, A., Misawa, A., Newhook, K., & Lu, A. S. (2022). Active video games in fully immersive virtual reality elicit moderate-to-vigorous physical activity and improve cognitive performance in sedentary college students. *Journal of Sport and Health Science*, 11(2), 164-171.
- Theethum, T., Arpornrat, A., & Vittayakorn, S. (2021, May). Thinkercise: An educational VR game for Python programming. In *2021 18th International Conference on Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON)* (pp. 439-442). IEEE.
- Turgut, A. K. Ç. A., & ÖZER, M. K. Sanal Gerçeklik Gözlüğünün Kuvvet Egzersizinde Maksimum Tekrara Etkisinin Bench Press Egzersizi Üzerinden İncelenmesi. *Journal of Health and Sport Sciences*, 3(2), 32-38.
- Volkan, Ekin. (2013). Sanal gerçeklik ortamları ve uygulamalar: spor ve sanal ortam göstergeleri. *AJIT-e: Bilişim Teknolojileri Online Dergisi*, 4(13), 7-21.
- Yıldız Durak, H. (2021). Lisansüstü öğrencilerinin Unity ile oyun geliştirme deneyimleri. 9. Uluslararası Öğretim Teknolojileri ve Öğretmen Eğitimi Sempozyumu, 17-19.
- Winn, W., & Bricken, W. (1992). Designing virtual worlds for use in mathematics education: The example of experiential algebra. *Educational Technology*, 32(12), 12-19.