ANADOLU UNIVERSITY

IODL 2022

5th INTERNATIONAL OPEN AND DISTANCE LEARNING CONFERENCE PROCEEDINGS BOOK

5. Uluslararası Açık ve Uzaktan Öğrenme Konferansı Bildiri Kitabı

28-30 September 2022
28-30 Eylül 2022

40 YEARS
WITH ANADOLU UNIVERSITY
OPEN EDUCATION SYSTEM

5th International
Open & Distance Learning Conference
28-30 September 2022
iodl.anadolu.edu.tr

Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Eğitim Ortamlarında Kullanılabilirliğinin Değerlendirilmesi

Neslihan Verda ÖZMEN[1], Tayfun YÖRÜK[2], Güray TONGUÇ[3]

Özet

Dijital teknolojiler hızla yayılırken, bireylerin yeni yüzyılın zorluklarıyla yüzleşebilmek ve fırsatlarını değerlendirebilmek için ihtiyaç duyacağı yeterliliklerin geliştirilebilmesi, makineler ve algoritmalar arasındaki iş bölümüne daha fazla uyum sağlayacak şekilde yetiştirilebilmesi ve sosyo-ekonomik kırılmaların etkisini minimize edebilmek için yeni öğretme ve öğrenme modelleri vaat eden yöntemlerin yararlanılır duruma getirilmesi zorunluluk teşkil etmektedir.

Düşük maliyetli donanım ve yazılımın yaygınlaşması ve gözlemlenen teknolojik gelişmeler dolayısı ile öğretimin uzaktan ve dijital platformlarda gerçekleştirildiği e-öğrenmenin belirgin bir yükselişinin deneyimlendiği bu dönemde, öğrenenlerin motivasyonunu yüksek tutarak öğrenme süreçlerine katılımlarını artırmak amacıyla Artırılmış Gerçeklik de eğitimde daha geniş kitlelere ulaştırılarak daha uygulanabilir ve arzu edilir hale gelmiştir.

Yeni teknolojilerin verimli bir şekilde uygulanması, yöntem ve prosedürleri yeni bir paradigmaya uyarlamayı ve öğreten ile öğrenen rolünü de yeniden tanımlamayı gerektirmektedir.

Amaç: Literatüre göre, yıkıcı bir teknoloji olacağı öngörülen Artırılmış Gerçekliğin, eğitim ortamlarının daha büyük bir bölümüne entegrasyonu hızlanmıştır. Bu teknolojinin eğitim ortamlarında etkinliğini sağlamak için, deneyimlerden çıkarımlarda bulunulması ve bağlamın yeni bir perspektiften tasarlanması elzemdir.

Öğreneni merkeze konumlandırarak, Artırılmış Gerçeklik uygulamalarının İnsan-Bilgisayar Etkileşimi alanındaki eğilimler ile uyumlu bir şekilde incelenme ihtiyacı tespit edilmiş ve bu amaç uyarınca çalışmada, AR teknolojisinin eğitim ortamlarında yoğunlaşma eğilimi gösterdiği uygulama örnekleri üzerinde durulmuştur.

Metodoloji: AR uygulamalarının eğitim ortamlarında kullanılabilirliği üzerine ulusal ve uluslararası dergilerde yayınlanan makaleleri ele alan bir literatür incelemesi gerçekleştirilmiştir.

Bulgular: Çalışma sonucu elde edilen bulgular, AR uygulamalarının çeşitli eğitim ortamlarında mevcut kullanımına dair bir izlenim sağlamakla beraber, Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin özellikleri, avantajları ve handikaplarını irdelemektedir.

Piaget'nin Bilişsel Gelişim Kuramı'na dayanarak, öğrenenlerin duyularını kullanmaları gerektiği ve sesler, videolar ve grafikler gibi dijital bilgileri gerçek dünya ortamıyla ilişkilendiren bu teknolojinin uygun öğrenme stratejileriyle bütünleştirildiğinde didaktik bir araç

1 Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye, ozmennv@gmail.com

2 Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye, tayfun@akdeniz.edu.tr

3 Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Akdeniz Üniversitesi, Antalya, Türkiye, guraytonguc@akdeniz.edu.tr

olarak kullanılabildiği görülmektedir. Eğitim ortamlarının zenginleştirilerek öğrenme materyalinin ilgi çekici ve anlaşılır kılınabildiğini işaret eden çalışmalar bulunmaktadır. Bunun yanı sıra, eğitim ortamlarında AR uygulamalarının kullanılabilirliği üzerine, pedagojik faktörlerin önceliklendirilmesi gereken bir unsur olduğu da söylenebilmektedir. AR teknolojisi, diğer simülasyon tekniklerine göre daha az maliyetli bir alternatif olarak tercih edilebilir olmakla birlikte, bazı tasarımların kullanıcıların bilişsel yükünü artırabildiği incelenen çalışmalarda ortaya konmuştur. Ayrıca, uygulama esnasında donanımsal veya yazılımsal teknik sorunlarla karşılaşıldığında, öğrenenin zaman kaybına sebep olduğu ve geleneksel eğitim ortamlarına göre daha uzun eğitim sürelerine ihtiyaç duyulabildiği de bulgular arasında yer almaktadır.
Devamlı değişen tasarımlar ve teknoloji standartları temel bir kısıt teşkil etse de AR uygulamalarının eğitim ortamlarında kullanılabilirliğini artırmak için öğrenenlerin uygulama arayüzleri ve fiziksel çevreleriyle etkileşimi hakkında daha ayrıntılı çalışmalara ihtiyaç duyulduğu ifade edilebilir.
Özgünlük/Yaygın Etki: Eğitim ortamlarında Artırılmış Gerçeklik uygulamalarının kullanılabilirliği üzerine çalışmaların ilgili literatürde eksikliği gözlemlenerek yapılan bu kapsamlı literatür incelemesi, geleceğe yönelik araştırma olanaklarını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: *Artırılmış Gerçeklik, Eğitim Ortamları, Kullanılabilirlik*

"These things are quite improbable, to be sure; but are they impossible?"
Lyman Frank Baum (The Key Master, 1901).

GİRİŞ

Sufilerin farklı yorumlar getirdiği "tay" kavramı, tasavvufta "uzak bir yere bir anda gitmek, an içinde çok uzun bir zaman yaşamak, aynı anda birden fazla yerde bulunmak" gibi olağanüstü durumları belirtmek için kullanılmaktadır (Ülker, 2021). Kavramın mekân ile ilişkisi "tayy-i mekân, bast-ı mekân", zaman ile ilişkisi de "tayy-i zaman, neşr-i zaman, bast-ı zaman" olarak ifade edilmektedir (Tan, 2022). Teknolojik tekilliğe (Vinge, 1993) doğru ilerlenirken, Facebook CEO'su Mark Zuckerberg'in marka adını "Meta" olarak yenileyerek şirket hedeflerini, Nesnelerin İnterneti (IoT), Blockchain gibi çeşitli teknolojileri bir araya getiren Metaverse vizyonu üzerine inşa edeceklerini 2021 yılı sonlarına doğru ilan etmesi ve takip eden aylarda da Horizon Worlds olarak adlandırılan sosyal Sanal Gerçeklik (VR) platformunu A.B.D. ve Kanada'da kullanıcılara sunması ile farklı endüstri ve sektörlerden firmalar da bu konsept etrafında gündemlerini belirleyerek iş süreçlerine destekleyici teknolojileri dahil etmeyi hızlandırmışlardır.

Metaverse katmanlarından biri olarak da nitelendirilebilen (Radoff, 2021), "mekansal bilişim" ya da "uzamsal bilişim" şeklinde ifade edilebilecek "spatial computing" ise üç boyutlu motorlar, VR/AR/XR, multitasking UI (çok-görevli kullanıcı arayüzü), geospatial mapping (jeo-uzamsal haritalama) gibi çeşitli teknolojileri kapsamakta olup, mevcut mekân ve uygulamalara sistemleri entegre etmenin faydalarının farkına varan araştırma çevrelerinin yönelimlerini şekillendirmektedir (Greenworld, 1995). "Mekânsal bilişim" bileşenlerinden olan "Artırılmış Gerçeklik" (AR: Augmented Reality) teknolojisinde; akıllı telefonlar, yüksek çözünürlüklü görüntüleme ekranları, görüntü işleme yeteneği, konum ve yön sensörleri, kablosuz iletişim, hesaplama yetenekleri ve özel üç boyutlu grafik çipleri, deneyimlerin gerçekleştirilmesini sağlar (Zhang vd., 2014). AR'de sensör tabanlı, görü tabanlı ve hibrit takip yöntemleri bulunmaktadır (Rabbi vd., 2016). Görü tabanlı

takip yöntemi, "İşaretçi tabanlı AR" ve "İşaretçisiz AR" olarak ikiye ayrılmaktadır. İşaretçi tabanlı AR, görüntü tanıma kullanılarak; İşaretçisiz AR ise tanıma algoritması ile süre, ivme-ölçer, GPS ve pusula bilgileri ya da kamera kullanılarak oluşturulmaktadır. Kullanıcılar için AR'ye daha ekonomik ve daha kolay bir yaklaşım sunan mobil cihazların kullanıcı sayılarındaki artış ve geçtiğimiz birkaç yıl içerisinde yaşanan mobil teknolojilerdeki gelişmeler de Artırılmış Gerçeklik teknolojisini daha geniş kitlelere ulaştırmıştır (Statista, 2015). AR uygulamaları için en çok kullanılan cihazlar mobil veya elde taşınan cihazlar olup, bunu masaüstü bilgisayar veya PC takip etmektedir (Quintero vd., 2019).

Bu çalışmada, mekânsal bilişim bileşenlerinden, gittikçe yaygınlaşan bir bilişim paradigması olarak Artırılmış Gerçeklik kavramı irdelenerek; bu teknolojinin, arayüzleri doğallaştırmayı ve kullanıcının dijital ve fiziksel alanlar ile etkileşimlerini daha sorunsuz ve sezgisel hale getirmeyi amaçlayan İnsan-Bilgisayar Etkileşimi alanındaki eğilimler ile uyumlu olarak incelenmesi gereği temel alınmıştır. Literatürde, eğitim ortamlarında Artırılmış Gerçeklik uygulamalarının kullanımı üzerine çalışmalar taranarak bir anlam sentezine ulaşmak hedeflenmiştir.

Artırılmış Gerçeklik Teknolojisine Tarihsel Bir Bakış

"Augmented Reality" (Artırılmış Gerçeklik) terimi ilk defa Caudell ve Minzell (1992) tarafından ortaya atılmış olsa da Lyman Frank Baum'un (1901) "The Key Master" adlı romanındaki "Character Marker" (Karakter Belirteci) gözlükleri Artırılmış Gerçeklik kullanımına ilişkin ilk fikirlerden biri olarak kabul edilmektedir (Pavlik, 2015). Ivan Sutherland'in ise 1968 yılında "Sword of Damocles" adını verdiği başa takılan ilk görüntüleyiciyi tasarlayarak artırılmış gerçekliğin günümüzdeki gelişimine ön ayak olduğu ifade edilebilir. İlk işlevsel AR sistemi Amerika Birleşik Devletleri Hava Kuvvetleri'nde ve NASA'da kullanılmış, 1990'lardan sonra da Artırılmış Gerçeklik teknolojisi yaygınlaşarak daha geniş kitlelere ulaşmıştır (Feiner, 2002). 2009 yılında Pranav Mistry, MIT Media Lab'de "Sixth Sense" (Altıncı His) Artırılmış Gerçeklik projesini hayata geçirmiş, aynı yıl yaptığı TED konuşmasında bu projenin beş duyuya altıncıyı ekleyerek insanın makineler karşısında oturan makinelere dönüşmesini engelleyeceğini dile getirmiştir (TEDIndia, 2009). Gelecekte kullanıcı ile hologram arasında teması taklit eden pnömatik aktüatörlere sahip eldivenler ile (Zhu vd., 2020) veya kullanıcının derisinin altına yerleştirilen benzer bir teknolojiyle dokunsal deneyimin sağlanabileceği beklenmekte, derinlik sensörü içeren yeni nesil akıllı mobil cihazlar ile gerçek ürünleri tarayarak ürünlerin birer kopyasını AR ortamlarına entegre etmenin mümkün olabileceği de öngörülmektedir (Rauschnabel, 2021).

ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK VE KULLANILABİLİRLİK

Kullanılabilirlik, Uluslararası Standartlar Örgütü (ISO) tarafından "belirli bir bağlamda belirli bir kullanıcı grubunun bir ürünü kullanarak belirli amaçları etkili, verimli ve memnuniyet içerisinde gerçekleştirme seviyesi" olarak tanımlamıştır (ISO 9241–11:2018). AR'nin etkili ve verimli bir çözüm sunması için yüksek çözünürlük, yeterli görüş alanı, parlaklık ve kontrast gibi uygun enformasyon tabakalarını kolaylaştıracak güçlü donanıma; doğru izleme, sağlamlık, kalibrasyon kolaylığı, içerik oluşturma ve yönetimi araçları sağlayacak güvenilir yazılıma; ve arayüz ve etkileşimlerin tasarımında

"İnsan Faktörleri" hususlarına ihtiyaç duyduğu yaygın olarak kabul edilmektedir (Akcayir vd., 2016; Poushneh, 2018). Cheng ve Tsai (2013), AR teknolojisi kapsamlı kullanıcı etkileşimi içerdiğinden kullanılabilirlik sorunlarının ele alınması gerektiğini savunmuştur. Kullanıcıların bilişsel özellikleri ve sistem özellikleri iyi anlaşılmadığı takdirde de uyumsuz entegrasyonla karşılaşılacaktır (Ariansyah vd., 2022). Bimber ve Raskar (2004), AR'nin kurgusal olmaktan ziyade bilgilendirme amaçlı olmasının "izlemeyi" bu teknolojinin temel zorluklarından biri haline getirdiğini belirtmişlerdir. Artırılmış Gerçeklik teknolojilerinin uzun vadede kapsayıcı bir şekilde uygulanmasını sağlamak için görme mesafesi ile ilgili sorunlar ve yavaş el-göz koordinasyonu yaşayanlar da dahil olmak üzere çok çeşitli kullanıcılar için AR kullanımını ele almak da önemlidir (Rauschnabel, 2021).

"Evrensel Tasarım" kavramı temelinde de farklı antropometrik, bilişsel ve yetkinlik düzeyindeki (görme, işitme, hareketlilik) bireylerin özelliklerinin anlaşılması ile daha çok kişiyi kapsayan tasarımların ortaya çıkarılabileceği yatmakta olup (Dostoğlu vd., 2009), kullanıcıların arayüz tasarım süreçlerine dahil edilmesiyle elde edilen dönütler ile arayüzlerin kullanılabilirliği ve geliştirilmesinin artırılması mümkün olmaktadır.

David Travis (2009), "The Fable of User-Centred Designer" (Kullanıcı Merkezli Tasarımcının Masalı) adlı kitabında, "kullanıcı merkezli tasarım"ın önemini vurgulayarak, tasarımcının görsel tasarım veya son teknolojiye değil, ürünleri kullanan kişilere ve onların görevlerine erken ve sürekli olarak odaklanması gerektiğini ifade etmiştir. Kullanıcı davranışlarının ampirik ölçümü ve iteratif tasarım da kullanıcı odaklı tasarımcının edinmesi gereken temel ilkelerdendir.

EĞİTİMDE ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK

Öğrenme stilleri ve öğrenme ortamlarından beklentileri değişmiş olan (Arabacı ve Polat, 2013), bağlayıcı olmayan yöntemlere karşı duyarsızlaşmaya başlayan (Ar, 2016), dijital yerliler olarak adlandırılan yeni neslin (Prensky, 2001) dijital ekonomi çağında ihtiyaç duyacağı yetkinlikleri onlara kazandırabilmek adına, Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri doğrultusunda, gelişen teknolojilerden faydalanarak yeni yöntemler geliştirme gereği kaçınılmaz olarak artmaktadır. Ayrıca, Dünya Sağlık Örgütü'nün COVID-19 pandemisi ilan ettiği Mart 2020 sonrası okulların ve diğer öğrenim alanlarının kapatılması, dünyadaki öğrenci nüfusunun yüzde 94'ünü, düşük ve orta gelirli ülkelerde de öğrenci nüfusunu yüzde 99'a varan oranlarda etkilemiştir (United Nations, 2020). Bu durum öğrenme sürekliliğini sağlamak için acil düzenlemeler yapılmasını zorunlu kılmış, öğretimin uzaktan ve dijital platformlarda gerçekleştirildiği e-öğrenmenin belirgin bir yükselişine yol açmıştır. Öğrenenlerin motivasyonunu yüksek tutarak öğrenme süreçlerine katılımlarını artırmak ve amaçlanan öğrenim çıktılarına ulaşabilmek için eğitime yeni yaklaşımlar entegre edilmektedir. Artırılmış Gerçeklik uygulamalarının da öğrenen motivasyonunu artırmaya katkı sağladığını gösteren araştırmalar mevcuttur (Bacca vd., 2014).

Piaget'nin bilişsel gelişim evrelerine göre de ilköğretim öğrencileri ve erken ergenlik çağını yaşayanlar somut işlemsel aşamada olduklarından bilmek için görmeleri, duymaları veya başka bir şekilde duyularını kullanmaları gerekir (Martin ve Loomis, 2013). Okullardaki eksik bilgi teknolojisi altyapısının yerini alacak şekilde de çalışarak AR uygulamaları kullanımında kolaylık sağlayan akıllı telefonlar ve diğer mobil cihaz-

lar ile çocuklara mümkün olduğunca erken ulaşıp; doğa, uzay bilimleri ve diğer STEM (Science, Technology, Engineering and Math) alanlarında hem teorik hem pratik uygulamalar çerçevesinde disiplinlerarası çalışma imkânı sunarak karmaşık ve soyut konular ilgi çekici kılınabilir (Lindner vd., 2019). Bazı araştırmacılar, eğitim materyali ile doğrudan etkileşim sağlaması nedeniyle AR uygulamalarının, vücut hareketlerinin ve duyuların içerikle içselleştirilerek kinestetik öğrenmenin gerçekleştirilmesine vesile olduğunu iddia etmektedir (Seo, Kim ve Kim, 2006).

Öğretmenler AR'yi hareket ve gerçeğe yakın keşif yoluyla etkileşimi artırmak, soyut konseptleri görselleştirmek ve deneyimlemek, gizli katmanlar ve sistemleri daha derine inerek incelemek, hikayeleştirmeye yeni yorumlar getirebilmek, hem ayrıntıları hem de büyük resmi görebilmek ve gösterebilmek, mevcut olmayan kaynaklar ile etkileşim kurabilmek gibi motivasyonlarla kullanabilmektedirler.

AR'nin güçlü görselleştirme özellikleri öğrenme ortamlarında önemli bir rol oynamaktadır. Nesli tükenmiş canlıların ve fosillerin 3D versiyonlarını Sir David F. Attenborough'nun rehberliğinde keşfetmeye olanak sağlayan Museum Alive, Artırılmış Gerçeklik teknolojisinden faydalanan uygulamalardan biridir. SkyView, öğrencilerin mobil cihazlar ile gece, gökyüzünde AR katmanlarını kullanarak yıldızları, takım yıldızları, gezegenleri ve uyduları tanımlayarak evreni keşfetmelerine imkân tanıyan bir başka uygulamadır. Kurbağa iç organlarının AR teknolojisi aracılığıyla görselleştirilebildiği Froggipedia uygulaması da biyoloji dersinde öğrencilerin faydalanabildiği uygulamalara örnek olarak gösterilebilir. GeoGebra Augmented Reality uygulaması, öğrencilerin matematiği üç boyutlu şekiller ile sanal ortamda görselleştirmelerine yardımcı olmaktadır. Görsel 1'de ise kullanıcılara kas, sinir, dolaşım veya iskelet sistemlerini görüntüleyerek insan vücudunu çeşitli perspektiflerden inceleme imkânı sunan Anatomy 4-D uygulaması görülmektedir.



Görsel 1. *Anatomy 4-D uygulaması.*

Kaynak: *https://www.kqed.org*

Eğitimde Artırılmış Gerçeklik Üzerine Literatür

Son yıllarda, teknoloji destekli öğrenme araştırmaları, özellikle mobil cihazlar için donanım ve yazılımlardaki teknolojik yenilikler ile öğrenciyi öğrenme sürecinin merkezine yerleştiren kullanıcı modelleme ve kişiselleştirme süreçlerindeki önemli gelişmelerden yararlanarak ortaya çıkan Artırılmış Gerçeklik, her yerde bulunan öğrenme, mobil öğrenme gibi teknolojilere daha fazla odaklanmaktadır (Bacca vd., 2014).

Chen vd. (2017), Sosyal Bilimler Atıf İndeksi (SSCI) tarafından 2011'den 2016'ya kadar AR üzerine eğitim ortamında yayınlanan 55 çalışmayı inceledikleri çalışmalarında, eğitim alanında AR ile ilgili çalışmaların sayısının 2013'ten itibaren çalışmanın yapıldığı tarihe kadar oldukça hızlı bir şekilde arttığı ve büyük ölçüde Tayvan, İspanya ve Amerika Birleşik Devletleri'nden yazarlar tarafından yazıldığını tespit etmişlerdir. 2011-2016 yılları arasında fen, sosyal bilimler ve mühendisliğin ampirik olarak en çok çalışılan alanlar olduğu ve genellikle çalışmaların nicel yöntemlerle yapıldıkları görülmektedir.

Ozdemir vd. (2018), meta-analiz yöntemi ile Artırılmış Gerçeklik uygulamalarının öğrenme sürecindeki etkisini araştırdıkları çalışmalarında SSCI tarafından indekslenen dergilerdeki 2007-2017 yılları arasındaki 16 yayını inceleyerek eğitimde AR kullanımına ilişkin bulgular elde etmişler, AR uygulamalarının geleneksel yöntemlere göre öğrenme sürecinde öğrencilerin akademik başarılarını artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. "AR görüntü cihazlarının" öğrenme sürecinde öğrencilerin akademik başarılarını etkileyen önemli bir değişken olduğunu, en büyük etkinin mobil cihazların kullanımında görüldüğünü belirtmişlerdir. Ayrıca doğa bilimleri derslerinde AR uygulamalarının etkisinin sosyal bilimler derslerine göre daha yüksek olduğu tespit edilmiş, bunun fen bilimlerinde soyut kavramların AR öğrenme ortamlarında sosyal bilimlere göre daha kolay somutlaştırılabiliyor olmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir.

Akcayir ve Akcayir (2017), Artırılmış Gerçeklik teknolojilerinin eğitimde avantaj ve dezavantajlarına değindikleri sistematik derleme çalışmalarında yine SSCI tarafından indekslenen bir dergide 15 Ocak 2016 tarihinden önce yayınlanmış 68 makaleyi inceleyerek AR çalışmaları için bilişsel yük ve kullanılabilirlik gibi bazı tartışmalı noktaları açıklamışlardır. AR'nin bilişsel yükü azalttığının ifade edildiği makalelerin de bilişsel yüke sebep olduğunu bildiren makalelerin de bulunmasının literatürde çelişkili sonuçların görülebileceğine işaret ettiğini belirtmişlerdir.

Erbas vd. (2020), araştırma soruları doğrultusunda, İngilizce olarak "Artırılmış Gerçeklik ve "Eğitimde Artırılmış Gerçeklik" anahtar kelimeleri ile inceledikleri 103 çalışmada elde ettikleri bulgulara dayanarak eğitim bağlamında en fazla sayıda çalışmaya Amerika Birleşik Devletleri'nin ev sahipliği yaptığını, Türkiye'nin ise 19 artırılmış gerçeklik çalışmasıyla ikinci sırada olduğunu belirtmişlerdir. Eğitim amaçlı AR uygulamaları üzerine en çok çalışılan değişkenlerin sırasıyla akademik başarı ve ardından motivasyon, algı, kullanılabilirlik ve memnuniyet olduğu sonucuna varılmıştır.

Villers (2004), Drigus ve Cohen (2005) kullanılabilirlik yöntemlerinin pedagojik faktörleri ele alması gerektiğini vurgulamışlardır (Madan ve Dubey, 2012). Eğitim ortamlarında kullanılması maksadıyla AR uygulamalarının geliştirilmesinde dikkate alınması gereken ana meselelerin pedagojik yön ve kullanıcı ile AR uygulaması arasındaki etkileşim yönü olduğu bulgulanmıştır. Hantono vd. (2018), etkileşim ve pedagojik yaklaşımın AR incele-

me makalelerinin en çok vurgulanan iki konusu olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, öğrenenler için daha rahat ve öğretmenlerin içerik eklemesini veya güncellemesini kolaylaştıran bir öğrenme deneyimi sağlayabilecek AR uygulamalarının nasıl geliştirilebileceğinin düşünülmesi gerekmektedir. Eğitim ortamlarında AR uygulamalarının en fazla başvurulduğu alan bilim olup, özellikle STEM alanında AR uygulamaları, öğrenciler arasında artan ilgi ve motivasyonun yanı sıra bilişsel ve sosyal becerileri kazandırması nedeniyle popülerlik kazanmıştır (Li vd., 2017). Abdüsselam ve Karal'ın (2012), "Fizik öğreniminde artırılmış gerçeklik ortamlarının öğrencilerin akademik başarısı üzerine etkisi: 11. Sınıf Manyetizma konusu örneği" isimli, deney ve kontrol gruplu olarak yapılan çalışmalarında deney grubunda artırılmış gerçeklik etkinlikleri gerçekleştirilirken, kontrol gruplarında ise sınıf ve laboratuvar ortamlarında MEB müfredatına uygun çalışmalar yürütülmüştür. Çalışma sonucunda deney grubunun başarı düzeyinin artmış olduğu gözlenmiştir.

Nechypurenko vd. (2018) de AR teknolojilerinin kimya eğitiminde aktif olarak kullanılmakta olduğunu; atomların, moleküllerin ve buzsul örgüsülerin yapısının üç boyutlu görselleştirilmesi için AR uygulamalarının sıklıkla kullanıldığını belirtmişlerdir. Matematik, fizik, anatomi, mimari ve diğer alanlardaki çalışmalarda da artırılmış gerçekliğin kullanılma potansiyeli bulunmaktadır. AR uygulamaları, organlar ve kemikler üzerindeki görsel efektler ve bilgilerle anatomi çalışmasını kolaylaştırabilmekte, fen eğitiminde sanal deneyler veya mimari çalışmalarda mimari modeller için gerçek zamanla görselleştirme imkânı sunabilmektedir (Pochtoviuk vd., 2020).

Öğrencilerin AR teknolojilerini karmaşık buldukları ve kullanırken sıklıkla teknik sorunlarla karşılaştıkları, iyi tasarlanmış arayüzler olmadan bu teknolojileri kullanırken zorluklar yaşayabilecekleri de tespit edilmiştir. (İçten, 2017). Yu vd. (2009), başa takılan ekranlar (HMD) gibi kullanımı kolay olmayan AR teknolojileri yerine daha hafif ve taşınabilir teknolojilerin geliştirilmesi gerektiğini öne sürmüşlerdir. Kullanılabilirlik zorlukları öğrenciler için zaman kaybına neden olabilir ve aşırı ek ders süresi gerektirebilir (Ozdemir, 2018). Gavish vd. (2015), çalışmalarında AR kullanan bir grubun, AR kullanmayan gruba kıyasla önemli ölçüde daha uzun ortalama eğitim sürelerine ihtiyaç duyduğunu, bu sorunun kısmen Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin yeniliğinden de kaynaklanıyor olabileceğini belirtmişlerdir.

Demirer vd. (2015) derleme çalışmalarında, mobil ortamlarda kullanılan işletim sistemlerinde çalışabilen, özel bir amaç için geliştirilmeyen, çalışma alanına göre özelleştirilebilecek, tasarımlanan eğitsel öğelerin uygulama arayüzleri üzerinden kolayca eklenerek çalışmasına imkan tanıyacak Alive, Augment, Aurasma, Blippar, Junaio, Layar ve Wikitude mobil AR uygulamalarını seçerek eğitim ortamlarında kullanılabilirliklerini karşılaştırmalı bir şekilde incelemişlerdir. İncelenen uygulamaların çoğunluğunun iki ve üç boyutlu görselleri desteklediği görülmüş ve eğitsel içeriklerin görselleştirilerek öğrenenlerin soyut kavramları somutlaştırmasının kolaylaştırabileceği çıkarımında bulunulmuştur. Junaio ve Wikitude uygulamalarının konum tabanlı çalışmaları desteklediği görülmüştür.

Vuta (2020), 2018-2020 yılları arasında artırılmış gerçekliğin eğitim ortamlarında kullanımına ilişkin yayınlanan 30 çalışmayı incelediği literatür taramasında, en fazla kullanılan anahtar kelimeleri sanal gerçeklik, mobil teknolojiler, dijital eğitim kaynakları, öğrenme süreci, öğretmen eğitimi ve altyapı olmak üzere altı ana kategoride gruplandırmıştır.

Araştırma bulguları, AR/VR uygulamalarıyla zenginleştirilmiş eğitim ortamları aracılığıyla artan öğrenme başarısının, öğrenci katılımının, motivasyonun ve iş birliğinin kanıtını sağlayan bir dizi çalışmayı işaret etmektedir. Huang vd. (2019), hem AR hem de VR'nin bilime dayalı bilgileri öğretmek için etkili bir şekilde kullanılabileceğini belirtmektedir. Hayvan ve diğer canlı dokularının simüle edilebildiği modeller ile karşılaştırıldıklarında etik sorunları gündeme getirmemekle beraber, prosedürleri eksiksiz gerçekleştirme imkanı sağlayan AR/VR simülatörleri (Pantelidis vd., 2018) çeşitli ortamlarda ve zorluk seviyelerinde tekrarlanabilir eğitim için diğer simülasyon tekniklerine göre nispeten maliyetsiz bir fırsat sunsa da AR ve VR başlıklarının uzun süre kullanılması bazı rahatsızlıklara sebep olmaktadır, bunun için daha rahat ve erişilebilir başlıklar önerilebilir.

Nurbekova ve Baigusheva (2020), AR ile dijital eğitim kaynaklarının didaktik bir araç olarak kullanılmasının öğrenme sürecini zenginleştirdiğine, öğrenme materyalini ilgi çekici ve anlaşılır kıldığına dikkat çekmektedirler. Öğrenmeye yönelik ilginin artması, yüksek düzeyde anlama ve öğrenmede kalıcılık, laboratuvar becerilerinin geliştirilmesi, öğrencilerin laboratuvar çalışmalarına karşı olumlu bir tutum sergilemesi, görsel düşünme becerilerinin etkin bir şekilde geliştirilmesi AR uygulamasının eğitimdeki etkinliğini gösteren avantajlar arasındadır.

Son olarak Hanid, Said ve Yahaya (2020) çalışmalarında, Artırılmış Gerçeklik teknolojisine dayalı dört tür öğrenme stratejisi belirlemişlerdir. Bu stratejiler; etkileşimli öğrenme, oyun tabanlı öğrenme, işbirlikçi öğrenme ve deneyimsel öğrenmedir. Öğrenme süreci kalitesinin iyileştirilmesinde etki yaratmak amacıyla AR teknolojileri uygun öğrenme stratejileriyle bütünleştirilmesi gerektiğini öne sürmektedirler.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bilgisayar bilimleri gibi alanlar, AR platformlarına yeni algoritmik yaklaşımlar geliştirmek için teknoloji endüstrileriyle birlikte çalışırken, hümanist çalışmalar da bu algoritmaların etkilerini açıklamak için kullanıcı alışkanlıklarını nasıl şekillendirdiği daha geniş kapsamda incelemeli ve takip etmelidir (Crider vd., 2020).

Mainzer (2017), Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin başarısının insan vücudu ve insanın fiziksel çevre ile etkileşimi hakkındaki bilgimize bağlı olduğunu, bu noktada da reaktif duyu-motor koordinasyonu ile ne kadar ileri gidilebileceği sorunun ortaya çıktığını belirtmektedir. Artırılmış Gerçeklik arayüzlerinin çoğu görsel duyuyu artırdığı için derinlik ve görsel algıya vurgu yapılmaktadır. Ancak Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin, birden fazla duyunun aktif olarak kullanılabildiği gerçek öğrenme deneyimlerinin sağlanabilmesi için ihtiyaç duyulan zenginleştirilmiş eğitim ortamlarının oluşturulmasında faydalanılabilir olduğu görülmektedir. İncelenen araştırmalar karşılaştırıldığında ise çelişkili bulgular saptanılmakta, AR uygulamalarının getirdiği en büyük zorluklar arasında da kolaylıklar arasında da kullanılabilirlik meselesinin varlığı göze çarpmaktadır. İç ve dış mekanlarda Artırılmış Gerçeklik uygulamalarının kullanımının farklılık gösterdiği ve belirli mekân çalışmalarından elde edilen bulguların tüm ortamlara genellenemeyecek olduğu ifade edilebilir, AR uygulamalarının geliştirilmesi ve kullanılabilirliği ile ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu çıkarımında bulunulabilmektedir.

Sürekli değişen teknoloji ile AR tasarımlarının sunduğu fırsatların da zaman içinde değişebilmesi bu çalışmanın temel sınırlılığını oluşturmaktadır. Kullanılabilirlik çalışmalarının iteratif bir süreç arz ettiği göz önünde bulundurularak, saha çalışmalarının ve öğrenenlerin Artırılmış Gerçeklik tabanlı öğrenme ortamlarında uygulamaların ergonomik, donanımsal ve yazılımsal kullanılabilirliği hakkındaki görüşlerinin analiz edilmesi ile daha fazla içgörü sağlanarak literatüre katkı sağlanabilir. Bu sayede eğitim arayüzleri, kullanıcıların bilişsel yüküne uyarlanabilir hale de getirilerek yeni tasarımların ihtiyaca yönelik ve daha verimli kullanılması mümkün kılınabilir.

Yararlanılan Kaynaklar

Abdüsselam, M.S. ve Karal, H. (2012). Fizik Öğretiminde Artırılmış Gerçeklik Ortamlarının Öğrenci Akademik Başarısı Üzerine Etkisi: 11. Sınıf Manyetizma Konusu Örneği. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 1(4), 170-181.

Akcayir, M., Akcayir, G., Pektas , H.M. ve Ocak, M.A., (2016). Augmented reality in science laboratories: the effects of augmented reality on university students' laboratory skills and attitudes toward science laboratories. *Computers in Human Behavior,* 57, 334–342. https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.12.054.

Akcayir, M. ve Akcayir, G. (2017). Advantages and challenges associated with augmented reality for education: A systematic review of the literature. *Educational Research Review*, 20, 1-11.

Ar, N.A. (2016). Oyunlaştırmayla öğrenmenin meslek lisesi öğrencilerinin akademik başarı ve öğrenme stratejileri kullanımı üzerine etkisi (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Sakarya University, Institute of Educational Sciences, Sakarya.

Arabacı Bakır, İ. ve Polat, M. (2013). Dijital Yerliler, Dijital Göçmenler ve Sınıf Yönetimi. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 12(47), 11-20. ISSN:1304-0278.

Ariansyah, D., Erkoyuncu, J. A., Eimontaite, I., Johnson, T., Oostveen, A. M., Fletcher, S. ve Sharples, S. (2022). A head mounted augmented reality design practice for maintenance assembly: Toward meeting perceptual and cognitive needs of AR users. *Applied Ergonomics*, 98, 103597.

Azuma, Ronald T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* 6(4): 355–85.

Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S. ve Kinshuk. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. *Educational Technology & Society*, 17 (4), 133–149.

Baum, L. F. (1901). The Master Key: An Electrical Fairy Tale Founded Upon the Mysteries of Electricity and the Optimism of Its Devotees. It was Written for Boys, But Others May Read It. Bowen-Merrill Company. https://www.gutenberg.org/files/436/436-h/436-h.htm.

Bimber, O. ve Raskar, R. (2005). Spatial Augmented Reality. Wellesley, MA. A. K. Peters.

Bronack, S.C. (2011). The Role of Immersive Media in Online Education. *The Journal of Continuing Higher Education,* 59, 113-117. http://dx.doi.org/10.1080/07377363.2011.583186

Caudell, T.P. ve Mizell, D.W. (1992). Augmented Reality: An application of Heads-up Display Technology to Manual Manufacturing Processes. Proceedings of the 25th Hawaii International Conference on System Sciences, 1992. Vol 2, pp. 659-669.

Chen, P., Liu, X., Cheng, W. ve Huang, R. (2017). A review of using Augmented Reality in Education from 2011 to 2016. Innovations in Smart Learning. Lecture Notes in Educational Technology. Springer, Singapore.

Cheng, K.H. ve Tsai, C.C. (2013). Affordances of augmented reality in Science learning: Suggestions for future search. *Journal of Science Education and Technology* 22.4, 449-462, 2013.

Crider, J., Greene, J. ve Morey, S. (2020). Digital Daimons: Algorithmic Rhetorica of Augmented Reality. Computers and Composition, 57, 102579.

Demirer, V., ve Erbaş, Ç. (2015). Mobil Artırılmış Gerçeklik Uygulamalarının İncelenmesi ve Eğitimsel Açıdan Değerlendirilmesi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(3): 802-813. DOI: 10.17860/efd.29928.

Dostoğlu, N., Şahin, E., Taneli, Y. (2009). *Evrensel Tasarım: Tanımlar, Hedefler, İlkeler*. Mimarlık247.

Erbas, C., ve Atherton, S. (2020). A Content Analysis of Augmented Reality Studies Published in 2017. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*, 5(1), 7-15.

Feiner, S. (2002). Augmented reality: A new way of seeing. Scientific American, 286(4), 48-55.

Gavish, N., Gutierrez, T., Webel, S., Rodriguez, J., Peveri, M., Bockholt, U., ve Tecchia, F. (2015). Evaluating virtual reality and augmented reality training for industrial maintenance and assembly tasks. *Interactive Learning Environments*, 23(6), 778-798.

Greenworld, S. (1995). *Spatial Computing. Massachusetts Institute of Technology*. Haziran 2003. https://acg.media.mit.edu/people/simong/thesis/SpatialComputing.pdf

Hanid, M.F.A., Said, M.N.H.M., ve Yahaya, N., 2020. Learning Strategies Using Augmented Reality Technology in Education: Meta-Analysis. *Universal Journal of Educational Research*, 8(5A), 51-56.

Hantono, B. S., Nugroho, L. ve Santosa, P. I. (2018). Meta Review of Augmented Reality in Education. Conference: July, 2018 10th International Conference on Information Technology and Electrical Engineering (ICITEE).

Huang, K. T., Ball, C., Francis, J., Ratan, R., Boumis, J., ve Fordham, J., 2019. Augmented versus virtual reality in education: an exploratory study examining science knowledge retention when using augmented reality/virtual reality mobile applications. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking,* 22(2), 105-110.

ISO 9241-11:2018(en). Ergonomics of human-system interaction – Part 11: Usability: Definitions and concepts. Erişim adresi https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:9241:-11:ed-2:v1:en

İçten, T. ve Bal, G. (2017). Artırılmış Gerçeklik Üzerine Son Gelişmelerin ve Uygulamaların İncelenmesi. *GU J Sci Part C*, 5(2), 111-136.

Lai, Y.-S. ve Hsu, J.-M. (2011). Development trend analysis of augmented reality system in educational applications. *2011 International Conference on Electrical and Control Engineering,* 6527-6531.

Li, J., van der Spek, E.D., Feijs, L., Wang, F., Hu, J. (2017). Augmented Reality Games for Learning: A Literature Review. In: Streitz, N., Markopoulos, P. (eds) *Distributed, Ambient and Pervasive Interactions*. DAPI 2017. Lecture Notes in Computer Science(), vol 10291. Springer, Cham., 612-626. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58697-7_46

Lindner, C., Rienow, A. ve Jürgens, C. (2019). Augmented Reality applications as digital experiments for education – An example in the Earth-Moon System. *Acta Astronautica*, 161(2019), 66-74.

Madan, A. ve Dubey, S.K. (2012). Usability evaluation method: a literature review. *International Journal of Engineering, Science and Technology*, 4(2), 590-599.

Mainzer, K. From Augmented Reality to the Internet of Things: Paradigm Shifts in Digital Innovation Dynamics. In J. Ariso (Ed.), Augmented Reality: Reflections on Its Contribution to Knowledge Formation (pp. 25-40). Berlin, Boston: De Gruyter. https://doi.org/10.1515/9783110497656-002.

Martin, D.J. ve Loomis, K.S. (2013). Building Teachers: A Constructivist Approach to Introducing Education. *Wadsworth Publishing, Independence, KY.* https://digitalcommons.kennesaw.edu/facbooks2013/12.

Milgram, P. ve Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol. E77-D, No: 12(2), 1321-1329.

Nechypurenko, P. P., Starova, T. V., Selivanova, T. V., Tomilina, A. O., ve Uchitel, A. D. (2018). Use of augmented reality in chemistry education. In Proceedings of the 1st International Workshop on Augmented Reality in Education Kryvyi Rih, Ukraine, October 2, 2018 (No. 2257, 15-23). CEUR Workshop Proceedings.

Nurbekova, Z., ve Baigusheva, B. (2020). On the Issue of Compliance with Didactic Principles in Learning using Augmented Reality. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET),* 15(15), 121-132.

Ozdemir, M., Sahin, C. Arcagok, S., ve Demir, M. K. (2018). The Effect of Augmented Reality Applications in the Learning Process: A Meta-Analysis Study. *Eurasian Journal of Educational Research,* 74, 165-186.

Padilla, A. (2016). Enhanced Learning through Augmented Reality and Movie Making.

Pantelidis, P., Chorti, A., Papagiouvanni, I., Paparoidamis, G., Drosos, C., Panagiotakopoulos, T., ve Sideris, M. (2018). Virtual and augmented reality in medical education. *Medical and Surgical Education - Past, Present and Future,* 77-97.

Pavlik, J. V. (2015). Fueling a Third Paradigm of Education: The Pedagogical Implications of Digital, Social and Mobile Media. *Contemporary Educational Technology*, 6(2), 113-125.

Pochtoviuk, S.I., Vakaliuk, T., ve Pikilnyak, A.V. (2020). Possibilities of application of augmented reality in different branches of education. In *Augmented Reality in Education: Proceedings of the 2nd International Workshop* (AREdu 2019), Kryvyi Rih, Ukraine, March 22, 2019. (No. 2547, pp. 92-106). CEUR Workshop Proceedings.

Poushneh, A., (2018). Augmented reality in retail: a trade-off between user's control of access to personal information and augmentation quality. *Journal of Retailing and Consumer Services,* 41, 169-176. https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2017.12.010.

Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. From On the Horizon (MCB University Press, Vol. 9 No. 5, Ekim 2001.

Quintero, J., Baldiris, S., Rubira, R., Cerón, J. ve Velez, G. (2019). Augmented Reality in Educational Inclusion. A Systematic Review on the Last Decade. *Frontiers in Psychology*. 10 (2019). DOI=10.3389/fpsyg.2019.01835.

Rabbi, I. ve Ullah, S. (2013) A Survey on Augmented Reality Challenges and Tracking. *Acta Graphica*, 24(1-2), 29-46.

Radoff, J. (2021). The Metaverse Value-Chain. [Web günlük postası] Erişim adresi https://medium.com/building-the- metaverse/the-metaverse-value-chain-afcf9e09e3a7.

Rauschnabel, P. A. (2021). Augmented reality is eating the real-world! The substitution of physical products by holograms. *International Journal of Information Management,* 57 (2021), 102279.

Schoellner, K. (2017). Augmented Reality and Augmented Perception. In Jose Maria Ariso (ed.), Augmented Reality: Reflections on Its Contribution to Knowledge Formation. (pp. 171-192). Berlin, Boston: De Gruyter. https://doi.org/10.1515/9783110497656-010.

Seo, J., Kim, N. ve Kim, G.J. (2006). Designing Interactions for Augmented Reality Based Educational Contents. *Lecture Notes in Computer Science*, 3942: 1188-1197. DOI:10.1007/11736639_149.

Simonetta, G. (2015). The Realism and Ecology of Augmented Reality: An Ecological Way to Understand the Human-Computer Relationship. *Techné*: *Research in Philosophy and Technology,* 19(1), 92-112. ISSN: 1091-8264. DOI: 10.5840/techne20154229.

Tan, M. N. (2022) "TAY", TDV İslâm Ansiklopedisi. Erişim adresi https://islamansiklopedisi.org.tr/tay

TEDIndia (2009). The thrilling potential of SixthSense technology | Pranav Mistry) [Video]. Erişim adresi https://www.ted.com/talks/pranav_mistry_the_thrilling_potential_of_sixthsense_technology

Tinnell, J. (2018). *Actionable Media: Digital Communication Beyond the Desktop*. Oxford University Press.

Travis, D. (2009). *The Fable of the User-Centred Designer*.

United Nations (2020). Policy Brief: Education during COVID 19 and beyond. Erişim adresi https://www.un.org/development/desa/dspd/wp-content/uploads/sites/22/2020/08/sg_policy_brief_covid-19_and_education_august_2020.pdf

Ülker, M. (2021). Metaverse Dünyasının Bilinmeyeni Çok, Ama Hazırlıklı Olmak Lazım! [Web günlük postası] Erişim adresi https://www.linkedin.com/feed/update/urn:li:ugcPost:6870630860727603200?updateEntityUrn=urn%3Ali%3Afs_updateV2%3A%28urn%3Ali%3AugcPost%3A6870630860727603200%2CFEED_DETAIL%2CEMPTY%2CDEFAULT%2Cfalse%29.

Vinge, V. (1993). *Technological Singularity*. Whole Earth Review. Winter Issue.

Vuta, D. R. (2020). Augmented Reality Technologies in Education – A Literature Review. *Bulletin of the Transilvania University of Brasov*. Series V. Vol. 13 (62) No.2 – (2020), 35-46.

Yu, D., Jin, J.S., Luo, S. ve Lai, W. (2009). A Visualization Technique: A Literature Review for Augmented Reality and its Application, limitation & future direction. *Visual Information Communication,* 311-337. DOI:10.1007/978-1-4419-0312-9_21.

Wojciechowski, R. ve Cellary, W. (2013). Evaluation of Learner's Attitude Toward Learning in ARIES Augmented Reality Environments. *Computers & Education*, 68(2013), 570-585. http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.02.014.

Zhang, J., Sung, Y.T., Hou, H.T. ve Chang K.E. (2014). The development and evaluation of an augmented reality-based armillary sphere for astronomical observation instruction. *Computers & Education*, 73(1), 178-188.

Zhu, M., Sun, Z., Zhang, Z., Shi, Q., He, T., Liu, H., ve Lee, C. (2020). Haptic-feedback smart glove as a creative human-machine interface (HMI) for virtual/augmented reality applications. *Science Advances, 6*(19). https://doi.org/10.1126/sciadv. aaz8693.

Anadolu University, Eskişehir, TÜRKİYE
www.iodl.anadolu.edu.tr
iodl2022