

GÖRSEL TASARIM AÇISINDAN GENİŞLETİLMİŞ GERÇEKLİKTE KULLANICI ARAYÜZÜ VE DENEYİMİ

USER INTERFACE AND EXPERIENCE IN EXTENDED REALITY IN TERMS OF VISUAL DESIGN

Öğr. Gör. Nurettin Selçuk Bağcı

Tokat Gaziosmanpaşa Üniversitesi,
Güzel Sanatlar Fakültesi, Grafik Tasarımı Bölümü
nselecbagci@gmail.com

ORCID ID: 0000-0001-7274-1164

Doç. Atıla Işık

Hacettepe Üniversitesi,
Güzel Sanatlar Fakültesi, Grafik Bölümü
atila_isik@hotmail.com

ORCID ID: 0000-0002-9888-9762

MAKALE GELİŞ TARİHİ: 6 Eylül 2024 • YAYIMA KABUL TARİHİ: 27 Mart 2025

Öz

Son yıllarda tek bir platformda çeşitli artırılmış gerçeklik deneyimleri sunan genişletilmiş gerçeklik cihazlarının gelişmesi, insanların teknolojiyle etkileşime girmesi için yeni yollar yaratmıştır. Diğer yandan günümüzde yapay zekâ destekli teknolojilerin artması, grafik tasarım alanında yeni disiplinleri ortaya çıkarmış ve alanın gelişimine katkıda bulunmuştur. Gerçeklik türlerinin ve dijital ürün tasarımlarının yaygınlaştığı bu dijital çağda, başarılı kullanıcı deneyimine sahip mekânsal tasarımların ve teknolojik ürünlerin ilişkisini anlamak tasarımcı açısından oldukça önemlidir. Dolayısıyla mekânsal tasarımın, grafik tasarım alanına birçok katkısı olduğunu söylemek mümkündür. Çalışma, tasarımcıların gerçeklik ile dijital mekânlar arasındaki boşluğu dolduran arayüz tasarımlarına ve sezgisel kullanıcı deneyimi üzerine temellendirilmiştir. Sonuç olarak çalışmada elde edilen bulgular, grafik tasarım ve grafik tasarımcı açısından değerlendirilirken, gerçeklik-sanallik sürecinde yer alan güncel tanımlamaları irdelemeyi amaçlamaktadır.

Abstract

In recent years, the development of augmented reality devices that offer a variety of augmented reality experiences on a single platform has created new ways for people to interact with technology. On the other hand, the increase in artificial intelligence-supported technologies has created new disciplines in the field of graphic design and contributed to the development of the field. In this digital age where reality types and digital product designs are becoming widespread, it is very important for the designer to understand the relationship between spatial designs and technological products with successful user experience. Therefore, it is possible to say that spatial design has many contributions to the field of graphic design. This study is based on designers' interface designs that bridge the gap between reality and digital spaces and intuitive user experience. Ultimately, the findings aim to analyze current definitions within the reality-virtuality spectrum while evaluating their impact on graphic design and its practitioners.

Anahtar Kelimeler: Artırılmış Gerçeklik, Sanal Gerçeklik, Genişletilmiş Gerçeklik, Mekânsal Tasarım, Grafik Tasarım.

Key Words: Augmented Reality, Virtual Reality, Extended Reality, Spatial Design, Graphic Design.

GİRİŞ

“Tasarım sadece görüldüğü ve hissettirdiği değildir. Tasarım nasıl çalıştığıdır.”
Steve Jobs.

Günümüzde internet büyük bir insan ihtiyacıdır ve teknoloji sayesinde insanlar pek çok aktivitesini dijital ortamlarda gerçekleştirebilmektedir. Dolayısıyla akıllı cihazlar hayatımızın çok önemli bir parçası haline gelmiştir. Bu nedenle birçok yazılım şirketi, hizmetlerini sürdürmek ve geniş bir kullanıcı kitlesine ulaşmak için yaratıcı uygulamalar geliştirmektedir. Bir başka deyişle, hızlı teknolojik gelişmeler günlük rutinlerimizi etkileyebilmekte ve bu da insanları teknolojiye uyum sağlamaya teşvik etmektedir. Bu gelişim ise bizleri etkileşim ve kullanıcı deneyiminde yeni sınırlara doğru itmiştir. Özellikle son birkaç yılda yapay zekâ ve yapay zekâ odaklı tasarımın gelişmesiyle birlikte insan-bilgisayar etkileşiminde mekânsal/uzamsal arayüz tasarımı (spatial UI) kavramı ortaya çıkmıştır. Mekânsal kullanıcı arayüzü, insan ve bilgisayar etkileşimini üç boyutlu olarak yansıtan, artırılmış gerçeklik (AR), sanal gerçeklik (VR), karma gerçeklik (MR) gibi teknolojileri destekleyen ve çok boyutlu kullanıcı arayüzleri kullanan yeni bir alan olarak hayatımızda yer bulmaktadır. Bu bakımdan düşünüldüğünde mekânsal kullanıcı arayüzünün, insanoğlunun teknolojiyle etkileşim şeklini yeniden biçimlendirdiğini söylemek mümkündür.

Son on yılda AR ve VR kullanımı büyük ölçüde artmıştır ve birçok sektörde kullanılmaktadır. Bu nedenle AR ve VR uygulamaları için bir dizi yeni ve yenilikçi kullanıcı arayüzü oluşturulmaktadır. Bu arayüzler, insanların sanal gerçeklik ortamlarıyla etkileşim kurma biçimlerini değiştirmiştir (Kharoub, 2019, s.29). Öte yandan bu değişim, kullanıcılar ve tasarımcılar açısından bazı zorlukları da beraberinde getirmektedir. Tasarımcılar yapay zekâ (AI) destekli kullanıcı arayüzü tasarımı konusunda alternatif çözüm yolları aramaktadır. Tasarım, artık kullanıcı deneyimlerini geliştirmek için mekânsal tasarım ilkelerini içermektedir. Mekânsal tasarımlar, fiziksel bir ortamda bilgi iletmek, belirli bir yer olgusu yaratmak ve kullanıcı ihtiyaçlarını karşılamak için estetik görsel öğelerden faydalanmaktadır. Ek olarak bu görsel öğelerin derinlik, ölçek ve perspektif gibi hem üç boyutlu nesnelerle hem de kullanıcılarla doğal bir etkileşim ağı oluşturduğu söylenebilir.

Bu çalışma önümüzdeki yıllarda büyük bir devrim geçireceği düşünülen mekânsal görselleştirmede kullanıcı arayüzü ve kullanıcı deneyimine odaklanmaktadır. Bu doğrultuda, mekânsal tasarımda arka plan görünümü ve kullanıcılar üzerindeki etkisi ele alınacak; artırılmış gerçeklik (AR), sanal gerçeklik (VR), karma gerçeklik (MR), genişletilmiş gerçeklik (XR) gibi alanda sıklıkla karşılaşılan kavramların tanımları, özellikleri ve farklılıkları grafik tasarım ve grafik tasarımcı açısından irdelenecektir. Çalışma kapsamında taranan literatürde grafik tasarım alanında mekânsal tasarım hakkında bilimsel verilerin azlığı görülmüş ve kullanıcı arayüz

tasarımına yönelik artan ihtiyaç göz önünde bulundurularak yapılan çalışmanın alana katkı sağlaması amaçlanmıştır. Çalışmanın problemini, dijital ortamların genişlemesiyle birlikte UX/UI tasarımcılarının yenilikçi tasarım arayışlarına yönelmeleri oluşturmaktadır. Bu yönelimlerden birisi olan mekânsal tasarım disiplininde ise geleneksel iki boyutlu arayüz tasarımıyla ziyade üç boyutlu, fiziksel ortamla etkileşime giren bir dijital deneyim tasarımı incelenecektir.

KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Yapay zekâ (AI), zekâyı farklı şekilde yönlendirebilen ve çözümlere ulaşmak için uygulanan bir dizi teori ve teknik terim olarak tanımlanabilir. Bu arka plana bağlı olarak, gelişmekte olan yapay zekâ yazılımları ve donanımları giderek daha erişilebilir hale gelmiş ve çağdaş görsel tasarımcıların, teknolojinin biçimsel ve kavramsal koşullarını sorgulayan ve karşılığında deneyimsel potansiyellerini genişleten sanat eserleri yaratmalarına olanak tanımıştır (Lobwein ve McKewen, 2024, s.205). Bu yeni teknolojik gelişmelerin yaratıcılık, özgünlük ve işlevsellik açısından sorgulanması kritik bir öneme sahiptir (Aydemir, D. 2023, s.187).

Atiker (2022, s.589) “Genişletilmiş Gerçeklik Uygulamalarında Yapay Zekanın Yaratıcı Kullanımı” isimli makalesinde, yapay zekânın analiz etme ve kavrama yeteneğini dönüştürdükçe öğrenme eylemini ortaya çıkardığını ve böylelikle yapay zekânın her geçen gün bilişsel kapasitesiyle orantılı olarak ilerlediğini vurgulamaktadır. Yapay zekânın bu eylemlerde kendini kontrol edebilmesi ve bunun sonucunda duyuşal çözümler üretebilmesi yeni teknolojilerin ana hedeflerinden birisidir. Yazılımların gelişmesi ve bilgisayarların kullanımıyla birlikte yapay zekâ destekli teknolojiler yaşamın birçok alanında tercih edilmektedir. Ancak birbirleriyle yakından ilişkisi bulunan bu teknolojiler arasında belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Bu bölümde yapay zekâ alanında sıkça tercih edilen teknik terimlerin “teknolojiler ve donanımlar” olarak görsel tasarım ekseninde, iki bölümde incelenmesi amaçlanmıştır.

TEKNOLOJİLER

VR teknolojisinin temelinde, doğal ortamı yanıltan veya gerçek gibi gösteren bir simülasyon olduğu söylenebilir. Bu simülasyonun etkisi ise gerçek dünyaya yöneliktir. Neticede dijital dünyanın gerçek dünyaya en iyi şekilde uyarlanması için güncel yapay zekâ algoritmaları kullanılmaktadır. Sonuç olarak kullanıcılara aldatıcı derecede gerçek görünen sanal dünyalar yansıtılmaktadır. Bu bölümde gerçeklik ve sanalın birleştirilmesine yönelik teknikler incelenmektedir.

Gerçeklik ve Sanallık

Gerçeklik, kelime anlamı olarak farklı alanlarda birçok tanıma sahiptir. Wikipedia'ya (2024) göre günlük kullanımdaki anlamıyla “var olan her şey” demektir. Bilimde, dinde ve felsefede farklı anlamları bulunmaktadır. Düşünceden bağımsız olarak zamanda ve mekânda yer kaplayan her şey gerçektir. Irıqat ve Vatansever'e (2020, s.1155) göre insanlar, çevrelerindeki üç boyutlu nesneleri beş fizyolojik duyu organını kullanarak algılar ve ilişkilendirirler. Bu ise üç boyutlu dünyadaki gerçeklik algısını tasvir etmektedir.

Baran (2021, s.6), insanlık tarihindeki ilerlemelerin zamanla ivmelenen bir hızla geliştiğini ve insanların düşünce dünyalarında oluşturdukları tasarıları, görseller ve üç boyutlu eserler aracılığıyla gerçek dünyaya aktardığını vurgulamaktadır. Bu aktarımların sonucu olarak, zamanla bir iletişim ortamı oluşmuş, bu iletişim ortamı ise teknolojik gelişmelerden etkilenerek yenilenmiştir. Son yıllarda yaşanan teknolojik gelişmelerle birlikte “gerçeklik” ve “sanal” kavramlarının üzerinde daha fazla durulmaktadır. Dolayısıyla fiziksel dünya ile dijital dünyayı birleştiren bu teknolojiler ile insanın “gerçeklik” algısında değişiklikler yaşandığı görülmektedir.



Görsel 1. Gerçeklik-sanallık sürekliliği (Milgram ve Kishino, 1994).

1994 yılında ilk kez Paul Milgram ve Fumio Kishino tarafından ortaya atılan gerçeklik-sanallık sürekliliği, tamamen fiziksel dünya veya gerçek ortam ile tamamen dijital dünya veya sanal ortam arasındaki tüm olasılıkları içermektedir. Görsel 1’de yer alan sürecin solundaki durum, yalnızca gerçek nesnelerden oluşan herhangi bir ortamı tanımlamaktadır. Gerçek dünyadaki bir sahneyi doğrudan ya da bir tür (video) ekran aracılığıyla izlerken gözlemlenebilecek her şeyi içermektedir. Sağdaki durum, yalnızca sanal nesnelerden oluşan ortamları tanımlar; bunlara örnek olarak ekran tabanlı veya geleneksel bilgisayar grafik

simülasyonları gösterilebilir. Bu çerçevede bakıldığında fiziksel ve sanal ortamlarda sunulan nesneler arasındaki genel durumu karma gerçeklik (MR) temsil etmektedir.

Sanal ortamlar, gerçeğin bir uzantısıdır ve fiziksel gerçeklikle etkileşim içerisindedir. Bu nedenle sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklikteki teknolojik ilerlemeler, kullanıcılara sundukları deneyimlerle fiziksel ortamlarda yaşanan deneyim kadar etkilidir. Bu durum, beynimizin sanal deneyimlere doğrudan fiziksel gerçekliğe uygulanabilecek şekillerde uyum sağlayabildiğini ve bunlardan öğrenebildiğini göstermektedir. Sanal alanlarda kazanılan becerilerin, yaşanan duyguların ve deneyimlerin yalnızca simülasyon değil; gerçekliğimizin uzantıları olduğunu öne sürerek “sanal” ve “gerçek” arasındaki geleneksel ikilemi sorgulamaktadır.

Gerçeklik kavramı, teknolojiadaki gelişmelere paralel olarak değişim göstermektedir. Milgram ve Kishino’nun değindiği gerçeklik-sanallık kavramına Vaseghi (2024) yeni bir bakış açısı getirmiştir. Bu yenilik, dijital ve fiziksel ortamların arasındaki geçişi akıcı ve doğal hale getiren sürükleyici teknolojilere dayanmaktadır. Buna göre sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik teknolojilerinin, gerçek dünyadaki uygulamalara benzer şekilde sanal ortamlardaki mekânsal algıyı ve performansı etkilediğini göstermektedir. Sonuç olarak yeni bir kavram olan “Aşırı-Akışkan-Gerçeklik / Extreme-Fluid-Reality” ileri sürülmüştür. Bu yeni kavrama göre, gerçekliğin algılanış biçimi ve gelişen doğasının ana hatları çizilmeye çalışılmaktadır. Bu paradigmada, gerçek ile simüle olarak algılanan arasındaki çizgiler akışkandır ve geleneksel hakikat ile varoluş kavramları yeniden değerlendirilmektedir. Ortaya çıkan simülasyonların, gerçekliğin insan vücudu, beyin, bilinç ve toplumla bağlantılı olarak akışkanlaştırılmasında önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir.

Artırılmış Gerçeklik

Artırılmış gerçeklik, insanların yaşam biçimlerini etkileyen ve dijital içerikle etkileşimimizi şekillendiren dönüştürücü bir teknoloji olarak ortaya çıkmıştır (Oyewole ve diğerleri., 2024, s.552). Artırılmış gerçeklik, kavramının kökünde eklemek veya geliştirmek anlamına gelen “Augment” bulunmaktadır. Artırılmış gerçeklik, bilgisayar tarafından oluşturulan görüntülerin gerçek dünyaya eklenmesiyle elde edilmektedir. Kullanıcılar, AR uygulamalarını kullanarak dijital görüntüleri gerçek dünyadaki nesneler üzerine yerleştirebilmektedir. Bu, diğer yandan kişilerin eş zamanlı olarak gerçek ve sanal dünyaları birleştirmesine olanak tanımakta ve gerçek gerçeklik ile sanal gerçeklik arasında bir köprü kurmaktadır. Günümüzde birçok uygulaması bulunan AR; sağlık, eğitim, hizmet ve eğlence gibi çeşitli alanlarda tercih edilmektedir.

Yeni bir teknoloji olan artırılmış gerçeklik, fiziksel dünyanın sanal bilgilerle genişletilmesine olanak tanımakta ve günümüzde birçok uygulama alanında kullanılmaktadır. Kullanıcılarına yeni etkileşim olanakları sağlaması bakımından AR'ın çok büyük bir potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir (MacIntyre, ve diğerleri., 2004, s.199). İpek'e (2020, s.1062) göre artırılmış gerçeklik (İng: Augmented Reality / AR), özellikle grafik tasarım alanıyla ilgili olarak bilgisayar destekli yaratılmış verilerin görsel, işitsel, dokunsal, kokusal duyular ile duyu işleyen somatik sinir sistemi dâhil gerçeğin yükseltilerek algılarla deneyimlenme etkileşimidir.

AR uygulamaları, günümüze gelene kadar kısıtlı alanlarda kullanılmış olsa da gelişen teknoloji, mobil teknoloji, kablosuz iletişim ve ağlar gibi özel yapılar; AR uygulamalarının kolay erişilebilir, kolay tasarlanabilir forma gelmesine önayak olmuştur (Karatay, 2015, s.75). Artırılmış gerçeklik, etkileşimi teşvik etmesi ve bir ürüne veya konsepte vurgu yapması bakımından kullanıcı deneyimini önemli ölçüde artırmaktadır. Bu bakımdan artırılmış gerçekliğin birçok avantajı olduğunu söylemek mümkündür. Sanal dünyayı gerçek dünya verileriyle harmanlamanın ötesinde gelişime açık ve önemli bir potansiyele sahip olması, bu teknolojinin neredeyse her sektörde tercih edilmesini sağlamaktadır.

Artırılmış Sanallık

Milgram ve Kishino'nun (1994) gerçeklik-sanallık sürekliliğinde irdelediği grafikte “sanal” ve “gerçek” ayrımı yapılmıştır. Artırılmış gerçeklik ve artırılmış sanallık arasındaki ayrımı daha da belirginleştiren araştırmacılar, artırılmış gerçekliğin gerçek dünyayı sanal unsurlarla zenginleştirdiğini, artırılmış sanallığın ise gerçek dünya unsurlarını içeren bir gerçeklik simülasyonu olduğunu belirtmektedir (Pribadi ve diğerleri., 2024, s.2). Milgram ve Kishino'ya (1994, s.1) göre artırılmış sanallık, çevredeki ortamı sanal bir nesneyle değiştirmektedir.

Artırılmış gerçeklik, fiziki bir çevreye sanal objeler entegre ederek fiziksel gerçeği desteklemektedir. Böylece oluşturulmuş sanal objeler, gerçek fiziksel dünyanın bir parçası haline gelmiş olmaktadır. Bir başka deyişle artırılmış sanallık, temel olarak gerçek dünya unsurlarını sanal dünyaya dâhil eden “hibrit” bir gerçeklik çerçevesi olarak tanımlanabilir.

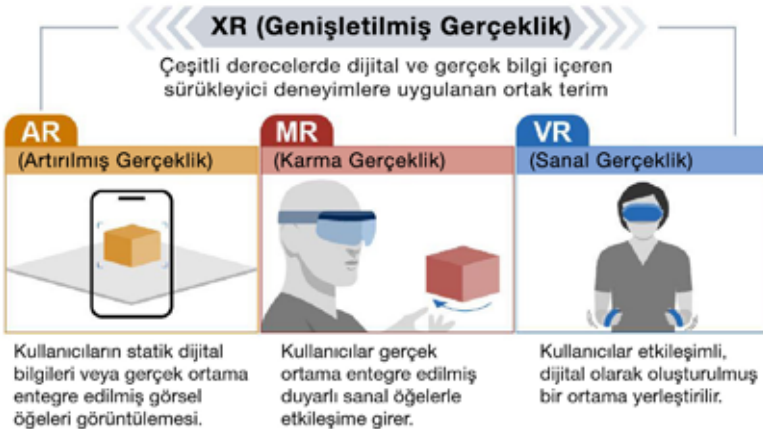
Sanal Gerçeklik

Sanal Gerçeklik, gerçekte var olmayan şeyleri etkileşimli cihazlar aracılığıyla deneyimleyerek, kullanıcının ekranında gösterilenleri kontrol etmek için vücut hareketlerini kullanan teknolojilerden birisidir. Bu sayede gerçek fiziksel nesnelerin sanal temsilleriyle olan duygusal etkileşim, kullanıcı deneyiminde önemli bir rol oynamaktadır.

İlk olarak 1987 yılında Jaron Lanier tarafından öne sürülen “sanal gerçeklik” terimi yine aynı yıl Yaakov Garb tarafından bir makalenin başlığında kullanılmıştır (Sala, 2021, s.48). Garb’a (1987) göre VR, dünyayı görsel sembollerle temsil etme yeteneğidir. Günümüzde terim, bilgisayar dünyası için kullandığında VR, gerçek dünyayla hiçbir bağlantısı olmadan yalnızca elektronik bir görüntü olarak yer almaktadır. Krueger’in (1991) belirttiği gibi, terim genellikle stereo görüntüleme gözlükleri ve gerçeklik eldivenleriyle uygulanan üç boyutlu (3B) gerçeklikleri ifade etmektedir. Ek olarak VR, kullanıcıların gözlük, kulaklık, eldiven vb. giyilebilen etkileşimli cihazlar aracılığıyla sinyaller göndererek farklı bir ortamı üç boyutlu olarak deneyimlemelerine olanak tanıyan bir simülasyon olarak tanımlanabilir. Hatta bazı durumlarda kullanıcılar sanal alandaki nesnelere bile dokunabilirler. Bu doğrultuda sanal gerçeklik kullanıcıların çevreleriyle görsel, duyuşal ve işitsel etkileşimlere sahip olmalarını sağlamaktadır.

Karma Gerçeklik (MR)

Türker ve Işık, (2023, s.328) artırılmış gerçeklik ve karma gerçekliğin, çalışma prensibi olarak gerçek dünyayı referans alan iki farklı teknoloji olduğunu vurgulamaktadır. İki kavramın da dijital olarak üretilen içerikleri, gerçek dünyadaki objeler ile ilişkilendirilmektedir. Milgram ve Kishino da (1994) benzer şekilde MR’ı, sanallık sürekliliği boyunca gerçek ve sanal dünyaların birleşmesini içeren VR ile ilgili teknolojilerin belirli bir alt kümesi olarak ifade etmektedir. Karma gerçeklik, Amerika Birleşik Devletleri Hükümeti Sorumluluk Ofisine (GAO, 2022) göre ise bir kullanıcının uzanabildiği ve fiziksel bir ortamla mekânsal olarak entegre edilmiş 3B sanal öğelerle etkileşime girebildiği, sürükleyici bir birinci şahıs deneyimi olarak tanımlanmaktadır (Görsel 2).



Kaynak: GAO. | GAO-22-105541

Görsel 2. Amerika Sorumluluk Ofisinin tanımlamaları (GAO), 2022.

Artırılmış ve Sanal Gerçekliğin yanı sıra, gelişmekte olan bu yeni alan, teknolojinin kullanıcının çevresindeki nesneleri doğru bir şekilde haritalama ve yerleştirme yeteneğini tanımlamak için “Karma Gerçeklik” (MR) terimini kullanmaktadır (de Souza e Silva ve Sutko, 2009). Terim, aynı zamanda dijital dünya ile gerçek dünyayı birbirine bağlayan bir teknoloji olarak kapsayıcılık rolü üstlenmektedir. Bunlar arasında artırılmış gerçeklik (AR), karma gerçeklik (MR), sanal gerçeklik (VR) teknolojileri bulunmaktadır ve her bir teknolojinin farklı duyuşsal etkileşimlere sahip olduğu görölmektedir. MR deneyiminde kullanıcı hem dijital unsurları hem de fiziksel unsurları görebilir ve bunlarla etkileşime girebilir. Bu nedenle MR deneyimleri çevreden girdi alır ve ona göre değışir.

Genişletilmiş Gerçeklik (XR)

Wikipedia’ya (2024) göre genişletilmiş gerçeklik (XR); artırılmış gerçeklik (AR), sanal gerçeklik (VR) ve karma gerçeklik (MR) anlamına gelen bir şemsiye terimdir. Mekânsal tasarım, dijital alanların işlevsellik ve estetik için düzenlenmesini içerirken genişletilmiş gerçeklik (XR), sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) gibi teknolojileri kapsamaktadır. XR ayrıca fiziksel ve dijital dünyaları harmanlayarak çeşitli alanlarda etkileşimli deneyimler sunmaktadır.

SİBER UZAYDA GERÇEKLIK DENEYİMİ SAĞLAYAN CİHAZLAR

AR/VR uygulamaları, kullanıcıyı bilgi gönderip alan, gözlük, kulaklık, eldiven veya tulum olarak giyilen etkileşimli cihazların kullanımı yoluyla gerçekliğı simüle eden, bilgisayar tarafından oluşturulan bir ortama sokar. Bununla beraber stereoskopik ekrana sahip kask takan bir kullanıcıya, simüle edilmiş bir ortamın üç boyutlu görüntüleri yansıtılır. Öte yandan VR’ın yalnızca görme deneyimi sağlamakla kalmadığı, aynı zamanda ses ve dokunsal geri bildirim de sağladığı görölmektedir. Temel olarak VR, insanın gerçek dünya sınırlarından kaçma arzusuna dayanan bir teodir ve bu, siber dünyayı kucaklayarak yapılır. Teknoloji aynı zamanda, klavyenin, farenin ve hatta dokunmatik ekranın ötesinde insan-makine etkileşiminin yeni bir biçimidir (Desai ve diğeri., 2014, s.175). Günümüzde artırılmış gerçeklik dünyası, kullanıcıların bu yenilikçi teknolojiyi farklı şekillerde deneyimlemelerini sağlayan çeşitli boyut ve işlevlere sahip cihazlarla genişlemeye devam etmektedir.

Sanal Gerçeklik Başlığı (Virtual Reality Headset)

Son yıllarda teknoloji dünyası hızlı gelişimini sürdürerek kullanıcılara AR ve VR konusunda yenilikler sunmaktadır. Bu yeniliklerden birisi de kullanıcı

deneyiminde önemli bir rolü olan sanal gerçeklik başlıklarıdır. Bu etkileşimli cihazlar, aynı zamanda kullanıcıların görüş açılarını kaplayan ve veri girişi için ara bir cihaza ihtiyaç duymayan baş ekran prototipleridir. HMD'ler (sanal başlıklar, akıllı gözlükler) gibi giyilebilir cihazlar XR simülasyonlarında kullanılabilir. Optik ekrana sahip bir kaskın parçası olarak kişinin başına takılabilir ve kullanıcıların yansıtılan görüntüleri görmesine olanak tanır (Curran ve diğerleri., 2022, s.276). Kinect, Leap Motion, Holo Lens, Magic Leap gibi cihazların insanların kullanıcı etkileşimi için ara cihazlara ihtiyaç duymadan teknolojiyle etkileşime girmesini sağlar (Kharoub, 2019, s.29). Bu etkileşimler, daha ziyade doğrudan el hareketleri veya vücut hareketleri kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle doğal kullanıcı arayüzü, üç boyutlu kullanıcı arayüzü tasarımında insan bilgisayar etkileşiminin etkili bir aracı olarak nasıl kullanılabileceğini anlamak oldukça önemlidir. Bu ve benzeri cihazlar, bilgisayar ya da sanal gerçeklik ortamlarında kullanıcıların el veya vücut hareketlerini kullanarak herhangi bir 3B kullanıcı arayüzünü kontrol etmesine olanak tanımaktadır. VR teknolojisinde yaşanan bu gelişmeler; Meta Quest 3, Meta ve Apple Vision Pro'nun potansiyeli ile örneklendiği gibi, yaratıcı profesyoneller için güçlü araçlar ve sürükleyici ortamlar sağlayarak tasarımın geleceğini şekillendirmekte ve sınırları zorlamaktadır.

VR başlıklarının gelecekteki potansiyeli henüz belirsiz olmakla birlikte özellikle "Apple, Samsung, Google" ürünlerinde olduğu gibi teknolojideki gelişmeler VR başlıklarının kullanımını önemli ölçüde artırmıştır. VR içeriğine ve yazılımına, ağırlıklı olarak, başa takılan özel bir ekran (İng: Head-Mounted Display / HMD) aracılığıyla erişilmektedir. HMD'nin, telefon veya bilgisayar ekranından farklı olması ve göze yakınlığı sebebiyle kullanıcılarına daha sürükleyici bir deneyim sunarak fiziksel dünyayı görüş alanının dışına çıkardığını söylemek mümkündür. Bu sayede kullanıcılara sanal bir simülasyon gösterimi yaratmaktadır. Her göz için bir tane olmak üzere, bilgisayardan gözlere iletilecek görüntüler iki ekran içermektedir. Vücut hareketiyle ilişkili olarak her gözün farklı bir görüntü alması, gözlerin yakınına yerleştirilen sensörler yardımıyla stereoskopik görüntüler oluşturmaktadır (Irimia ve diğerleri., 2022, s.3).

Nöroteknoloji, yapay zekâ ve mekânsal bilgi işleme üzerine çalışan "OpenBCI" isimli platform; beyin, kaslar ve kalp tarafından üretilen elektriksel hareketleri ölçmek ve kaydetmek için EEG elektrotlarıyla uyumlu, başa takılı ekran olan Galea, Varjo ve XR-3 modellerini piyasaya sunmuştur (Görsel 3). Sektörde çoklu duyuşal teknolojilere odaklanan RealWear Navigator 520, RealWear Navigator Z1, Microsoft HoloLens 2 ve Vuzix M4000 gibi yapay zekâ destekli, alternatif artırılmış gerçeklik cihazları bulunmaktadır.



Görsel 3. XR Kulaklık üreticisi Varjo ve OpenBCI tarafından üretilen Galea Aero VR.

Teknolojideki bu hızlı ilerleyiş, gelecekte XR cihazlarının bilgisayarlar ve telefonlardan daha fazla talep görmesini sağlayabilir. Bu kapsamda genişletilmiş gerçeklik (XR) teknolojilerinin mekânsal tasarımın gelişimi noktasında daha fazla rol oynayacağı düşünülmektedir. Dahası, “Meta Evren” kavramı ve genişletilmiş gerçeklik teknolojileri, fiziksel ve sanal dünyalar arasındaki farkı daha da artırmaktadır. Sürükleyici ve gerçekçi deneyimler hayatımızda hızla gelişirken, bir “meta evrenin” ortaya çıkışı, uzun süreli kullanımın ve sosyal etkileşimlerin daha sık ve yaygın hale geldiği yeni kullanım durumları önermektedir. Bu yeni yönelim ise sosyal etkileşimlerdeki “dokunsal” eğilimlere yeni zorluklar ve fırsatlar yaratmaktadır (Pacchierotti ve diğerleri., 2024, s.1).

Bu entegrasyonun dünyamızı nasıl algıladığımız ve onunla nasıl etkileşime girdiğimiz konusunda derin etkileri bulunmaktadır. Fiziksel ve sanal arasındaki ayrımın ortamları daha az, deneyimin sürekliliğiyle daha çok ilgili olduğu bir gelecek önerilmektedir. Böylece yaratılan sanal ortamların, sosyal yaşantımızın birçok alanında gerçek ve sanal alanda yaşayacağımız etkileşime etkileri olacağı düşünülmektedir.

Dokunmatik Kontrol Cihazları (Touch Control Devices)

Günümüzde ürün tasarımları ve kullanıcı deneyimi alanında sanal gerçeklik araçları, kullanıcılara sürükleyici ortamlar yaratmak için sonsuz olanaklar sunmaktadır. Kablolu veya mobil baş üstü ekranların (HMD) yanı sıra, dokunsal cihazlar, kontrol cihazları, yelekler, çok yönlü koşu bantları, izleme teknolojileri ve benzeri jest/mimik tabanlı etkileşimli cihazların sayısı VR sektöründe artmaktadır (Anthes ve diğerleri., 2016, s.1). Diğer taraftan VR teknolojisinin dokunsal cihazlarla birleşmesi kullanıcıları geleneksel arayüz sınırlarının ötesine taşımaktadır. Bu da kullanıcıların daha sezgisel, duygusal ve akılda kalıcı bir genel kullanıcı deneyimi yaşamasını sağlamaktadır. Baran’a

(2021, s.7) göre giyilebilir sanal gerçeklik kıyafetleri ve yeni nesil eldivenler, geri bildirim ve haptic (dokunsal algı) teknolojilerle donatılarak, bilgisayarların dijital yolla oluşturdukları verilerin dokunma duyusuyla hissedilmesini sağlarken gelişmiş sanal gerçeklik kaskları ise dijital verilerin görüntü ve ses biçiminde algılanmasına olanak vermektedir. Diğer yandan sanal gerçeklik teknolojisinde bazı dokunsal ürünler titreşimli olarak üretilmektedir. Dokunsal sistem, farklı duyuların yeniden yaratılmasını içerirken titreşimli bir sistem, kontrollü titreşimlerin üretilmesiyle daha basit bir deneyim sunmaktadır.

VR teknolojisi, gözlerimizi ve kulaklarımızı sanal dünyalara çekme konusunda büyük adımlar atarken dokunma duyularımıza yönelik de çalışmalar sürmektedir. Bu kapsamda araştırmacılar, dokunsal arayüzler kullanarak eller ve nesneler arasındaki dokunma etkileşimlerini sanal olarak yeniden üretmenin birçok yolunu araştırmaktadır. Kavrama için, birden fazla parmak ucuna dokunsal uyarılar yerleştirilmektedir. Kavrama hareketleri arasında, sıkıştırma, nesneleri kavrarken el izleme VR HMD'lerinde en çok kullanılan el hareketi olarak kabul edildiği için sanal gerçeklikte önemlidir (Jingu ve diğerleri., 2023, s.1). Özellikle son yıllarda sağlık sektöründe kullanılmaya başlanan ve insan derisinin özelliklerinden ilham alınarak geliştirilen, giyilebilir, e-deri üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Örneğin 2022 yılında Hong Kong Şehir Üniversitesindeki mühendisler, VR ve AR'da kullanıcılara dokunsal geri bildirim sağlayan giyilebilir bir elektronik "deri" olan WeTac'ı geliştirmiştir (Görsel 4).



Görsel 4. Giyilebilir "deri" WeTac. Sol: Dokunsal uyarımı sağlayan elektrotları içeren hidrojel avuç içi yaması. Sağ: Pili ve Bluetooth iletişimini içeren ünite.

Günümüzde halen geliştirilmekte olan birçok sanal gerçeklik cihazının olduğu bilinmektedir. Sanal gerçeklik alanında, titreşimli dokunsal cihazlardan bazıları şunlardır: Titreşim motorlarına sahip dokunsal bir yelek olarak üretilen Haptic Vest. Gerçekçi kas simülasyonu sağlayan ve vücudun tepkilerini izleyerek gelişmiş sağlık analizi yapan Teslasuit. Son olarak kullanıcının dijital dünyayla oturduğu yerden titreşimli geri bildirim aldığı ve ayakları aracılığıyla etkileşime girdiği 3D Rudder cihazı örnek olarak gösterilebilir.

GÖRSEL TASARIMDA AR/VR KULLANIMI VE UYGULAMA ALANLARI

Artırılmış ve sanal gerçeklik (AR ve VR) çeşitli endüstrileri etkileyen, önemli bir konudur. Bu endüstrilerden birisi de grafik tasarımıdır. Bu teknolojiler, tasarımcıların çalışma hayatını ve çevreyle olan etkileşimini değiştirme potansiyeline sahiptir ve bilgisayar grafikleri alanında önemli bir güç olarak ortaya çıkmaktadır. Kullanıcıları simüle edilmiş ortamlara sürükleyen AR/VR, görsel etkileşimin geleneksel sınırlarını aşmaktadır. AR/VR kullanımı sayesinde kullanıcılar, etkileşimli ve gerçeğe yakın sanal ortamlar deneyimleyerek sürükleyici dijital deneyimler yaşamaktadır. Sanal ortamlar, bilgisayarda oluşturulan etkileşimli üç boyutlu ortamın görüntülenmesi ve kontrol edilmesi için bilgisayar düzlem sisteminin ve çeşitli arayüz cihazlarının kullanılmasını ifade etmektedir. AR/VR teknolojisi ise simülasyon teknolojisinin önemli bir yönünü oluşturmaktadır.

Bilgisayar grafikleri, insan-makine arayüzü teknolojisi, multimedya teknolojisi, sensör teknolojisi, ağ teknolojisi ve diğer ileri teknolojiler ile VR teknolojisinin birleşimi belirli zorluklara sahiptir; VR teknolojisi aynı zamanda oldukça zorlu bir sınır disiplini ve araştırma alanını oluşturmaktadır. Sanal gerçeklik (VR), kullanıcının duysal manzara ortamında gerçekliğin inandırıcı bir kopyasını yeniden üreten, teknolojik unsurlarının karmaşık etkileşimiyle oluşturulmuş derin bir sürükleyicilik durumunu tetikleme konusundaki özel yeteneğiyle dikkat çekmektedir. Bu doğrultuda artırılmış gerçeklik ve sanal gerçekliğin, grafik tasarım endüstrisinde kullanılan önemli teknolojilerden biri haline geldiğini söylemek mümkündür. AR/VR, tasarımcıların tasarımlarını gerçek zamanlı olarak hayata geçirerek ve daha önce hayal edilemeyecek düzeyde etkileşim sunarak alternatif tasarım yöntemleri oluşturmaktadır. Araştırmalar, bilgisayar grafiklerinin sürekli gelişimi ve onun çeşitli alanlar üzerindeki etkisi üzerinde durmaktadır. Dahası kullanıcılara gelecekteki keşif ve yenilik için heyecan verici yollar vadetmektedir. Dolayısıyla yakın gelecekte sanal gerçeklik teknolojisinin grafik tasarım alanında giderek daha fazla uygulamaya sahip olacağına inanılmaktadır. Bu nedenle artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik teknolojisinin grafik tasarım alanında uygulanması ve geliştirilmesi için tasarımcıların çalışmalarında ilgili teknolojileri tercih etmesi, alanın geleceğine daha fazla katkı sağlayacaktır.

AR ve VR uygulamalarının avantajları olduğu gibi dezavantajları da bulunmaktadır. Teknolojilerin hem güncel hem de gelişime açık olması, kullanıcı ve tasarımcı deneyimi bakımından tasarımcılara birtakım zorluklar oluşturabilmektedir (Kozik ve diğerleri., 2024, s.93). Artırılmış gerçeklik araçlarıyla ilişkili teknik sınırlamalar, erişilebilirlik ve öğrenme süreci gibi sorunların, bu araçların

kullanımında ve yaygınlaştırılmasında tasarımcılara zorluklar çıkarabilmektedir (Babchenko, 2019, s.102). Sabunchi'ye (2023) göre AR ve VR için tasarım yaparken tasarımcıların karşılaştığı en büyük zorluklardan biri hem sürükleyici hem de sezgisel bir deneyim yaratmaktır. Kullanıcılar, kafa karışıklığı hissetmeden tasarımla doğal ve sezgisel olarak etkileşime girebilmelidir. Bir diğer zorluk ise tasarımın engelli veya özel ihtiyaçları olan kullanıcılar da dâhil olmak üzere daha geniş bir kitleye erişilebilir olmasını sağlamaktır. Tasarımcılar, tasarımlarının herkes tarafından erişilebilir olmasını sağlamak için renk, yazı tipi, sesli komutlar ve el hareketleri gibi çoklu etkileşim faktörlerini göz önünde bulundurmalıdır. Ayrıca AR/VR için tasarım yapmak, tasarımın farklı cihazlar ve platformlara uygun bir biçimde optimize edilmesi, büyük miktarda verinin yönetilmesi gibi tasarımcıların üstesinden gelmesi gereken teknik zorlukları da beraberinde getirmektedir. Tasarımcıların donanımların pil ömrü ve işlem gücü gibi sınırlamalarını da dikkate almaları ve buna göre tasarım yapmaları beklenmektedir.

Grafik tasarımda AR/VR, tasarımcılara fiziksel ortamlara sorunsuz bir şekilde entegre olan dinamik ve ilgi çekici görsel öğeler yaratmaları için fırsatlar sunmaktadır. Bu bakımdan yakın gelecekte grafik tasarım sektöründeki çoğu kişinin, fotogerçekçi ve ilgi çekici deneyimler için gerekli bilgisayar donanımlarına ve kompakt akıllı gözlüklere sahip olacağı düşünülebilir. Örneğin Thomas Cook, 2015 yılında “Uçmadan Önce Deneyin” (Fly Before You Fly) isimli çevrimiçi sanal gerçeklik kampanyası başlatmıştır (Görsel 5). Bu bakımdan sanal gerçekliğin işletmelerin faaliyet gösterme ve tüketicilerle etkileşim kurma biçimlerini değiştiren dönüştürücü bir etki yarattığı söylenebilir.



Görsel 5. Thomas Cook, Uçmadan Önce Deneyin” (Fly Before You Fly) Kampanyası, 2015.

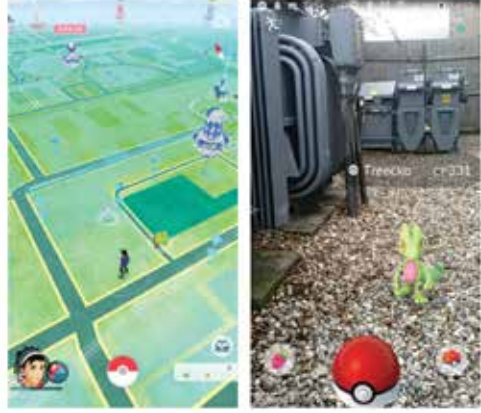
VR deneyimlerinin artık maliyetli olmaması ve özel ekipmanlar gerektirmemesi, insanların akıllı telefonlarındaki uygulamalardan VR içeriklerine daha hızlı ulaşmalarını sağlamaktadır. VR teknolojileri ilerledikçe, işletmelerin daha geniş bir kitleye hitap etmek için içerik tekliflerini çeşitlendirmeleri muhtemeldir (Raji ve diğerleri., 2024, s.730). Öte yandan ortaya çıkan teknolojilerin ilgili

platformların entegrasyonunu kolaylaştırmasıyla, işletmeler giderek çeşitli cihazlarda sorunsuz bir şekilde geçiş yapan VR deneyimleri oluşturmaya odaklanacaktır. Bu deneyimlerden birisi de “Within” isimli uygulamadır (Görsel 6). Uygulamanın içeriği animasyon, müzik, belgesel, korku, deneysel ve arşivler kategorilerine ayrılmıştır. Uygulamada öne çıkan içeriğe bakma seçeneği bulunmaktadır. “Samsung Gear VR” ile gerçekleşen bu deneyimde dijital içerik gerçek dünyanın üzerine kurgulanarak kullanıcıların sanal gerçeklik tatili yapması amaçlanmıştır. Thomas, bu yenilikçi girişimiyle kullanıcılarına mağaza içi sanal gerçeklik sunan ilk seyahat şirketi “Visualise” olmuştur. XR teknolojileri, dijital bilgi ve ortamlarla etkileşim kurmanın yeni yollarını sunarak endüstrilerde devrim yaratmaktadır ve bunları çeşitli alanlarda giderek daha yaygın hale getirmeyi amaçlamıştır.



Görsel 6. Within'de sunulan görüntüleme seçeneklerinin ekran görüntüsü.

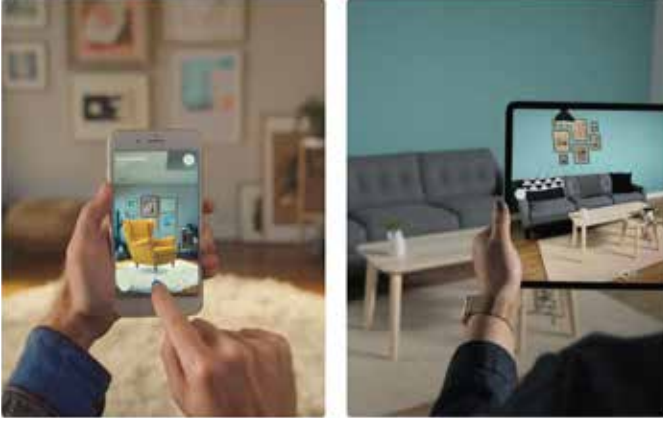
Geleceğe baktığımızda, çeşitli endüstrilerde VR'ın gidişatını şekillendiren birkaç trend öne çıkmaktadır. Özellikle 5G ağlarının sunduğu yüksek veri aktarım hızları, daha sorunsuz ve duyarlı VR etkileşimlerine olanak tanımaktadır. Bu teknolojik gelişimin gerçek zamanlı iletişime ve çok oyunculu oyun (İng: Multiplayer Video Game) deneyimlerine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Örneğin; artırılmış gerçekliğin kullanılmaya başlandığı ilk yıllarda sanal nesneler, gerçek alanlar üzerinde yerleştirilmiştir. Başta 2016 yılında Niantic tarafından geliştirilen “Pokémon Go” ve benzeri mobil oyunlar özellikle gençler arasında hızla ve etkili bir eğlence aracına dönüşmüştür (Görsel 7). 2024 yılında artırılmış gerçeklik, bu cesur başlangıçları aşarak gelişmeye devam etmekte ve önemli bir çalışma aracı olarak şekillenmektedir.



Görsel 7. “Pokémon Go” oyununun logosu ve oyundan ekran görüntüleri.

“Pokémon Go” örneğinde olduğu gibi yapay zekânın gelişimi artırılmış gerçeklikle yakından bağlantılıdır. Ancak bugünün teknolojisi ile yapay zekânın da ötesine geçildiği görülmektedir. AR ile sanal nesneler, gerçek alanlar üzerine yerleştirilebilmektedir. Dorrell (2024), AR’ın mekânsal tasarımdaki önemine şu sözlerle değinmektedir: “AR, iç tasarım uygulamalarında nesneleri görselleştirmeye ve mekânları yeniden tanımlamaya olanak sağlamaktadır. Örneğin, tasarımcılar sanal mobilyaları veya dekorları fiziksel bir odanın üzerine yerleştirerek müşterilerin karar vermeden önce mekânlarının nasıl görüneceğini görselleştirmelerine olanak tanır.”

Artırılmış gerçeklik teknolojisindeki başarı, birçok markayı etkilemiş ve uygulama dönüştürücü bir araç haline gelmiştir. AR’da etkileşimli anlatımın hayati görevlerinden birisi, kullanıcı ile karma gerçeklik ortamı arasındaki etkileşimi kolaylaştıracak uygun bir arayüz oluşturmaktır. AR uygulamalarında kullanılan ana arayüz türleri grafik kullanıcı arayüzleri (GUI), somut kullanıcı arayüzleri (TUI) ve doğal kullanıcı arayüzleridir (NUI) (Jin ve diğerleri., 2022, s.5799).



Görsel 8. “IKEA Place” uygulamasından görüntüler.

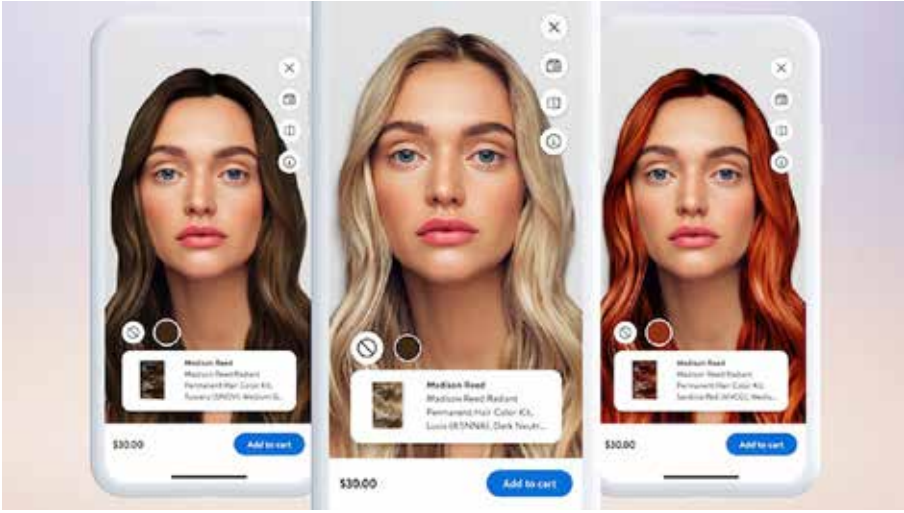
Bu kapsamda “IKEA Place” en dikkate değer örnek olarak gösterilebilir (Görsel 8). 2017 yılında yayımlanan uygulama, kullanıcıların akıllı cihazlarıyla evlerindeki bir odanın boyutlarını ve aydınlatma koşullarını dikkate alarak IKEA mobilyalarının üç boyutlu modellerini gerçek zamanlı olarak eşleştirebilmektedir. Ayrıca bu AR çözümü, kullanıcılara evleri için en uygun eşyaları satın alma güveni vererek mobilya alışverişindeki stresin bir kısmını hafifletmeye yardımcı olmayı amaçlamıştır.

IKEA örneğinde olduğu gibi farklı endüstrilerde uygulanan başarılı AR ve VR tasarımlarının birçok örneği bulunmaktadır. Diğer bir örnek ise Walmart’ın çalışanları için geliştirdiği ve çalışan performansının artmasına ve eğitim maliyetlerinin azaltılmasına yardımcı olan VR eğitim programıdır. Walmart bu kapsamda, müşterilerin moda, güzellik ve ev eşyalarının sanal ortamda nasıl görüneceğini hayal etmelerine daha iyi yardımcı olmak için yakın zamanda artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik teknolojilerine yatırımlarını artırmıştır (Görsel 9).



Görsel 9. Walmart, gözlük çerçevesi artırılmış gerçeklik uygulaması, 2022.

Walmart, bu uygulamayla sunduğu yeni bir “optik sanal deneme” ile müşterilerin gözlük alışverişi yapma şeklini geliştirmeyi amaçlamıştır. Sanal deneme özelliği, optikteki yüz yüze deneme deneyimini taklit edecek şekilde tasarlanmıştır. Walmart, sanal deneme sürecini mümkün olduğunca yüz yüze deneyime yakın hale getirecek şekilde çerçevelerinin dijital bir ikizini yaratmıştır. Tüketiciler beğendikleri bir çerçeve bulduktan sonra üzerine tıklayıp “dene” düğmesine dokunmaktadır. Walmart’ın müşterileri için geliştirdiği diğer bir ürün ise saç boyasıdır. Uygulama, insanların farklı renkteki kozmetik ürünleri ve saç tonlarını gerçek zamanlı olarak denemelerine olanak tanımaktadır (Görsel 10).



Görsel 10. Walmart, saç boyası artırılmış gerçeklik uygulaması, 2024.

AR ve VR tasarımında ortaya çıkan trendlerden bazıları, kullanıcı deneyimini geliştirmek için dokunsal hisler sağlayarak kullanıcı deneyimini kişiselleştirmek ve gerçek deneyimler sunmak için yapay zekâ uygulamaları içermektedir. Artırılmış gerçeklik posterleri ise izleme deneyimini daha fazla geliştirmek için düşünülmüş bir sunum biçimi olarak kullanılmaktadır. Posterler, akıllı telefon veya tablet gibi bir mobil cihazda görüldüğünde sanki dünyanın fiziksel bir parçasıymış gibi görünen etkileşimli dijital içeriklere dönüşmektedir. “POST-PRINT”; gerçek zamanlı, etkileşimli, 3B içeriğin bir iletişim aracı olarak kullanılmasının yanı sıra hem grafik tasarım hem de yaratıcı AR projesi olarak örnek gösterilebilir (Görsel 11).



Görsel 11. POST-PRINT isimli artırılmış gerçeklik uygulaması, 2017.

Dijital içerik, kullanıcının değiştirebileceği üç boyutlu animasyonlar, videolar veya etkileşimli öğeler gibi birçok biçimde olabilmektedir. İçerik, genellikle posterin mesajını tamamlayacak şekilde tasarlanmaktadır. Bir AR posterini oluşturmak için tasarımcıların öncelikle fiziksel posterin üzerine yerleştirilmiş dijital içeriği oluşturması gerekmektedir. Bu içerik, daha sonra posterini tanımak ve yorumlamak için bir AR uygulamasına veya yazılımına entegre edilmektedir. Poster basıldığında izleyiciler, artırılmış gerçeklik içeriğini görüntülemek ve AR posterinin tüm etkisini deneyimlemek için mobil cihazlarını kullanabilir. AR posterleri, dijital içeriği fiziksel dünyaya yerleştirmek için artırılmış gerçeklik teknolojisini kullanmaktadır. Posterler, böylece insanların dikkatini çekerken aynı zamanda bilgi aktarımında yeni ve ilgi çekici bir yaklaşım sağladığı için reklam ve pazarlamada sıklıkla tercih edilmektedir.

Sonuç olarak grafik tasarımda artırılmış gerçeklik, birçok statik tasarımı etkileşimli hale getirebilirken sanal gerçeklik ise kullanıcıları tamamen üç boyutlu, dijital ortamlara taşıyarak sanal sergiler, müzeler, mimari görselleştirmeler gibi kullanıcılarına birçok deneyim yaşatabilir. Bunun yanı sıra AR ve VR'ın grafik tasarımda kullanılması, tasarımcı ve hedef kitle açısından önemli bir kullanıcı deneyimidir. Bu sayede tasarımcı, fiziksel prototip ihtiyacını ortadan kaldırarak ürün geliştirmede zamandan ve maliyetten tasarruf sağlayabilir. Neticede yapay zekâ destekli teknolojiler, grafik tasarımda zaman tasarrufu sağlarken iş akışlarını kolaylaştırmaya yardımcı olabilir. Ayrıca AR/VR kullanımı, müşteri sadakatini artırmanın yanı sıra bir markaya ilgiyi uyandırabilir. Böylece marka, sektörde rekabet avantajı elde edebilir. Bu noktada grafik tasarımcıların; kullanıcı davranışlarını, tercihlerini ve uygulama geri bildirimlerini doğru analiz ederek ürün geliştirme ve müşteri etkileşimi hakkında bilinçli kararlar almaları beklenebilir.

SANAL GERÇEKLİĞİN KULLANILDIĞI TASARIM DİSİPLİNLERİ

Sanal gerçeklik; endüstrileri şekillendiren, insanların yaşam ve etkileşim şeklinde devrim yaratan en önemli teknolojilerden birisi olarak ortaya çıkmıştır. Bu teknolojilerin yüksek popülaritesi ise yaşamın tüm sektörlerini etkilemektedir. Emre ve diğerlerine göre (2019, s.121) Sanal gerçeklik teknolojisinde yaşanan değişimler neticesinde uygulamalarda kullanılan cihazların gelişmesine, düşen maliyetler sayesinde kolay erişilebilir olmasına ve bu teknolojinin daha yaygın kullanımına imkân tanımıştır. Mehrfard ve diğerlerine göre (2019) ise sanal gerçeklik teknolojisindeki son gelişmelerle birlikte profesyonel eğitim ve öğretim, üretim, hizmet veya düşük frekans/yüksek risk senaryoları gibi eğlence dışı ortamlarda bu tür teknolojilerin kullanımı önemli ölçüde artacaktır. Bilgisayar donanımı ve yazılımındaki son gelişmeler, ilgili maliyetlerin azalması ve bu alandaki uzmanlığın artmasıyla birlikte sanal gerçeklik, birçok disiplinde uygulanabilir bir öğretim yöntemi haline gelmektedir. Dolayısıyla sanal gerçekliğin uygulama alanları da teknolojinin kendisi kadar çok yönlü ve dinamiktir. VR, oyun ve eğlenceden eğitime, sağlık hizmetlerine, tasarıma kadar birçok endüstriyi yeniden şekillendirmiştir.

Mekânsal Tasarım (Spatial Design) ve Grafik Tasarımcının Değişen Profili

Dorrell'e (2024) göre mekânsal tasarım hem gerçek hem de sanal öğelerin bir arada var olduğu; oyun, eğitim, sağlık, mimari ve tasarım sektörlerindeki kullanıcıların ilgisini çeken; kullanıcı dostu ve görsel olarak çekici genişletilmiş gerçeklik ortamlarının oluşturulmasında önemli rol oynamaktadır. Bu doğrultuda düşünüldüğünde mekânsal tasarımın, yeni teknolojileri kullanarak kullanıcılarına daha etkileşimli bir dijital deneyim imkânı sağladığı öngörülebilir.

Fiziksel ortamın dijital deneyimlerle birleşmesi ile insanların günlük yaşam rutinleri değişmektedir. Bir başka deyişle, teknolojinin dinamik yapısının ve mekânsal tasarımın çevreyle kullanımı, etkileşim şeklimizde değişikliğe yol açmaktadır. Bu teknolojik değişim, aynı zamanda toplumda yeni bir deneyim elde etmek için ilgili donanımları satın almaya yönlendirmektedir. Pwc küresel araştırma sitesine (2024) göre VR ve AR, 2030 yılına kadar küresel ekonomiye 1,5 trilyon dolarlık bir destek sağlama potansiyeline sahiptir. Pwc uzmanları tarafından yürütülen ekonomik etki değerlendirmesinin bulgusu görsel 12'de görülmektedir.



Görsel 12. Pwc araştırmasına göre AR ve VR'n 2030 yılına kadar küresel etkisi.

Özellikle navigasyon sistemleri ve sanal ürün yerleştirmelerde kullanılan AR ve VR uygulamaları, mobil cihazlarda ve otomobillerde sıklıkla tercih edilmektedir. Bu teknolojiler ve uygulamalar, sanal ile gerçek arasındaki boşluğu doldurmayı amaçlayan ve genişletilmiş gerçekliğe (XR) giden yenilikçi çözümlerin yaygınlaşmasına ortam hazırlamaktadır.

VR yazılım pazarı, dünyada olduğu gibi ülkemizde de önemli bir büyüme yaşamaktadır. Dünyanın en büyük istatistik ve veri platformlarından birisi olan Statista'ya (2024) göre Türkiye'deki AR ve VR pazarı; müşteri tercihleri, pazardaki trendler ve özel koşulların etkisiyle önemli bir büyüme ve gelişme yaşamaktadır. Ek olarak Türkiye'deki müşteri tercihlerinin, AR ve VR pazarının büyümesinde önemli rol oynadığı düşünülmektedir. Yapılan incelemeler neticesinde, ilerleyen yıllarda artırılmış ve sanal gerçeklik konularının küresel ölçekte daha fazla ilgi toplayacağı öngörülmektedir. Gerçeklik ve sanallık sürecindeki teknolojiler değerlendirildiğinde her teknolojinin kendi içerisinde farklılık gösterdiği fakat bütüne bakıldığında birbirleriyle bağlantılı olduğu gözlenmektedir. Özellikle geçtiğimiz birkaç yılda, alternatif gerçeklikle ilgili konular ve güncel çalışmalar, tasarım alanlarında sıklıkla görülmektedir. Bu bölümde bu tür teknolojilerin ortaya çıkan eğilimleri, bu eğilimlerin tasarım ve tasarımcı açısından önemli bir yönü olarak geniş uygulama yelpazesiyle olan ilişkisi irdelenecektir.

Tasarımcılar; oran, tipografi, hiyerarşi, düzen, ışık ve sesi göz önünde bulundurarak ve tasarım öğelerini titizlikle kullanarak kullanıcıların ilgisini çekecek ortamlar yaratmayı amaçlamaktadır. Tasarımcının, genişletilmiş gerçeklik teknolojisi üzerinde geliştiricilerle iş birliği yaparken çok yönlü rolü bulunmaktadır. Bu kapsamda kullanıcı arayüzü, kullanıcı deneyimi ve sanal ortamdaki mekânsal unsurları dikkate almak önemlidir. Francioni (2024), mekânsal tasarımın toplumu şekillendirme potansiyeline sahip, gelişen bir alan olduğunu ve geleneksel düz tasarımların ötesinde çok disiplinli

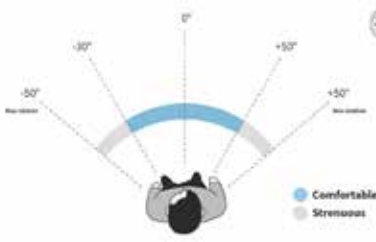
düşünme gerektirdiğini ifade etmektedir. Tasarımcıların çok yönlü düşünce yapısı içerisinde olması, iş birliğine açık çalışması, prototipler oluşturması ve geri bildirimlere yönelik üç boyutlu çözüm önerisi getirmesi elde edilecek çalışmanın niteliğini de artıracaktır.

Genişletilmiş gerçeklik (XR) teknolojileri için kullanıcı arayüzü tasarımı oldukça önemlidir. Uygulama simgeleri, tipografi, mizanpaj ve geri bildirim gibi öğeler kullanılabilirliği etkilemektedir. Bu etkileşim yöntemleri yalnız kullanıcılara rehberlik etmekle kalmamakta, aynı zamanda XR uygulamalarının başarısını da belirlemektedir. Mekânsal tasarım günümüzde yeni kullanılmaya başlayan ve gelişmekte olan bir teknoloji olduğu için kullanıcı deneyimlerine göre tasarımsal ve yazılımsal değişiklikler yapılmaktadır.



Görsel 13. Apple Vision Pro ile safari ekranının görünümü (2024).

Apple'ın ilk 3B kamerası olma özelliği taşıyan Apple Vision Pro, dijital içeriği fiziksel alanla harmanlayan ve kullanıcı deneyimini gelişmiş teknolojiye entegre eden bir cihaz olarak tasarlanmıştır. Ayrıca kullanıcılara herhangi bir odada sınırsız bir çalışma ortamı sunar. Bu sayede cihazla etkileşime giren kişiler, gözlerini, ellerini ve seslerini kullanarak gezinme imkânı bulur (Apple, 2025). MacOS, iOS ve iPadOS temelleri üzerine kurulan VisionOS'ta tasarımcılar, geleneksel düz alanların ötesinde X, Y ve Z eksenlerini kullanmaktadır. Arayüz, kullanıcının görüş alanını ve dijital etkileşimini anlık olarak belirlediği bir yerdir. Apple Vision Pro (Bkz. Görsel 13) örneğinde görüldüğü üzere genişletilmiş gerçeklik, geleneksel ekranların ötesine geçmektedir. Bu sonsuz alanda oluşan hareket, görüntü ve derinlik algısı kullanıcıların etkileşim şeklini değiştirirken tasarımcılara sürekli çözüm önerisi getirme ihtiyacı doğurmaktadır.



Görsel 14. Etkileşim Tasarımı Vakfı ve Apple Tasarım Yönergeleri (2024).

Görsel 14 incelendiğinde, 30 ila 60 derece aralığının görsel etkileşimin en rahat olduğu bölgeyi temsil ettiği görülmektedir. Önemli içeriğin bu bölgenin dışına yerleştirilmesi, kullanıcıları odak noktası dışına baş veya göz hareketleri yapmaya zorlayabilir ve bu da zamanla rahatsızlığa ve hatta fiziksel zorlanmaya yol açabilir (Lápicus, 2024). AR veya VR deneyimleri tasarlarken etkileşimli öğeleri rahat görüntüleme yayı içerisinde yerleştirmek önemlidir. Geleneksel tasarımdan farklı olarak üç boyutlu düzenlemelerde nesneleri farklı derinliklere yerleştirerek hangi öğelerin daha önemli olduğu vurgulanabilir. Bu noktada kullanıcı deneyiminin önemi dikkat çekmektedir.

Mekânsal tasarım, insanların dijital içerikle etkileşim kurma şeklinde önemli bir değişim yaratmıştır. Bu değişim; aynı zamanda bir alan, derinlik ve hiyerarşi duygusu yaratmak için dijital bir arayüz içindeki öğelerin düzenlenmesi anlamına gelmektedir. Kullanıcıların dikkatini yönlendirmek, kullanılabilirliği artırmak ve genel kullanıcı deneyimini geliştirmek için metin, görüntü ve etkileşimli bileşenler gibi öğelerin planlı olarak yerleştirilmesini içermektedir. Ekran tabanlı teknolojik cihazlar yıllardır kullanıcı arayüzü tasarımcılarının odak noktası olarak yer almıştır. Dolayısıyla üç boyutlu alanlarda kullanıcı arayüzü (UI) tasarımı oluşturmak için etkileşimli XR tasarım araçlarına ihtiyaç doğmuştur. Günümüzde yaygın olarak Blender, Figma, SketchUP, Tvorı, Adobe Aero, UE4 ve UnityUI isimli tasarım araçları kullanılmaktadır.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklikte grafik tasarım alanı üzerine yapılan çalışmalar incelenmiş, böylece grafik tasarımda konu hakkında eksiklikler güncel örneklerle giderilmeye çalışılmıştır. Çalışma, Milgram ve Kishino'nun gerçeklik-sanallık sürekliliğinde geçen kavramlar temelinde belirlenmeye çalışılmış ve güncel teknolojilerle desteklenmiştir. Literatür taraması yapıldığında incelenen teknolojilerin tarihsel süreçte sürekli değişim gösterdiği ve günümüzde ise halen gelişmeye devam ettiği görülmüştür. Fiziksel

gerçeklik, artırılmış gerçeklik, artırılmış sanallık, aşırı-akışkan gerçeklik, sanal gerçeklik, karma gerçeklik gibi kavramlar tanımlanmış; ilgili kavramlar hakkında güncel örneklerle yer verilmeye çalışılmıştır. Çalışmada ayrıca “şemsiye” terim olarak kullanılan ve diğer teknolojileri kapsayan “genişletilmiş gerçeklik” kavramı, mekânsal tasarım konusu bağlamında araştırılmaya çalışılmıştır. Bu kapsamda genişletilmiş gerçeklikte mekânsal tasarım ve grafik tasarımcının mesleki profili irdelenmeye çalışılmıştır. Yapılan incelemede genişletilmiş gerçeklik teknolojisinin VR/AR donanımları ile birlikte mekânsal tasarımda daha fazla tercih edildiği görülmüştür. Pwc araştırma şirketinin verileri de VR/AR kullanımının geleceği hakkında önemli ipuçları vermektedir.

Çalışmada yer alan kavramların birbirine yakın olması ve birçok alt başlık içermesi nedeniyle kavramsal çerçeve iki alt başlıkta ele alınmıştır. Ayrıca incelenen teknolojilerin hem güncel hem de gelişmekte olduğu düşünüldüğünde konunun grafik tasarıma ve tasarımcıya hem olumlu hem de olumsuz yönden etkilerinin olacağı öngörülmektedir. Genişletilmiş gerçeklikte kullanıcı arayüzü ve kullanıcı deneyiminin grafik tasarıma getirdiği olumlu yönler değerlendirildiğinde;

- Tasarım endüstrisinde yeni ortaya çıkan bir trend olarak tasarımcıların sanal gerçeklikten heyecan duyması ve buna bağlı olarak sürükleyici ve etkileşimli yeni bir ortam için tasarım yapmanın tasarımcılara yeni fırsatlar yaratacağı,

- Genişletilmiş gerçeklik teknolojisindeki gelişmeler ve akıllı cihazların sayısındaki artışla birlikte grafik tasarımcıların, gerçeklik-sanallık sürecinde yer alan teknolojilerde daha fazla araştırma yapma, tasarlama kılavuzunu anlama ve kullanıcıların ihtiyaçlarını ve sorunlarını çözecek ürünler oluşturma çabası içerisinde olacağı,

- Genişletilmiş gerçekliğin mimarlık, tasarım ve mühendislik gibi farklı alanlarda yaygın bir şekilde kullanılması, tasarımcıları disiplinlerarası iş birliğine yönlendirebileceği,

- Yapay zekâ destekli teknolojilerin ve donanımların, görüntüleri yeniden boyutlandırma, toplu işleme ve biçimlendirme gibi tekrarlanan görevleri otomatik hale getirerek tasarımcılara zaman kazandırabileceği düşünülebilir.

Olumsuz yönler değerlendirildiğinde;

- Yapay zekâ, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklikte yaşanan hızlı teknolojik gelişimlerin grafik tasarımcılar tarafından araştırma yöntemi, problem

tanımlama, fikir üretme, prototip oluşturma ve test etme gibi süreçlerin değerlendirilmesinde ve zaman yönetiminde sorunlara yol açabileceği,

- Giyilebilir sanal gerçeklik cihazlarının her geçen gün değişmesiyle birlikte maliyetlerinin artmasının, tasarımcıların ürünlere ulaşmasında ve prototip oluşturmada engel teşkil edebileceği,

- Grafik tasarımda yapay zekâ desteğinin tasarımcılarda yaratıcılığı kısıtlayabileceği ve ortaya çıkan grafik ürünlerin benzer nitelikte olabileceği,

- Başa takılan ekranların (HMD) ağırlığının, düşük çözünürlüğünün ve konfor eksikliğinin uzun süreli kullanım sırasında yorgunluğa ve hareket kısıtlılığına neden olabileceği söylenebilir.

Çalışmada son olarak grafik tasarımcıların özellikle güncel bir konu olan mekânsal tasarımda kullanıcı arayüzü (UI) ve kullanıcı deneyimi (UX) üzerine nasıl çalışması gerektiğine dair işlevsel bilgilere yer verilmeye çalışılmıştır. Genişletilmiş gerçeklikte mekânsal tasarımın toplum üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu eğitim, sağlık, turizm gibi birçok alanda tercih edildiği ve insanlara yaratıcı süreçte önemli iyileştirmeler sunduğu görülmektedir. Dolayısıyla genişletilmiş gerçeklik, tasarımcıların çalışma şeklini değiştirmektedir. Genişletilmiş gerçeklik teknolojilerinin gelişmesi için grafik tasarımda teknolojinin daha fazla kullanılması ve tasarımcıların yenilikçi tasarım çalışmaları yapması önerilmektedir. Bu sayede, tasarımcının özgün ifade biçimleri sunarak alanın gelişimine daha fazla katkı sunması beklenebilir. Bu teknolojilerin kullanımında ise konunun iletimi açısından UI/UX bilgisine daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır.

KAYNAKÇA

Anthes, C., García-Hernández, R. J., Wiedemann, M. ve Kranzlmüller, D. (2016). State of The Art of Virtual Reality Technology. IEEE Aerospace Conference, Big Sky, MT, USA, 2016, (pp. 1-19). doi: 10.1109/AERO.2016.7500674.

Atiker, B. (2022). The Creative Use of Artificial Intelligence in XR Applications. The Turkish Online Journal of Design Art and Communication, 12 (3), 587-605. <https://orcid.org/0000-0002-4622-7409>

Aydemir, D. (2023). Revitalizing Turkish Mythological Elements through Artificial Intelligence Applications in Graphic Design: A Case Study on Midjourney. International Scientific and Vocational Studies Journal, 7(2), 187-205. <https://doi.org/10.47897/bilmes.1400144>

Babchenko Y. (2019). Graphic design in the Space of Information and Communication Technologies of the Present. Mystetsoznavchi Zapysky. Art Studies Notes, 36, (pp. 99-104). <https://doi.org/10.32461/190670>

Baran, H. (2021). Üç Boyutlu Konsept Tasarım ve Animasyonun Sanal Gerçeklik Uzamındaki Uygulama Yöntemleri (693098). [Sanatta yeterlik tezi, Hacettepe Üniversitesi]. Yök Tez Merkezi.

Curran, V. R., Xu, X., Aydin M. Y. ve Oscar, M. (2022) Use of Extended Reality in Medical Education: An Integrative Review. Medical Science Educator 33: 275–286. Crossref. PubMed. <https://doi.org/10.1007/s40670-022-01698-4>

Desai, R. P., Desai, N. P., Ajmera, D. K. ve Mehta, K. (2014). A Review Paper on Oculus Rift-A Virtual Reality Headset. International Journal of Engineering Trends and Technology (IJETT) – Volume 13, Number 4: 175-179.

de Souza e Silva, A. ve Sutko, D. M. (2009). Digital Cityscapes: Merging Digital and Urban Playspaces. (pp. 1-20). New York: Peter Lang Publishers.

Emre, İ. E., Selçuk, M., Budak, V. Ö., Bütün, M. ve Şimşek, İ. (2019). Eğitim Amaçlı Sanal Gerçeklik Uygulamalarında Kullanılan Cihazların Daldırma Açısından İncelenmesi. Bilişim Teknolojileri Dergisi, 12(2), 119-129. <https://doi.org/10.17671/gazibtd.453381>

GAO. (2022). Science & Tech Spotlight: Extended Reality Technologies. GAO-22-105541 Extended Reality Technologies. U.S. Government Accountability Office.

Garb, Y. (1987). Virtual Reality, Whole Earth Review, (57).

İrîqat, S. ve Vatansever, F. (2020). Comparison of Reality Types. Uludağ Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 25 (3), 1155-1168. <https://doi.org/10.17482/uumfd.789985>

Irimia, A., Ghicioi, E., Pupzan, D. ve Nicolescu, C. (2022). Research On The Use of Virtual Reality in Intervention And Rescue Activities. MATEC Web of Conferences. 354, 00055. SESAM 2021, (pp 1-7). <https://doi.org/10.1051/mateconf/202235400055>

İpek, A. R. (2020). Artırılmış Gerçeklik, Sanal Gerçeklik ve Karma Gerçeklik Kavramlarında İsimlendirme ve Tanımlandırma Sorunları. İdil, 71 (2020 Temmuz): s. 1061-1072. Doi: 10.7816/idil-09-71-02

Jin, Y., M, M. ve Z, Y. (2022). A Comparison of Natural User Interface and Graphical User Interface for Narrative in HMDBased Augmented Reality. Multimedia Tools and Applications. 81: 5795-5826. <https://doi.org/10.1007/s1042-021-11723-0>

Jingu, A., Withana, A. ve Steimle, J. (2023). Double-Sided Tactile Interactions for Grasping in Virtual Reality. UIST '23: Proceedings of the 36th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology. Article No.: 9, (pp 1-11). <https://doi.org/10.1145/3586183.3606798>

Karatay, A. (2015). Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi ve Müze İçi Eser Bilgilendirme ve Tanıtımlarının Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi Yordamıyla Yapılması [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Dumlupınar Üniversitesi.

Kharoub, H., Lataifeh, M. ve Ahmed, N. (2019). 3D User Interface Design and Usability for Immersive VR. Applied Sci. 9, 4861. (pp. 1-29). Doi:10.3390/app9224861.

Kozik, V., Mykytenko, V. ve Belianska, T. (2024). Interaction of Artists with Augmented Reality Technology: Practical Experience In Graphic Design. Humanities Science Current Issues: Interuniversity collection of Drohobych Ivan Franko State Pedagogical University Young Scientists Research Papers. 72(2). (pp. 91-95). <https://doi.org/10.24919/2308-4863/72-2-12>

Krueger, M. W. (1991). Artificial reality (2nd ed.). Addison-Wesley.

Lobwein, G. ve McKewen, D. (2024). Expanded Experience: An 'Artist-Bricoleur' Approach to Writing VR in Contemporary Art. Screenwriting for Virtual Reality (pp.205-229). Doi: 10.1007/978-3-031-54100-1_9

MacIntyre, B., Gandy, M., Dow, S. ve Bolter, J. D. (2004). DART: A Toolkit for Rapid Design Exploration of Augmented Reality Experiences. In Proceedings of the 17th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology, Santa Fe, NM, USA. (pp. 197-206). <https://doi.org/10.1145/1029632.1029669>

Mehrfard, A., Fotouhi, J., Taylor, G., Forster, T., Navab, N. ve Fuerst, B. (2019). A Comparative Analysis of Virtual Reality Head-Mounted Display Systems. arXiv preprint arXiv:1912.02913 12(5). <https://doi.org/10.48550/arXiv.1912.02913>

Milgram, P. ve Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Transactions on Information and Systems, 77(12), 1-15.

Raji, M. A., Olodo, H. B., Oke, T. T., Addy, W. A., Ofodile, O. C. ve Oyewole, A. T. (2024). Business Strategies in Virtual Reality: A Review of Market Opportunities and Consumer Experience. International Journal of Management & Entrepreneurship Research. 6(3). (pp. 722-736). <https://doi.org/10.51594/ijmer.v6i3.883>

Sala, N. (2021). Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality in Education: A Brief Overview. Current and Prospective Applications of Virtual Reality in Higher Education. Chapter 3. Doi: 10.4018/978-1-7998-4960-5.ch003

Oyewole, A. T., Adeoye, O. B., Addy, W. A., Okoye, C. C., Ofodile, O. C. ve Ugochukwu, C. E. (2024). Augmented and Virtual Reality in Financial Services: A Review of Emerging Applications. World Journal of Advanced Research and Reviews, 21(03). (pp. 551-567). <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.21.3.0623>

Pacchierotti, C., Chinello, F., Koumaditis, K., Di Luca, M., Ofek, E. ve Georgiou, O. (2024). Haptics in the Metaverse: Haptic feedback for Virtual, Augmented, Mixed, and Extended Realities. IEEE Transactions on Haptics (ToH), 2024. (pp. 1-6).

Pribadi, A. P., Rahman, Y. M. R. ve Br Silalahi, C. D. A. (2024). Analysis of the Effectiveness and User Experience of Employing Virtual Reality to Enhance the Efficacy of Occupational Safety and Health Learning for Electrical Workers and Graduate Students. Department of Health Behaviour Environment and Social Medicine, Faculty of Medicine, Public Health and Nursing, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia. (pp. 1-11). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e34918>

Türker, O. ve Işık, A. (2023). Nft Uygulamaları Bağlamında Artırılmış Gerçeklik Destekli Müze Uygulaması. Sanat ve Tasarım Dergisi, 13(1), 326-342. <https://doi.org/10.20488/sanattasarim.1314001>

İNTERNET KAYNAKLARI

Apple. (2025). Apple Vision Pro. <https://www.apple.com/apple-vision-pro/> 02 Mart 2025'te alınmıştır.

Dorrell, G. (2024). Spatial Design and Extended Reality. <https://www.lightflows.co.uk/blog/spatial-design-and-extended-reality/> 16 Temmuz 2024'te alınmıştır.

Francioni, F. (2024). SXSW 2024: Spatial Design and AI are your new dynamic duo. <https://uxdesign.cc/sxsw-2024-spatial-design-and-ai-are-your-new-dynamic-duo-1cde71e32edf> 10 Haziran 2024'te alınmıştır.

Lápicus, Y. (2024). Beyond the Screen: The Principles of Spatial Design for VisionOS. <https://bootcamp.uxdesign.cc/beyond-the-screen-the-principles-of-spatial-design-for-visionos-7ad268c7055b> 22 Ağustos 2024'te alınmıştır.

Pwc. (2024). Seeing is believing. <https://www.pwccn.com/en/tmt/economic-impact-of-vr-ar.pdf> 5 Eylül 2024'te alınmıştır.

Sabunchi, D. (2023). Designing ekânsa Future: Challenges and Opportunities in AR and VR. <https://bootcamp.uxdesign.cc/designing-for-the-future-challenges-and-opportunities-in-ar-and-vr-fb510ba8d2b8> 20 Ağustos 2024'te alınmıştır.

Statista. (2024). AR & VR Turkey. <https://www.statista.com/outlook/amo/ar-vr/turkey#analyst-opinion> 12 Ağustos 2024'te alınmıştır.

Vaseghi, S. (2024). OpenAI's Sora Through the Eyes of Apple Vision Pro: The Emergence of Extreme-Fluid Reality. <https://medium.com/ai-advances/openai-sora-through-the-eyes-of-apple-vision-pro-the-emergence-of-extreme-fluid-reality-dee3a7094812> 7 Ağustos 2024'te alınmıştır.

Wikipedia. (2024). Extended Reality. https://en.wikipedia.org/wiki/Extended_reality 8 Temmuz 2024'te alınmıştır.

GÖRSEL KAYNAKLAR

Görsel 1. Milgram, P. ve Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. IEICE Transactions on Information and Systems, 77(12), 1-15. 18 Eylül 2024'te alınmıştır.

Görsel 2. GAO. (2022). Science & Tech Spotlight: Extended Reality Technologies. GAO-22-105541 Extended Reality Technologies. U.S. Government Accountability Office. <https://www.gao.gov/assets/gao-22-105541.pdf> 12 Temmuz 2024'te alınmıştır.

Görsel 3. Hayden, S. (2022). Varjo's Enthusiast Grade VR Headset is Getting a Brain-Computer Interface (and it's not cheap). <https://www.roadtovr.com/varjos-aero-open-brain-computer-bci/> 18 Temmuz 2024'te alınmıştır.

Görsel 4. Irving, M. (2022). Haptic Hydrogel "Skin" Simulates Touch in VR and AR. <https://newatlas.com/wearables/haptic-hydrogel-wearable-touch-vr-ar/> 22 Temmuz 2024'te alınmıştır.

Görsel 5. Creativepool. (t.y.). Thomas Cook Try Before You Fly. <https://creativepool.com/visualise/projects/thomas-cook-try-before-you-fly-for-thomas-cook> 13 Temmuz 2024'te alınmıştır.

Görsel 6. Blackwood, J. D. (2021). Exploring VR Content From Within, A VR App. <https://amt-lab.org/reviews/2021/7/within-vr-app> 20 Temmuz 2024'te alınmıştır.

Görsel 7. Pokemon. (t.y.). Community note: Updates to The Pokémon GO map. <https://pokemongolive.com/post/mapupdates-2022/> 28 Temmuz 2024'te alınmıştır.

Görsel 8. Ikea. (2020). New AR Capabilities for IKEA Place on iPad Pro. <https://www.ikea.com/global/en/newsroom/innovation/ikea-to-launch-new-ar-capabilities-for-ikea-place-on-new-ipad-pro-200319/> 08 Temmuz 2024'te alınmıştır.

Görsel 9. Pymnts. (2022). Walmart Adds Digital Eyeglass Fitting Company to Stable of AR Try-on Tools. <https://www.pymnts.com/news/retail/2022/walmart-adds-digital-eyeglass-fitting-company-augmented-reality-try-on-tools/> 17 Temmuz 2024'te alınmıştır.

Görsel 10. Virtual Try on Tech. (2024). Walmart Boosts Its Augmented Reality Offerings With Introduction of Hair Colour Products Try-On Feature. <https://retailtechinnovationhub.com/home/2024/3/7/walmart-boosts-its-augmented-reality-offerings-with-introduction-of-hair-colour-products-try-on-feature> 20 Temmuz 2024'te alınmıştır.

Görsel 11. Behance. (t.y.). <https://www.behance.net/gallery/79737469/POSTPRINT-AR-3D-in-Graphic-Design> 16 Temmuz 2024'te alınmıştır.

Görsel 12. Pwc. (2024). Seeing is Believing. <https://www.pwccn.com/en/tmt/economic-impact-of-vr-ar.pdf> 5 Eylül 2024'te alınmıştır.

Görsel 13. Lápicus, Y. (2023). Beyond the Screen: The Principles of Spatial Design for VisionOS. <https://bootcamp.uxdesign.cc/beyond-the-screen-the-principles-of-spatial-design-for-visionos-7ad268c7055b> 22 Ağustos 2024'te alınmıştır.

Görsel 14: Interaction Design Foundation. (t.y.). Field of View (FOV) in Extended Reality. <https://www.interaction-design.org/literature/topics/field-of-view-fov-in-extended-reality?srsId=AfmBOopN55mnIEmpuMAWZkLfGwa90-tQxxlcWUllwGRifGBUK3olhpi5> 13 Temmuz 2024'te alınmıştır.