

## Bir yapıdan bir kente kültürel değerlerin artırılmış gerçeklik teknolojileriyle ortaya konulması

Doç. Özge KANDEMİR\*, Araş. Gör. Gökhan ULUSOY\*\*

### Özet

Kültürel miras turizmi, bir yerin ve o yerde yaşayan insanların tarihini ve kültürünü aktaran birer bilgi kaynağıdır. Bu kaynak ziyaretçilerin beklentilerine ve öğrenme deneyimlerine etki edecek teknolojilere ihtiyaç duymaktadır. Sürükleyici teknolojiler bu deneyimleri geliştirmek üzere kullanılmaktadır. Bu teknolojiler kültürel miras oluşumlarına yönelik bilgilerin kitlelere aktarılmasına, yaşanılacak deneyimin kişiselleştirilmesine yönelmektedir. Bu teknolojiler aracılığıyla kullanıcının içerikle etkileşimini sağlayan faktörler; yenilikçi eylemler, katılıma ve deneyime dayalı eğitim olanaklarıdır. Özellikle artırılmış gerçeklik teknolojileri, gerçek ve eşzamanlı olarak, fiziksel dünyaya dijital bilgi katmanları eklemekte, kullanıcıyı fiziksel mekâna sanal verilerle dahil etmektedir. Böylelikle, gerçeklik tümüyle değiştirilmek yerine tamamlanır hale gelmektedir. Artırılmış gerçeklik teknolojileri, yapı ölçeğinden kent ölçeğine, "Gözlerin ulaşamadığı şeyleri görebilme", "Gözlerin göremeyeceği şeyleri görebilme", "Görüleni anlatma" ve "Daha fazla gözle görebilme"yi mümkün hale getirmektedir. Burada önemli olan fiziksel mekândan ve bağlamdan kopmamak-koparılmamaktır. Günümüzde bazı geleneksel ya da yeni nesil mobil haritalar ve gezi rehberleri kullanıcıların bilgi edinmesi, yeni yerler keşfetmesini sağlarken çevreye daha az dikkat etmelerine, içerik ve bu içeriği aktaran araca odaklanmalarına neden olmaktadır. Bu durum ise temelde kullanıcının fiziksel dünyayla etkileşimini sınırlandırmakta, onu daha simüle edilmiş bir ortama sokmaktadır. Buna karşın Artırılmış gerçeklik teknolojileri kültür rotaları hakkındaki bilgiyi anlaşılır bir biçimde fiziksel ortamla ilişkilendirmektedir. Bu farkındalıkla çalışmada nitel veri analiz yöntemi olan doküman analizi yönteminden yararlanılmıştır. Çalışma, artırılmış gerçeklik teknolojilerinin, bir yapıdan bir kente kültürel miras alanlarında nasıl kullanıldığına yönelik verileri uygulama örnekleri üzerinden aktarmayı amaçlamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Kültürel Miras Turizmi, Somut Kültürel Miras, Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi, Kullanıcı Deneyimi

\*Eskişehir Teknik Üni. Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, Eskişehir, Türkiye  
E-mail: ozgekandemir@eskisehir.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7999-5845

\*\*Eskişehir Teknik Üni. Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, Eskişehir, Türkiye.  
E-mail: gulusoy@eskisehir.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1121-1447

**Başvuru – Submission: 05/09/2022**

**Kabul – Acceptance: 10/01/2023**

**DOI: <https://doi.org/10.32955/neujna202371591>**



## From a building to a city revealing cultural values with augmented reality technologies

### Abstract

Cultural heritage tourism is an information source conveying history and culture of a place and people. This source needs technologies affecting visitors' expectations and learning experiences. The immersive technologies are used to enhance them. These technologies tend to transfer information about cultural heritage to the masses and to personalize experience. The factors enabling user to interact with the content through them are innovative actions and educational opportunities based on participation and experience. In particular, augmented reality technologies add layers of digital information to the real world simultaneously, and involve the user in the physical space with virtual data. Hence, reality becomes complete rather than completely changed. They make it possible to “see what your eyes cannot reach”, “see what your eyes cannot see”, “tell you what you are seeing” and “see with more eyes”. The important thing is not to be detached from the physical space and context. Today, some traditional or new generation mobile maps and travel guides allow users to have information and discover new places, while causing them to pay less attention to the environment and focus on the content and the vehicle transmitting it. This limits the user's interaction with the physical world and puts him in simulated environments. However these technologies clearly relate information about cultural routes with the physical environment. So in the study, the document analysis as a qualitative data analysis method, has been used. The study aims to convey data on how augmented reality technologies are used in cultural heritage tourism from a building to a city through applications.

**Keywords:** Cultural Heritage Tourism, Tangible Cultural Heritage, Augmented Reality Technology, User Experience

### 1. Giriş

Günümüzde öğrenme; sadece formel eğitim kapsamında ele alınmayan, yer ve zaman sınırlamaları içermeyen, öğrenmenin sürekliliği ilkesine dayalı olarak yaşam boyu devam eden bir eylem olarak algılanmakta, Titmus vd. (1997:19-20)'nin deyişiyle de, yaşam boyu süren bir “*deneyim*” olarak kavranmaktadır. Yaşam, bireyin kendi başına geçirdiği sürekli öğrenme sürecine karşılık gelmektedir. Bu çerçevede her birey, teknik ve toplumsal değişime ayak uydurabilmek, kendi çevresine ilişkin şartlar altında meydana gelen değişiklikler karşısında hazırlıklı olabilmek ve bireysel gelişimi bakımından tüm gizil gücünü harekete geçirebilmek amacıyla sürekli, maksatlı ve ardışık bir öğrenim görmesi için özgül fırsatlara ihtiyaç duymaktadır.

**ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE**

Bu noktada Holl'un deyimiyle bir mimari deneyim, tüm dış gürültüyü susturmakta, dikkati kişinin varlığına odaklamaktadır. Tüm sanatlar gibi mimari de salt varoluşun farkına varılmasını sağlamaktadır. Aynı zamanda mimari, kişiyi şimdiki zamandan koparmakta, zamanın ve geleceğin yavaş, katılmış akışının deneyimine davet etmektedir. Temelde binalar ve şehirler zamanın araçları ve müzeleri olup, tarihin geçişinin görülmesini ve anlaşılmasını sağlamaktadır (Holl, 1994). Bu noktada Falk vd.'nin de ifadesiyle, kültürel miras turizmi, yaşam boyu öğrenmenin önemli bir ayağını oluşturmaktadır (Falk vd. 2012). Kültürel miras turizmi, bir yerin ve o yerde yaşayan insanların tarihini ve kültürünü aktaran birer bilgi kaynağı olup, ziyaretçilerin beklentilerine ve öğrenme deneyimlerine etki edecek teknolojilere ihtiyaç duymaktadır.

Genel olarak kültürel miras turizminde, yeni deneyimler geliştirmek üzere kullanılan teknolojik araçlar, Giannopoulos'dan aktarımla, araştırma prototiplerinden, ticari ürün ve uygulamalara kadar çok sayıda teknolojiyi ve sistemi içeren bilgi ve iletişim teknolojilerine (ICT) bağlı olarak gelişim göstermiştir (Giannopoulos, 2004). Bilgi iletişim teknolojisindeki ilerlemeler, akıllı telefonların artan yaygınlığı ve yapay zekanın hızlı gelişimi ile birlikte, daha uygun maliyetli ve yüksek performanslı sensör teknolojilerinin ve grafik işleme birimlerinin geliştirilmesini sağlamıştır. Bu ilerleme, sanal gerçeklik (VR), artırılmış gerçeklik (AR) ve karma gerçeklik (MR) olarak adlandırılan ve sürükleyici teknolojiler (IT) üst başlığı altında toplanan sanal görüntüleme teknolojilerini endüstriye getirmiştir. Böylelikle farklı alanlardaki araştırmacıların, kullanıcıların dijital olarak oluşturulan uyarılarla etkileşime girmesine olanak tanıyan kontrollü sanal ortamlar yaratabilmesi mümkün hale gelmiştir (Sermet & Demir, 2020). Bu sanal ortamlar, bir fikrin üretilmesi ve geliştirilmesi, denenmesi ve test edilmesine yönelik inovasyon süreçlerini olanaklı kılmaktadır.

Günümüzde açığa çıkan bu yeni teknolojiler sayesinde interaktif oyunlar, www siteleri, ekran atraksiyonları, 3B filmler ve sanal gerçeklik ortamları gibi yeni deneyim türleri de ortaya çıkmıştır. Gittikçe daha akılda kalıcı deneyimler yaşatacak daha büyük işlem gücü yaratma arzusu, bilgisayar sektöründeki ürün ve hizmetlere yönelik talebi ileri noktalara götürür hale gelmiştir (Pine ve Gilmore, 2012). Gündelik gerçeklik ve deneyimler, sanal yaşantıların ve siber kültürün düşleri yanında sönük kalabilmektedir. Geleceğin teknolojilerine duyulan inanç, yeni tekno-hayalperestlikler, yeni tekno-kültürün sunduğu kaçış potansiyelini kucaklamaya davet etmektedir. Dijital imaj teknolojileriyle, sanal gerçeklikteki sanal bir yaşama, mutlak yanılısamaya girerek gerçek yaşamın sınırlamalarından tamamen kaçabilmek de mümkün olabilmektedir (Robins, 2013:). Bu durum, eğitim alanında yeni nesil deneyim ortamları yaratılmasının da önünü açmaktadır. Bu teknolojiler, teknik hazırlık, mesleki eğitim, öğretim ve operasyonlar için nispeten daha ucuz, daha kapsamlı, kompakt ve erişilebilir olan yeni nesil simülasyonlar ve simülasyon tabanlı deneyimler kategorisinin yolunu açmıştır (Mallam vd. 2019). Bunların yanı sıra öğrenmeyi desteklemek ve geliştirmek için öğrenme ortamları, sanal dünyalar ve artırılmış gerçeklik gibi sürükleyici teknolojilerin kullanımına entegre etmiştir (Di Serio vd. 2013). Böylelikle "sürükleyici öğrenme" deneyimlerinin açığa çıkabilmesi mümkün hale gelmiştir. Bu doğrultuda günümüzde sürükleyici teknolojiler, kültürel miras alanlarında da ziyaretçilerin, içerikle dijital olarak etkileşime girmelerine ve hatırlanmaya değer

**ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE**

eylemler aracılığıyla öğrenme deneyimi elde etmelerine katkı sağlar hale gelmiştir. Ziyaretçiler bilinmeyi, interaktif, eğlenceli ve eğitici bir şekilde öğrenir hale gelmektedir. Aktif katılıma ve etkileşime dayanan bu deneyimler, sürükleyici teknolojilerin türüne bağlı olarak ziyaretçiye yeni öğrenme olanakları yaratmakta ve fizikselden sanala deneyim alanının genişletilip zenginleştirilmesine olanak tanımaktadır. Ziyaretçiler sanal gerçeklik teknolojisiyle, bir video ekranı tarafından dünyadan yalıtılarak tamamen sentetik bir çevreye dahil edilirken, artırılmış gerçeklik teknolojisi ile kullanıcının içinde olduğu fiziksel dünyanın gerçekliği, optik bir görüntüleme katmanı aracılığıyla güçlendirilmektedir.

Genel olarak teknoloji McLuhan'ın da ifadesiyle, insan duyularından herhangi bir tanesini öne çıkarmaya zorlarken, aynı anda öteki duyuları ya zayıflatmakta ya da geçici olarak tümüyle ortadan kaldırmaktadır (McLuhan, 2001). Günümüzde ise bu duyu dokunmaya karşılık gelmektedir. Sennet'in deyimleriyle dokunma duyusu yoluyla yabancı bir şeyi ya da birini hissetme riskine girilmekte, teknoloji ise bu riskten uzak durulmasını sağlamaktadır (Sennet, 2018). Teknolojiler dünyayla olan etkileşime aracılık etme, erteleme hatta ikame etme işlevlerini üstlenmektedir. Dünyayla ve dünyanın gerçekliğiyle doğrudan teması girmekten kaçınmak için teknolojiler kullanılmaktadır. Temasa girmek, dünyanın yabancılığını hissetme riskini de beraberinde getirmekte; dokunma duyusu, dünyanın kaotik veya katastrofik yapısına maruz kalma riskini taşımaktadır. Teknoloji dünyayı belirli bir mesafede tutmaya yardımcı olmaktadır. Teknoloji bize dünyayla doğrudan temasın vereceği rahatsızlıktan tecrit edecek araçlar sağlamaktadır (Robins, 2013).

Bu verilere karşın artırılmış gerçeklik teknolojileri, sahip olduğu özellikler ve sağlanabilirlikleriyle bu eleştirilerin hedefi olmaktan uzaklaşmaktadır. Ele alınan çalışma, artırılmış gerçeklik teknolojilerinin Kültürel miras turizmi kapsamında, ziyaretçinin fiziksel dünyayla olan temastan kopmadan sanal verilerle etkileşime girerek, öğrenme deneyimi elde etmesine ilişkin özelliklerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Kültürel miras turizminde artırılmış gerçeklik teknolojisi, ziyaretçiyi fiziksel bağlamdan koparılmadan içerikle buluşturabilen az rastlanır araçlardan biri olarak değerlendirilmektedir. Herkes için yeni öğrenme yolları yaratan, öğrenme deneyimini eğlenceli-ilgi çekici hale getiren ve aktif katılımı teşvik eden yapısıyla, artırılmış gerçeklik teknolojisinin kültürel miras alanlarında nasıl kullanıldığına yönelik veriler aktarılmaya çalışılmıştır. Bu çerçevede uluslararası ölçekte konuya ilişkin yapılan araştırmaların toplanması, gözden geçirilmesi, sorgulanarak analiz edilmesini içeren ve nitel bir veri analiz yöntemi olan doküman analizi yönteminden yararlanılmıştır. Ele alınan çalışmada genelden özele, kültürel miras turizmi, ziyaretçi ve teknoloji ilişkisine yer verilmiş, sürükleyici teknolojiler kapsamında artırılmış gerçeklik teknolojisinin özellikleri ortaya konulmuş, kültürel mirasın aktarılmasında artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanım biçimine örnekler üzerinden yer verilmiştir.

## 2. Kültürel Miras Turizmi-Ziyaretçi Deneyimi-Teknoloji İlişkisi

Kültürel miras turizmi, somut (*anıtlar, yapı ve yapı grupları, kültürel ve doğal sit alanları, kültürel peyzajlar, artefaktlar, objeler vb.*) ve somut olmayan (*gelenekler, değerler, inançlar, anılar, anlatılar, semboller, yazılı belgeler, ritüeller, festivaller, dokular, renkler, kokular vb.*) kültürel mirasa odaklanan yapısıyla, turizmin önemli bileşenlerinden birini oluşturmaktadır. Çekül Vakfı, Tarihi Kentler Birliği ile yaptığı çalışmada genel olarak kültürel (miras) turizmini; doğal alanları, anıtsal ya da sivil mimari yapıları, sanat ürünlerini, koleksiyonları, kültürel kimlikleri, gelenekleri ve dilleri kapsayan, somut ve somut olmayan kültür mirasının tüm ürünlerini paylaşmayı ve tanımayı amaçlayan bir gezi türü olarak nitelendirmiştir (Çekül, 2012). Benzer bir kapsamda ABD Ulusal Tarihi Koruma Vakfı “*National Trust for Historic Preservation*” (2018) da, kültürel miras turizmini “kültürel, tarihi ve doğal kaynaklar da dahil olmak üzere geçmişin ve şimdiki zamanın hikayelerini ve insanların otantik bir şekilde temsil eden yerleri, artefaktları ve etkinlikleri deneyimlemek için seyahat etmek” olarak tanımlamıştır.

Temelde turizmin en eski ve en yaygın biçimlerinden biri olan kültürel miras turizmi, 1980’li yıllardan günümüze önemli ölçüde evrim geçirerek akademik çalışmaların kapsamında yer alır hale gelmiştir. 1990’ların sonlarından bu yana, yapılan araştırmalar daha analitik hale gelirken, teorik ve kavramsal gelişime odaklanılmıştır. “*Kültürel deneyim, insanların kültürel mirasla kurduğu ilişkiler, ziyaretler ve grup içi dayanışma yoluyla kimliğin güçlendirilmesi*” gibi önemli kavramlara giderek daha fazla vurgu yapılır hale gelmiştir. Yapılan araştırmalar, gerçekleştirilen tüm seyahatlerin %80’inden fazlasının kültürel mirasın unsurlarına yönelik olduğunu göstermektedir (Timothy, 2018). Bu veriler kültürel miras turizminin geliştirilmesine yönelik yapılacak çalışmalara duyulan ihtiyacı ortaya koyar niteliktedir.

Kültürel miras turizmi, kişilerin kültürel ihtiyaçlarını karşılamak üzere yeni bilgiler ve deneyimler elde etmek amacıyla, ikamet ettikleri yerlerden uzaktaki kültürel çekim noktalarına hareket etmesi iken (Richards, 2001:37), yaşayan ve inşa edilmiş kültürel unsurlara dayanmakta, somut ve somut olmayan geçmişin bir turizm kaynağı olarak kullanılmasına da gönderme yapmaktadır (Timothy & Nyaupane, 2009:4). Chhabra vd’nin ifadesiyle ise, kültürel miras turizmi, birçok çağdaş ziyaretçinin geçmiş ve şimdiki kültürel manzaraları, performansları, yemek kültürünü, el sanatlarını ve katılımcı faaliyetleri doğrudan deneyimleme ve tüketme talebini temsil etmektedir. Arz açısından ise, kültürel miras turizmi, toplumsal-ekonomik kalkınmaya yönelik bir araç olarak değerlendirilmekte, yerel yönetimler ve özel işletmeler tarafından da desteklenmektedir. Bu noktada ziyaretçi ihtiyaçlarının belirlenmesine yönelik yapılan araştırmalardan elde edilecek veriler önem kazanır hale gelmektedir. Buna rağmen, planlamacıların, ziyaretçilerin kültürel miras turizminden beklentilerini ve bunların altında yatan davranışsal yapıyı/yapıları belirlemelerine yardımcı olacak sınırlı sayıda bilgiye ulaşılmaktadır (Chhabra vd. 2003).

Bu çerçevede Kanada, Ontario Turizm Bakanlığı tarafından yürütülmüş olan bir araştırmanın sonucu, kültürel miras turizmini tercih eden ziyaretçilerin bir diğer ifadeyle de kültür gezginlerinin özelliklerini ortaya koyar niteliktedir. Buna göre kültür gezginleri (Ontario Ministry of Tourism 2009):



**ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE**

- Kültürel seyahatin öğrenme, kendini geliştirme, statü sahibi olma olanaklarından faydalanmak istemektedir.
- Anlamlı bir kişisel deneyim yaşama peşindedir.
- Temel eğilimi keşfetme olup, çeşitlenen, farklılaşan deneyimler bulmaya çalışmaktadır.
- Kültürel, şehir ve kasaba peyzajlarını içeren eksiksiz bir deneyim elde etme beklentisindedir. Kültürel mirası, sahip olduğu değerlerle birlikte anlamlandırmaya çalışır. Görüntü değil anlam arayışındadır.
- Zamana özel kültürel etkinliklere katılma isteği yüksek olup 'hayatta bir kez' yaşanacak bir deneyime dahil olma arzusu ve bunu karşılayacak ekonomik gücü bulunmaktadır.
- Çevresel, ekonomik ve kültürel değerlerin sürdürülebilirliğini önemsemektedir. Turistlerin varlığının ve aşırı kullanımının doğal ve kültürel çevre üzerinde yaptığı olumsuz etkilerin farkında olup yerel fiziksel ve kültürel ekosistemin korunmasına yönelik duyarlıdır.
- Dünyaya ilişkin farkındalıkları yüksektir. Küresel bilgi ağları aracılığıyla gidecekleri yer hakkında bilgi sahibi olup, bilinmeyene doğru yola çıkmamaktadır.
- Nereye ve nasıl gideceğini öğrenmek için interneti kullanmakta, yola çıkmadan önce internetten yer ve program seçmekte ve rezervasyon yaptırmaktadır.
- Her yaşta olup; diğer turistlerden daha yüksek bir eğitim düzeyine sahiptir. Çekül Vakfının ifadesiyle de 21. yüzyılın yeni kültür gezginlerinde, farklı insan topluluklarını ve kültürlerini deneyimleme isteği öne çıkmaktadır. Yeni gezginler, kendilerine kişisel bir gelişim ve dönüşüm yaşatacak “yaratıcı bir kültür turizmi deneyimi” aramaktadır. Araştırmalar, tarihi yapıların fiziksel varlıklarından çok, o tarihi mekânda yaşanan deneyimlerin etkili olduğunu, geçmişte kalmış bir tarihi taklit eden kopya ürünler yerine özgün örneklerin ilgi çektiğini, çevreye saygılı düzenlemelere dikkat edildiğini göstermektedir (Çekül, 2012). Bu verilerle, kültürel miras turizminin giderek, ziyaret edilen alanın özelliklerinden daha çok ziyaretçilerin motivasyonuna ve algılama biçimlerine dayanan bir fenomen olarak değerlendirilmesi (Poria vd., 2001), ziyaretçi deneyimini öne çıkarırken; “kaliteli deneyim”in de, ziyaretçi memnuniyetini etkileyen ve sürdürülebilir turizmi olanaklı hale getiren önemli bir bileşen olarak kavranmasına neden olmaktadır (Chan, 2009). Günümüzde kültürel miras çalışmaları ürün odaklı bir yapıdan kişisel tercih ve deneyimin kalitesine vurgu getiren ziyaretçi odaklı bir yaklaşıma geçiş göstermektedir (Apostolakis & Jaffry, 2005). Ziyaretçilerin algıladıkları kalite ise, miras tarafından sağlanan hizmetlerden çok, ziyaret sürecinde yaşanan deneyimlerle ilişkilendirilmektedir (Chen & Chen, 2010). Bu çerçevede müzeler ve sanat galerileri dahil olmak üzere kültürel miras turizmine hizmet eden organizasyonlar da ziyaretçilerin öğrenme deneyimlerini geliştirmenin yollarını giderek daha fazla arar hale gelmiştir (Hooper-Greenhill vd., 2003). Dieck vd.’nin ifadesiyle son zamanlarda yapılan araştırmalar, sosyal ve mobil teknolojilerin yanı sıra artırılmış gerçeklik teknolojilerinin turizmde öğrenme deneyimini geliştirmek için etkili bir biçimde kullanılabildiğini göstermiştir (Dieck vd., 2018).

Bu çerçevede farklı disiplinlerde (turizm yönetiminden coğrafyaya, müzeolojiden eğitim bilimlerine vb.) ziyaretçilerin kültürel miras turizmine ilişkin öğrenme deneyimlerini geliştirmek ve çeşitlendirmek üzere, bilgi ve iletişim teknolojilerinden (ICT) yararlanma fırsatlarının giderek daha fazla araştırıldığı dikkat çekmektedir.

Temel olarak bilgi ve iletişim teknolojileri, bilginin işlenmesini sağlayan ve insanlar arasında, insanlar ile elektronik sistemler arasında ve elektronik sistemlerin kendi arasında farklı iletişim biçimlerini kolaylaştıran tüm teknolojileri kapsamaktadır. Bunlar veri toplama, veri depolama, veri işleme, veri iletilme, veri gösterme teknolojilerini içermekte olup tümünün ortak noktasını dijitalleşme oluşturmaktadır (Hamelink, 1997). Bu teknolojiler, öğretim uygulamalarını etkileşim yoluyla zenginleştirmekte, iletişimi ve geri bildirim teşvik etmektedir. Çoklu ortam, sanallık, iletişim, küresellik, uluslararasılaşma, dağıtım, çeşitlendirme, hareketlilik ve işbirliği tipik özellikleridir (Kysela & Štorková, 2015). Bu teknolojiler, geri bildirim döngüleri, coğrafi yerelleştirme, gelişmiş müşteri hizmetleri ve gerçek zamanlı çok katmanlı bilgiler aracılığıyla ziyaretçilerin ihtiyaçlarını öngören son derece kişiselleştirilmiş, turistlere özel ve çok işlevli ürünler sunmaktadır (Di Pietro, Guglielmetti Mugion, & Renzi, 2018, akt. Graziano & Privitera, 2020).

Bu teknolojiler kuruluşlara da yenilikçi projeler üstlenmek, diğer kuruluşlarla işbirliği yapmak, yeni fikirleri test etmek, konseptleri ve bilgileri paylaşmak ve hatta alana yenilikler getirmek için fırsatlar yaratır hale gelmiştir (Awazu, 2009). Bu kuruluşlardan biri olan müzelerde de bilgi ve iletişim teknolojisindeki ilerlemeler, kültürel bilgilerin hem niceliğinin artırılması hem de kişiselleştirilmesine ilişkin çalışmaların geliştirilmesine yönelik fırsatlar sağlamıştır. Eylemi, etkileşimi, sürükleyici mekanları ve katılımı destekleyen yeni sosyal yapılandırıcılık ve deneyimsel eğitim teorilerinin uygulaması denenebilir hale gelmiştir. Multimedya belgeleri, artırılmış gerçeklik ve Web aracılığıyla bilgiler, mevcuttaki veri türlerini genişletmiştir. Bununla birlikte, mobil cihazların ulaşılabilirliği, artırılmış ve kişiselleştirilmiş ziyaretlere doğru bir adım daha atılmasına yardımcı olmuştur. Bu tür cihazlar, mobil rehberlerdeki içeriğin her bireyin bilişsel ihtiyaçlarına ve ilgi alanlarına göre uyarlanmasına ve kullanıcıların içerikle etkileşim kurması için araçlar sunulmasına olanak tanımaktadır (Cucchiara & Del Bimbo, 2014). Yapılan güncel araştırmalar, müzelerde de öğrenme deneyimlerini geliştirmek için ağırlıklı olarak sosyal ve mobil teknolojilerin, sanal gerçeklik (VR) ve artırılmış gerçeklik (AR) uygulamalarının kullanıldığını ortaya koymaktadır (Dieck vd., 2018). Ele alınan çalışma ise bu araçlardan “kültürel miras alanlarında ziyaretçi deneyiminin teknoloji tabanlı çözümlerle geliştirilmesini sağlayan ve sürükleyici teknolojiler başlığı altında incelenen artırılmış gerçeklik teknolojileri üzerine odaklanmaktadır.

### 2.1. Kültürel Miras Turizminde Sürükleyici Teknolojiler (IT)

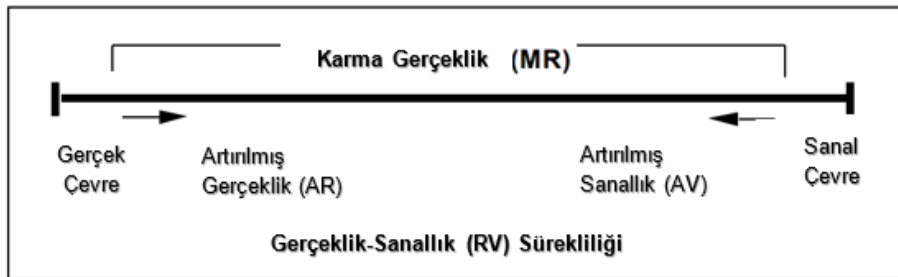
Genel olarak sürüklenme (*immersion*) kavramı birinin, sürekli bir uyarıcı ve deneyim akışı sağlayan bir çevre tarafından kuşatıldığını, dahil edildiğini ve bu çevreyle etkileşime girdiğini algılamasıyla karakterize edilen, psikolojik bir duruma karşılık gelmektedir (Witmer & Singer, 1998).

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Sürükleyici teknoloji (*immersive technologies*) ise, fiziksel dünya ile dijital veya simüle edilmiş dünya arasındaki çizgiyi bulanıklaştıran ve böylece bir sürüklenme hissi yaratan teknolojiyi ifade etmektedir (Lee vd., 2013). Gerçek ve sanal arasındaki çizgiyi bulanıklaştıran bu teknolojiler, kullanıcıyı gerçek dünyada var olmayan ortamlara taşımaktadır.

Sürükleyici teknolojiler, sürüklenme, etkileşim ve var olma hissi yoluyla değiştirilmiş ve etkileşimli hale getirilmiş deneyimler yaratmaktadır. Soyut gerçekleri gerçek zamanlı bir bağlam ve fiziksel etkileşimle ilişkilendirmektedir. Sanal dünyalar yapay olarak inşa edildiğinden ve yalnızca kullanıcının zihninde var olduğundan, ortaya konulan her şey, kullanıcının duyuşal sistemi aracılığıyla zihninde canlandırılmaktadır (Nussipova vd. 2020). Dolayısıyla kullanıcılar bir başka yerde fiziksel olarak konumlandırılmış olsa bile, bir yerde veya ortamda bulunmanın öznel deneyimi bir diğer ifadeyle de “öznel var olma duygusu”nu yaşamaktadır (Witmer & Singer,1998).Artırılmış gerçeklik (AR) ve sanal gerçekliği (VR) içeren bu teknolojiler, gündelik yaşamda giderek yaygın hale gelmiştir. Eğitim, pazarlama, eğlence gibi çeşitli alanlarda yapılan araştırmalar, sürükleyici teknolojilerin kullanımının öğrenme deneyimlerini geliştirdiğini, işbirlikçi faaliyetlere katılımı teşvik ettiğini, yaratıcılığı ve katılımı artırdığını göstermektedir (Suh & Prophet 2018). Fakat sürükleyici teknolojiler, sadece artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik teknolojileriyle sınırlı değildir.

Milgram vd (1995), temelde birbirleriyle ilişkili olan artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik kavramlarını gerçeklik-sanallık sürekliliğinin uzantıları olarak nitelendirmekte ve bu kavramların birlikte karma gerçeklik kavramını oluşturduğunu Şekil 1 de ortaya koymaktadır. Buna göre, sürekliliğin solu, yalnızca gerçek nesnelere oluşan herhangi bir ortamı tanımlamakta ve gerçek dünyadaki bir sahneyi doğrudan veya bir tür pencere veya bir tür video gösterimi aracılığıyla gözlemlenebilecek her şeyi içermektedir. Sürekliliğin sağı ise, yalnızca sanal nesnelere oluşan ortamları tanımlamakta ve örnekleri, monitör tabanlı veya sürükleyici geleneksel bilgisayar grafik simülasyonlarını içermektedir. Bu çerçevede, Karma Gerçeklik (MR) ise, gerçek dünya ve sanal dünya nesnelere tek bir ekranda, yani sürekliliğin uç noktaları arasında herhangi bir yerde birlikte sunulduğu bir ortama karşılık gelmektedir.



Şekil 1. Gerçeklik – Sanallık (RV) Sürekliliği (Milgram vd., 1995)



Sözü edilen potansiyellerine rağmen, bu gerçeklikler arasındaki farklar (sanal, artırılmış, karma) literatürde net bir şekilde tanımlanmamış olup uygulayıcıların yeni cihazlar geliştirirken ve piyasaya sürerken bile bu terimleri kullanmaları konusunda bir fikir birliği bulunmamaktadır (PCWorld, 2017, akt. Flavián vd., 2019). Ele alınan çalışma ise sürükleyici teknolojiler kapsamında sanal gerçeklik ortamını, diğer ortamlardan ayıran özellikleriyle ele almayı amaçlamaktadır.

## **2.2. Artırılmış Gerçeklik (AR) ve Kültürel Miras Turizmi Uygulamaları**

Artırılmış gerçeklik, insan-bilgisayar etkileşimine yönelik teknolojilerdeki en son gelişmelerden biri olarak, günümüzde öne çıkmaktadır. İlk etkileşimli bilgisayarların üretilmesinden bu yana, sezgisel ara yüzler yaratma dürtüsü sürekli olarak varlık göstermiştir. 1960'lardan başlayarak, bilgisayar üretiminde yapılan pek çok yenilik, bilgisayar ara yüzünü görünmez kılmaya ve bilgisayarla etkileşimi gerçek dünyadaki nesnelere etkileşim kurmak kadar doğal hale getirmeye yönelik olmuştur. Burada temel amaç, fiziksel ile dijital olan arasındaki ayrımı ortadan kaldırmaktır. Artırılmış gerçeklik ise bunu mümkün kılan ilk teknolojilerden biridir (Billinghurst vd., 2015). Tarihi süreçte artırılmış gerçeklik teknolojileri, farklı alanlarda kullanıcının gerçek dünya ile etkileşimini yeni bir arayüzle artırmak üzere geliştirilmiştir. Bu gelişimin en belirgin sonuçları ise kültürel miras turizmine yönelik yapılan çalışmalarda görülmektedir.

Graziano & Privitera (2020)'nin de ifadesiyle, açığa çıkan birinci nesil artırılmış gerçeklik çözümleri, bilgisayarları masaüstü ortamından üç boyutlu uygulamalarla uğraşan kullanıcıların dünyasına getirmeyi amaçlarken daha sonraki etaplardaki örnekler ticari yönü olan geliştirilebilir teknolojiler olarak açığa çıkmıştır. Bu teknolojiler ise, dijital nesnelere fiziksel mekanların üzerine bindirilebilmesini ve hatta tümüyle dijital mekanların oluşturulabilmesini mümkün kılan, yeni tür yazılımların oluşturulmasına olanak sağlamıştır. Son yıllarda ise artırılmış gerçeklik çözümleri, arkeolojide özellikle tarihi alanların sanal olarak yeniden inşasında, kültürel miras ve turizme yönelik çalışmalarda kullanılabilir hale gelmiştir. Artırılmış gerçeklik teknolojileri özellikle günümüzde, artık belirli bir kitleye yönelik olduğu düşünülmemeyen; tüm olası ziyaretçiler, yerel topluluklar ve kurumlar arasında etkileşim kurma fırsatı olarak görülen "kültürel miras turizmi" kavramına da giderek entegre edilir hale gelmiştir.

Bu alanlar dışında da artırılmış gerçeklik teknolojileri Mekni & Lemieux (2014)'in de ortaya koyduğu gibi, farklı uygulama alanları içerisinde de giderek yaygınlaşır hale gelmiştir. Tıp, askeriye, imalat, görselleştirme, eğlence ve oyunlar, robotik, pazarlama, navigasyon ve yol planlama, jeo-uzam, kent planlama ve sivil mühendislik ve de eğitim bu alanlarda özellikle öne çıkanlardır. Mesaros vd., (2016) söylemiyle de artırılmış gerçeklik teknolojileri bu alanlar dışında sanat ve müzik alanında da yaygınlık gösterir hale gelmiştir.

Masmuzidin ve Aziz (2018), son yıllarda artırılmış gerçeklik teknolojisinin, öğretme ve öğrenmeyi geliştirmeye yönelik özellikleri ve avantajları nedeniyle genel olarak eğitim alanında ilgi gördüğünü, bunun en temel nedenlerini ise artırılmış gerçeklik teknolojisinin: içeriğin 3 boyutlu perspektifler içinde öğrenilmesini; her zaman ve her yerde, işbirlikçi ve durumlu öğrenmeyi; var olma, dolaysızlık ve sürüklenme duyarlarının geliştirilmesini; görünmez olanın görselleştirilmesini ve formal-informal öğrenme arasında köprü kurulmasını sağlamasından kaynaklandığını dile getirmiştir.

**ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE**

Dieck vd (2018)'nin de ifadesiyle tarih eğitimi özelinde yapılan araştırmalar ise, artırılmış gerçekliğin, tarihi olayların yeniden yapılandırılması ve bilgilerin birbirleriyle ilişkilendirilmesi yoluyla, öğrenme deneyimini kolaylaştırdığını göstermektedir.

Artırılmış gerçeklik, gerçek dünyaya gerçek zamanlı olarak, dijital bilgi katmanları eklemeye yönelik olup, fiziksel gerçeklik ile bilgisayar tarafından oluşturulan sanal dünyanın; ses, video, grafikler veya dokunma gibi duyuşal girdilerle üst üste bindirilmesiyle elde edilmektedir. Bu teknolojiler, dokunmaya ilişkin geniş kapsamlı duyu sistemlerini içerirken koku almaya da yönelik hale gelmiştir (Galés & Gallon, 2020). Bu özellikleriyle artırılmış gerçeklik, sanal ortamların (VE) veya daha yaygın olarak adlandırıldığı şekliyle sanal gerçekliğin (VR) bir varyasyonu olmasına rağmen, sanal gerçeklikten farklılıklar göstermektedir. Sanal ortam teknolojileri, kullanıcıyı tamamen sentetik bir ortamın içine sürüklemektedir. Kullanıcı bu ortama sürüklendiğinde etrafındaki gerçek dünyayı görememektedir. Buna karşın artırılmış gerçeklik teknolojileri, kullanıcının gerçek dünyayı bu dünya üzerine bindirilmiş veya birleştirilmiş sanal nesnelere birlikte görmesine izin vermektedir. Bu nedenle de artırılmış gerçeklik, gerçekliğin tümüyle yerine geçmek yerine onu tamamlamaktadır. Dolayısıyla artırılmış gerçekliğin en temel özellikleri, gerçek ile sanal olanı birleştirmesi, gerçek zamanla etkileşim içinde olması ve gerçek ile sanalı 3 boyutlu olarak doğru bir biçimde ilişkilendiriyor olmasıdır (Azuma,1997). (Şekil 2).



Şekil 2. (a) gerçek mekan-zaman, (b) artırılmış gerçeklikle gerçek mekan-zaman  
(Kyselaa & Štorková, 2015)

Özellikle gerçek ile sanalın doğru bir biçimde ilişkilendirilmesi, diğer gelişmiş teknolojilerden yararlanılmasını gerekli kılmaktadır. Bu teknolojiler: kullanıcının gözlerinin önündeki gerçek görüntünün yakalanmasına (ön web kameraları), cihazın konum bilgisinin elde edilmesine (GPS), cihaz hareketinin yönelimi ve hızının belirlenmesine (jiroskop ve ivmeölçer), uygulamanın erişilebilir olması için ise mobil veri teknolojilerinin kullanılmasına yöneliktir. Bu teknolojik yapılanma içerisinde Kyselaa & Štorková (2015)'nin ifadesiyle artırılmış gerçeklik, dijital içeriği gerçek dünya imajı içerisinde göstermenin bir yolu olup, çevre ile kullanıcı arasındaki etkileşimi olanaklı hale getirmektedir. Sanal gerçekliğin aksine, artırılmış gerçeklik kullanıcının gözlerini gerçek dünyadan yalıtma çabası içinde değildir.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Dünyanın tüm algısını korurken bu algıyı, gelişmiş bilgi iletişim teknolojileri aracılığıyla elde edilen ayırt edilebilir bir dijital katmanla zenginleştirmektedir. Artırılmış gerçeklik laboratuvar gibi kapalı bir ortamda bulunmayı gerektirmek yerine, hem iç hem de dış mekanlarda kısıtlama olmaksızın kullanılabilen bir teknolojiye karşılık gelmektedir.

Bu teknolojiler, kullanıcıların soyut gerçekleri, gerçek zamanlı bir bağlam ve fiziksel bir etkileşimle ilişkilendirmesini sağlamaktadır (Hilken vd. 2017). Özellikle işaretleme veya konum tabanlı artırılmış gerçeklik uygulamaları, bilinmeyen bir ortam hakkında anlık bilgi edinebilmeyi sağlamakta, özellikle de kültürel miras alanları için, özgün mimari veya peyzajdan ödün vermeden dijital içeriğin edinilmesine olanak tanımaktadır (Jung, vd. 2016). Mobil haritalar ve gezi rehberleri, görülecek yerlerin tespiti, bu yerlerle ilgili bilginin edinilmesi ve daha pek çok şey için yaygın bir biçimde kullanılmaktadır. Navigasyon ve seyahat için kullanılan mobil uygulamalar, metaforik olarak, kullanıcıyı fiziksel dünya ile etkileşim kurmanın dışında, dijital içerik veya bilgi edinmeye ve talep etmeye yönlendiren seyahat deneyimleri sağlamaktadır. Fakat bu uygulamalar kullanıcıyı, fiziksel çevreye daha az dikkat ettiği daha simüle edilmiş bir ortama sokmaktadır (Ramos vd. 2018). Buna karşın Cucchiara & Del Bimbo'nun deyimiyile temelde artırılmış gerçeklik, "gözlerin ulaşamadığı şeyleri görebilme", "gözlerin göremeyeceği şeyleri görebilme", "Görüleni anlatma" ve "daha fazla gözle görebilme" yi mümkün hale getirmektedir (Cucchiara & Del Bimbo, 2014). Bu yönüyle artırılmış gerçeklik teknolojilerinin kültürel mirasın somut-somut olmayan bileşenleriyle bütünleşik olarak kullanıcı deneyimine sunulması mümkün olabilmektedir.

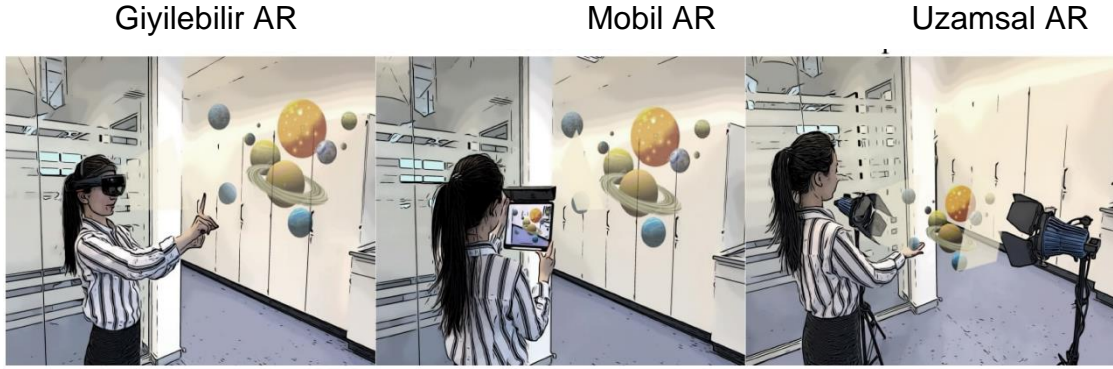
Artırılmış gerçeklik; tarihi yerler, mekanlar, objeler, kişiler, olaylar hakkında işitsel-görsel veriler aracılığıyla bilgi edinilebilmesini, kısmen ya da tümüyle kaybedilmiş somut ve somut olmayan kültürel değerlere ilişkin bilgilere erişim sağlanmasını olanaklı hale getirmektedir. Fritz (2005)'in ifadesiyle de gerçek kaynakların ve sanal olarak tamamlanmış görüntülerin genel olarak artırılmış gerçeklik teknolojileriyle eşzamanlı olarak görselleştirilmesi: tarih, zamanın malzemeler üzerindeki etkileri ve fiziksel olarak yeniden yapılandırılması gerekebilecek kaynakların korunmasına ilişkin farkındalığın yaratılmasında büyük etkiler yaratabilmektedir. (Şekil 3)



Şekil 3. Cephe rekonstrüksiyonuna ilişkin artırılmış gerçeklik uygulaması  
(Brusaporci vd., 2017)

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Tüm bu olasılıklar farklı teknolojilerle mümkün hale gelirken, her bir olasılık yeni öğrenme deneyimlerinin açığa çıkmasına da olanak tanımaktadır. Artırılmış içerikler, gerçek dünyanın ortamına sunulurken temelde üç farklı görüntüleme türüyle kullanıcı deneyimini şekillendirmektedir. Bunlar ise Carmigniani vd. (2010:346-348)'den aktarımla başa takılan görüntüleme cihazları (*Head Mounted Display*) (HMD), elde taşınabilen görüntüleme cihazları (*Hand-Held Display*) ve uzamsal görüntüleme cihazları (*Spatial Display*) olarak gruplandırmaktadır. (Şekil 4). Makhataeva & Varol'un ifadesiyle ise artırılmış ortamlar; mobil gösterimler (tabletler ve akıllı telefon ekranları), bilgisayar monitörleri, başa monte edilen ekranlar (HMD) dahil olmak üzere farklı teknolojik araçlar aracılığıyla deneyimlenebilmekte ve daha sonra projeksiyon sistemleri uzamsal artırılmış gerçekliğin (SAR) geliştirilmesine yardımcı olmaktadır (Makhataeva & Varol, 2020), (Tablo 1).



Şekil 4. Artırılmış gerçeklik teknolojisinin üç türü  
(Makhataeva & Varol 2020)

Baş Takılabilen Görüntüleme Cihazları (Head Mounted Display)	
Elde Taşınabilen Görüntüleme Cihazları (Hand-held Display)	
Uzamsal Görüntüleme Cihazları (Spatial Display)	

Tablo 1: Artırılmış Gerçeklik (AR) Sistemleri



**ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE**

Mobil bilgi işlem, kablosuz ve bilgisayar grafik teknolojilerindeki gelişmeler, akıllı telefonlarda artırılmış gerçeklik uygulamalarının hızlı bir şekilde büyümesine olanak tanırken, artırılmış gerçeklik uygulamalarını herkes tarafından da daha kolay erişilebilir olmasını sağlar hale getirmiştir (Azuma vd. 2001:40). Mobil artırılmış gerçekliğin sahip olduğu özellikler, daha çok sayıda kişiye ulaşabilmenin ve turizm rotalarına ait imgeleri ziyaretçi için daha çekici hale getirmenin önünü açmıştır. Erişilebilir turizm deneyimlerinin yanı sıra katılım ve eğlencenin artırılması da sağlanır hale gelmiştir (Graziano & Privitera, 2020:3). Artırılmış gerçeklik teknolojisine sahip mobil cihazlar, gerçek mekan ve zamanda çok daha fazla ilgi çekici bilgi sunmakta ve zenginleştirilmiş multimedya içeriği ile çalışabilmeyi mümkün hale getirmektedir. Mobil araçlara yüklenmiş olan artırılmış gerçeklik uygulamaları, çeşitli metin temelli bilgileri (binaların adları, tarihsel bağlamı, diğer web siteleriyle köprü kurulmasını vb), sesleri (eski kayıtlar, sesli rehberler, yorumlar), video ve fotoğrafları (arşiv verilerini) veya gerçek mekan ve zamanda 3 boyutlu animasyonlar içeren multimedya içeriklerini fiziksel olarak varolan görüntüye yerleştirmektedir (Kysela & Štorková, 2015:929). Bu durumda, artırılmış gerçeklik teknolojileri, bir duyunun yerine farklı bir duyuyu kullanarak kullanıcıya duysal geribildirim sağlayabilen bir “duyu-ikame” aracı olarak da kullanılabilir hale gelmektedir.

Giyilebilir bilgi işlem ise, genel olarak, aşırı derecede engelleyici olmayan ve bazen giysilere gömülü bir şekilde vücuda takılabilen, kısmen de cihaz üzerinde hesaplama veya veri toplama gerçekleştiren teknolojik bir ekipman olarak tanımlanmaktadır (Jhajharia vd, 2014). Giyilebilir teknolojilerin kullanımı, mobil olanlara kıyasla kullanıcının fiziksel mekanın içerisinde ve çevresinde daha özgürce dolaşabilmesini mümkün hale getirmektedir. Burada kullanıcılar, mekanın boyutunu, şeklini ve hissini birinci şahıs bakış açısıyla deneyimleyebilmekte ve süreci daha etkileşimli yaşar hale gelebilmektedir (Thomas & C. Sandor, 2009). Bir diğer ifadeyle giyilebilir teknolojiler, etkileşimi, katılımı ve kullanıcı deneyimini özelleştiren özellikler barındırır niteliktedir.

Uzamsal artırılmış gerçeklik (SAR) teknolojileri ise genel olarak diğer iki tür teknolojiye farklı olarak, kullanıcı için ekranı takma veya taşıma gerekliliğini ortadan kaldırmaktadır. Buna karşın grafik temelli dijital bilgileri doğrudan fiziksel nesnelere üzerinde görüntülemek üzere video projektörler, optik elemanlar, hologramlar, radyo frekansı etiketleri ve diğer izleme teknolojilerinden yararlanmaktadır. Uzamsal ekranlar, teknolojinin büyük bir kısmını kullanıcının bedeninden ayırmakta ve çevreye entegre etmektedir (Carmigniani vd. 2010).

Her durumda artırılmış gerçeklik teknolojisinde kullanıcı, eklenen sanal nesnelere birlikte gerçek ortamı görmekte, böylelikle elde edilen deneyim daha etkili ve gerçekçi hale gelmektedir. Bu durum, sanal gerçeklik için karakteristik olan bir tür sentetik çevrede değil, gerçek dünyada var olma hissini üretmektedir. Artırılmış gerçeklik uygulamaları, belirli bir yere ve lokasyona ilişkin hikayenin ve tarihin anlatılması ve görselleştirilmesine yönelik olasılıklar önermektedir. (Şekil 5) Kullanıcının kendisini çevreleyen mekanın farkında olması sağlanmakta ve kullanıcı için “o yerde” fiziksel olarak bulunma ihtiyacı doğurulmaktadır. Bu durum, artırılmış gerçekliği turizm ve kültürel miras için eşsiz bir araç haline getirmektedir (Mesaros vd., 2016).



ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

Temelde de deneyim, sosyal, psikolojik, kültürel, tarihsel bağlamı içerisinde bir mekânı kendine özgü bir karakter taşıyan bir yere dönüştürmektedir. Bir diğer ifadeyle mekân, deneyim yoluyla bir yer haline gelmektedir. Bu noktada artırılmış gerçeklik teknolojileri de bu dönüşümü destekler niteliktedir.



Şekil 5. İçeriğin aktarılmasında mobil artırılmış gerçeklik uygulamaları  
(Norsyafawati vd., 2016)

Ele alınan çalışmada, kullanıcın kültürel miras alanlarında çevreyle dolaysız bir şekilde etkileşime girmesini ve çevresel verilere, bireysel deneyimler yoluyla erişebilmesini mümkün hale getiren bazı uygulamalara yer verilmiştir. Bu uygulamalar, kullanıcı deneyimini şekillendiren artırılmış gerçeklik görüntüleme cihazlarının (başta takılan görüntüleme cihazları, elde taşınabilen görüntüleme cihazları uzamsal görüntüleme cihazları) kullanılma biçimlerine örnek teşkil etmektedir.

### 2.3. Kültürel Miras Alanlarında Artırılmış Gerçeklik Uygulama Örnekleri

#### 1. Giyilebilir Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi



URL1

URL2

**Kullanım yeri**

Manchester Art Gallery, İngiltere, 2014

**Araç**

Başa monte görüntüleme cihazı (HMD) (OST), Google glass

#### Kullanılış biçimi

Giyilebilir akıllı gözlük (*Google glass*) AR Projesi, ilk 2014 yılında, Manchester Metropolitan Üniversitesi, Manchester Sanat Galerisi ve 33 Lab (*ABD, California, Google Glass uygulama geliştiricileri*) iş birliğinde gerçekleştirilmiştir. Avrupa'da giyilebilir AR uygulamasını, Sanat Galerisi ortamında test eden ilk akademik projelerden biri olan uygulama, ziyaretçilerin müze ortamında Google glass'ı kullanarak, optik görüntüleme yoluyla sanat eserleri ile ilgili bilgi edinmesini ve deneyimlerini geliştirmeyi amaçlamıştır. Uygulama George Stubbs'ın "İki Kızılderi ile Çita ve Geyik" adlı tablosu üzerinde denenmiştir. Ziyaretçiler, cihazın kamerasıyla sanat eserinin fotoğrafını çekmiş ve uygulama yoluyla eser hakkında görüntülü ve sesli bilgilere ulaşmıştır. Fotoğrafı çekilen tablo, tanıma yazılımı aracılığıyla sanat eserinin ve sanatçının ayrıntılarını eşleştirmiş ve ziyaretçiye, tabloyla ilgili bilgileri slaytlarla görüntülenebilen veya ses kayıtları olarak dinlenebilen iki formatta sunmuştur. Mevcut uygulama, galerileri ve müzeleri daha etkileşimli hale getirmenin yanı sıra, sesli rehberlere alternatif sunarak, işitme engelli ziyaretçiler için de bilgiyi daha erişilebilir hale getirmiştir.

## 2. Mobil Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi



Kaynak: Reinhuber,

2015:12

**Kullanım yeri**

Elke E. Reinhuber, Hollanda, 2014

**Araç**

Mobil Cihazlar (HHD) (Cep telefonu, tablet)

### Kullanılış biçimi

Amsterdam, Stedelijk Museum'da 2014 yılında düzenlenen sergide "*Yüzün Değeri*" isimli artırılmış gerçeklik (AR) çalışmasına yer verilmiştir. Serginin sahibi olan sanatçı Elke E. Reinhuber, ziyaretçilerin deneyimleyebileceği sürükleyici enstalasyonlar yaratmayı amaçlamıştır. Sanatçı oluşturmuş olduğu görseller ile merceksel görüntüleme tekniklerini bir arada kullanmış ve görüntülenen içeriğe alternatif bir katman önermek için artırılmış gerçeklikten (AR) yararlanmıştır. Sergi, çeşitli ülkelere banknotların üzerindeki önemli kişilerin (*yaşamını yitirmiş başkanlar, diktatörler, şairler ve hala aktif olan hükümdarlar*) gözlerinin büyütülmüş hallerini sergilemektedir. Sergide yer alan baskılar, 2002 yılında Euro ile değiştirilen eski Avrupa banknotlarına odaklanmaktadır. Mobil bir cihaz tarafından okunabilen küçük QR kodları (*hızlı yanıt kodları*), baskıların yanına yerleştirilmiştir. Bu uygulamayla ziyaretçiler QR kodunu okutarak banknot ile ilgili bilgilerin yer aldığı çevrimiçi bilgilere yönlendirilmektedir. Finans uzmanlarına ait alıntılar ve paranın ait olduğu ülkedeki koşullara ilişkin grafikler ziyaretçiye sunulmuştur.

### 3. Mobil Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi



URL3

URL4

<b>Kullanım yeri</b>	ZKM, Center for Art and Media, Almanya, 2012
<b>Araç</b>	Mobil Cihazlar (HHD) (Cep telefonu, tablet)

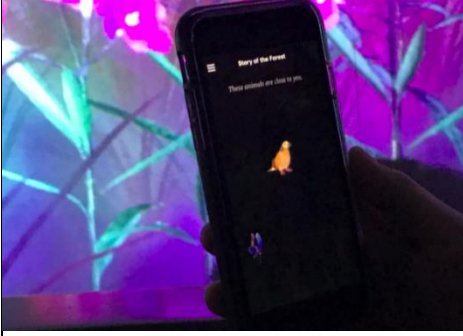
#### Kullanılış biçimi

AR uygulaması, ZKM Sanat ve Medya Merkezinde yer alan “*Ses Sanatı*” isimli serginin bir parçası olarak geliştirilmiş ve bir tür dinleme istasyonu olarak kurgulanmıştır. Oluşturulan enstelasyon için artırılmış gerçeklik ile görselleştirilmiş eserler kullanılmıştır. Her eserin işitilebilir fiziksel varlığına, mobil cihaz üzerinde görüntüleme sağlayacak sanal veriler eklenmiştir. Artırılmış gerçeklik noktaları, zemin düzlemine yaklaşık birer metre mesafede, 30 metre uzunluğunda ve iki metre genişliğinde siyah bir hat üzerinde yerleştirilmiştir. Yukarıdan bakıldığında, uzun siyah bir yol gibi görülen 30 metrelik alan, eski moda bir radyo alıcısının ekranına göndermede bulunmaktadır. Orta aksa yerleştirilen frekans ölçeğinin sağında ve solunda toplam 60 artırılmış gerçeklik noktası yer almaktadır. Bunlar, ses sanatı için temel olan yedi tematik alana veya kategoriye ayrılmıştır. Sergi alanında iPad'ler kullanılarak ziyaretçinin seçilen parçaları kulaklıklarla dinlemeleri, iPad'in ekranındaki ek bir katmanla da, eser ve yaratıcısı hakkındaki bilgileri görmeleri sağlanmıştır. Uygulama, kamera kodu ile yakalanan sanal 3 boyutlu ses biçimlendiricisi ile ziyaretçilere işitsel ve görsel deneyim yaşatmaktadır.



ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

4. Uzamsal Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi (SAR)



URL5



URL6

<b>Kullanım yeri</b>	Singapur Ulusal Müzesi, Singapur, 2016
<b>Araç</b>	SAR cihazları (video projektörler, hologramlar)

**Kullanılış biçimi**

Japon ortak girişimi olan, teamLab tarafından yaratılan “Ormanın Öyküsü”, Singapur Ulusal Müzesi’nin suluboya koleksiyonuna dayanmakta ve Güneydoğu Asya’nın tropikal yağmur ormanlarına göndermede bulunmaktadır. Tasarım, Singapur’un ilk komutanlarından biri olan William Farquhar’ın 19. Yüzyıl doğa tarihi çizimleri koleksiyonundan elde edilen 69 çizimin, üç boyutlu animasyonlara dönüştürülmesine yöneliktir. Sergi, topluluk fikrinin doğa ile birleştirilmesine yönelik olup, sürükleyici enstelasyon uygulaması olarak tasarlanmıştır. Uzamsal artırılmış gerçeklik (SAR) teknolojisiyle tasarlanan enstelasyon alanı, 15m yüksekliğinde ve 170m uzunluğundadır. Enstelasyon içinde ziyaretçiler, üç katlı yapının üst katından başlayarak, 144 metrelik sarmal bir yoldan aşağı yürümektedir. Yere düşen yaprakların yansıtıldığı karanlık bir odadan giriş yapan ziyaretçiler, üzerlerine yaprakların yağdırıldığı ve yaklaştıkça yeni ağaçların filizlendiği etkileşimli bir ormana giriş yapmaktadır. Ziyaretçiler, hologramlarla duvarlara yansıtılan farklı bitki ve hayvanları, akıllı telefonlara yüklenebilen bir uygulama yardımıyla yakalayabilmekte; flora ve fauna ile ilgili bilgi edinmek için daha etkileşimli bir süreci yaşayabilmektedir.



## 5. Giyilebilir Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi



Kaynak: Vlahakis,

2001:7

**Kullanım yeri**

Hera Tapınağı, Yunanistan, 2001

**Araç**

Başta monte görüntüleme cihazı (HMD)

### **Kullanılış biçimi**

Uygulama, rekreasyon, eğitim ve bilimsel araştırmalarda kullanılmak üzere geliştirilen Archeoguide isimli bir artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisidir. Bu teknoloji, mobil sistemlerden yararlanarak, arkeolojik sit alanları için kişiselleştirilmiş ziyaretlerin mümkün hale getirilmesini amaçlamaktadır. Dünyanın her yerindeki kültürel mekanlarda yaygın olarak kullanılan geleneksel sesli rehberlik sistemlerinin aksine, Archeoguide ziyaretçiye daha canlı ve gerçekçi bir deneyim sunmaktadır. Anıtların ve eserlerin 3 boyutlu rekonstrüksiyonları, ziyaretçiye mevcut fiziksel çevre ile görsel temas halindeyken ve sesli yorumları dinlerken özel olarak geliştirilmiş bir artırılmış gerçeklik arayüzü aracılığıyla sunulmaktadır. Tasarlanan bu uygulama, ziyaretçi deneyimlerinin geliştirilmesi ve kültürel miras alanında arkeolojik verilerin edinilmesi, kullanılması ve güncellenmesini sağlamaktadır. Sistem, kültürel miras alanlarında ziyaretçilere çevrimiçi tur deneyimleri yaratmak üzere; mobil bilgi işlem, artırılmış gerçeklik, 3 boyutlu görselleştirme, ağ oluşturma ve arşivlemedeki gelişmelerden yararlanmaktadır.

## 6. Uzamsal Artırılmış Gerçeklik Teknolojisi (SAR)



Kaynak: Ridel vd.

2014:

<b>Kullanım yeri</b>	Allard Pierson Muzesi, Amsterdam, 2014
<b>Araç</b>	SAR cihazları (video projektörler, hologramlar)

### Kullanılış biçimi

Açıklayıcı el feneri (revealing flashlight) isimli proje, hologram teknolojisine dayalı olup, artırılmış gerçeklik aracı oluşturmak üzere tasarlanmıştır. Uygulamada, Leap Motion cihazı kullanılmış ve kızılötesi algılama yoluyla kullanıcının parmak takibinin yapılabilmesi sağlanmıştır. Kullanıcılar parmak hareketleri doğrultusunda, aşınmış taş ve yazıtların üstünde yer alan bilgilere ve gerçek renklere, video projektörünün eser üzerine yansıttığı görüntü aracılığıyla ulaşabilmektedir. Uygulama, müze ziyaretçilerinin, kültürel eserlerin geometrik ayrıntılarını ve meta bilgilerini etkileşimli olarak keşfetmelerine yardımcı olmakta, erozyon vb. nedenlerle algılanamayan eser ayrıntılarının anlamlı görselleştirmeler yoluyla keşfedilip analiz edilmesini sağlamaktadır. Cihazın çalışma prensibi, eserin 3 boyutlu modelinin geometrik olarak analiz edilmesine daha sonra da, bir video projektör aracılığıyla eserle ilgili detayları içeren bir görselin, doğrudan gerçek eser üzerine uzamsal artırılmış gerçeklik teknolojisi kullanılarak bindirilmesine dayanmaktadır.

### **3. Sonuç**

Ele alınan çalışma, kültürel miras turizminin desteklenmesi ve geliştirilmesi kapsamında kullanılan teknolojik araçların, ziyaretçinin somut mirasla kurdukları ilişkilerde oynayabilecekleri rolleri ortaya koymayı hedeflemiştir. Bu doğrultuda çalışmada öğrenme, yaşam boyu devam eden bir deneyim olarak ele alınmış, bireylerin öğrenim görmesi için ihtiyaç duyduğu özgül fırsatların karşılanmasında kültürel miras turizminin yeri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Kültürel miras turizminin ziyaretçilerin beklentilerine ve öğrenme deneyimlerine etki edecek ne türde teknolojik araç ve uygulamalara ihtiyaç duyduğu açığa çıkarılmaya çalışılmıştır. Kültürel miras turizminde, yeni deneyimler geliştirmek üzere kullanılan teknolojik araçlar, bilgi ve iletişim teknolojilerine bağlı olarak çeşitlilik göstermektedir. Bunlar arasında yer alan sürükleyici teknolojiler, kullanıcıların fiziksel olarak varolan gerçekliklerle etkileşime girmesine olanak tanıyan sanal ortamlar yaratılabilmesini mümkün kılmaktadır. Sürükleyici teknolojiler, kültürel miras alanlarında ziyaretçilerin, içerikle dijital olarak etkileşime girmelerine ve hatırlanmaya değer eylemler aracılığıyla öğrenme deneyimi elde etmelerine katkı sağlamaktadır.

Aktif katılıma ve etkileşime dayanan bu deneyimler, sürükleyici teknolojilerin türüne bağlı olarak öğrenme olanakları yaratmakta ve fizikselden sanala deneyim alanının genişletilip zenginleştirilmesine olanak tanımaktadır. Ele alınan çalışma sürükleyici teknolojiler kapsamına giren artırılmış gerçeklik teknolojilerini, sahip olduğu özellikler ve sağlıklarıyla incelemeyi amaçlamıştır. Kültürel miras turizminde artırılmış gerçeklik teknolojisi, kültürel mirasa ilişkin içeriğe erişim için “o yerde” bulunmayı gerektiren ve ziyaretçiyi fiziksel bağlamdan kopmadan-koparılmadan içerikle buluşturabilen az rastlanır teknolojik araçlardan biri olarak değerlendirilmiştir. Temelde de bir yerin önemi, yeri deneyimlememize değil yerdeki deneyime dayanmaktadır. Yerdeki deneyimlerin ise bir yeri vareden soyut (gelenekler, değerler, anılar, anlatılar, semboller, ritüeller, festivaller, dokular, renkler, kokular vb.) ve somut (doğal-yapılı çevreye ilişkin fiziksel veriler) değerlerden oluşan bütünle girilen etkileşim sonucunda açığa çıktığı bilinmektedir. Bu etkileşim ise, ziyaretçi için bir araya gelmeyi, kültürel miras turizmi için ise bir araya getirmeyi gerektirmektedir. Bu çerçevede çalışmada genelden özele, kültürel miras turizminin kapsamına, ziyaretçi ve teknolojiyle olan ilişkisine yer verilmiş, sürükleyici teknolojiler kapsamında artırılmış gerçeklik teknolojisinin özellikleri ortaya konulmuş, kültürel mirasın aktarılmasında artırılmış gerçeklik teknolojisinin kullanım biçimine örnekler üzerinden yer verilmiştir.

#### **4. Kaynakça**

- Apostolakis, A. (2005). A Choice modeling application for Greek heritage attractions. *Journal of Travel Research*, 43, pp. 309-318.
- Awazu, Y., Baloh, P., Desouza, K. C., Wecht, C., H., Kim, J. & Jha, S. (2009). Information–Communication technologies open up innovation, research-technology management, 52:1, pp. 51-58.
- Azuma, R. T., Baillot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *Computer Graphics and Applications*, 21(6), pp. 34-47.
- Billinghurst, M., Clark, A. & Lee, G. (2015). A survey of augmented reality. *Foundations and trends in human-computer interaction*, 8, pp. 73–272.
- Brusaporci S, Ruggieri G, Sicuranza F, Maiezza P. (2017). Augmented Reality for Historical Storytelling. The INCIPICT Project for the Reconstruction of Tangible and Intangible Image of L'Aquila Historical Centre. *Proceedings*. 2017; 1(9):1083.
- Carmigniani, J., Furht, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., & Ivkovic, M. (2010). Augmented reality technologies, systems and applications. *Multimedia tools and applications*. 51, pp. 341-377.
- Chan, J. K. L. (2009) The consumption of museum service experiences: Benefits and value of museum experiences, *Journal of hospitality marketing & management*, 18:2-3, pp. 173-196.
- Chhabra, D., Healy, R. & Sills, E. (2003). Staged authenticity and heritage tourism. *Annals of tourism research*. 30. pp. 702-719.
- Chen, C. F. & Chen, F. S. (2010) Experience quality, perceived value, satisfaction and behavioral intentions for heritage tourists. *Tourism management*, 31, pp. 29-35.
- Cucchiara, R. & Del Bimbo, A. (2014). Visions for augmented cultural heritage experience. *IEEE Multimedia*. 21.
- Çekül (2012). Sürdürülebilir Kültürturizmi İçin Kamu Yerel Sivil Özel İşbirliği. ÇEKÜL Vakfı-tarihi kentler birliği yayınları.
- Dieck, M. C., Jung T.H. & tom Dieck, D. (2018) Enhancing art gallery visitors' learning experience using wearable augmented reality: generic learning outcomes perspective, *Current issues in tourism*, 21(17), pp. 2014-2034.
- Di Serio, A., Ibáñez, M. & Delgado, K. C. (2013). Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course. *Computers & education*. 68. pp. 586–596.
- Falk, J., Ballantyne, R., Packer, J. & Benckendorff, P. (2012). Travel and learning: A neglected tourism research area. *Annals of tourism research*. 39. 908-927.
- Flavián, C., Sánchez, I. S., Orús, C. (2019). The impact of virtual, augmented and mixed reality technologies on the customer experience. *Journal of business research*, pp. 547-560.
- Fritz, F., Susperregui, A. & Linaza, M. T. (2005). Enhancing cultural tourism experiences with augmented reality technologies, *The 6th International symposium on virtual reality, Archaeology and cultural heritage*.

**ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE**

- Giannopoulos, G. (2004). The application of information and communication technologies in transport. *European journal of operational research*. 152. pp. 302-320.
- Graziano, T. & Privitera, D. (2020). Cultural heritage, tourist attractiveness and augmented reality: insights from Italy. *Journal of Heritage Tourism*. 15. pp. 1-14.
- Hamelink, C. J. (1997). New information and communication technologies, social.
- Hilken, T., de Ruyter, K., Chylinski, M., vd. (2017) Augmenting the eye of the beholder: exploring the strategic potential of augmented reality to enhance online service experiences. *J. of the Acad. Mark. Sci.* 45, pp. 884–905.
- Holl, S., Pallasmaa, J., & Perez, G. A. (1994). *Questions of perception: Phenomenology of architecture*. San Francisco, CA: William Stout Publishers.
- Hooper-Greenhill, E., Dodd, J., Moussouri, T., Jones, C., Pickford, C., Herman, C., Morrison, M., Vincent, J. & Toon, R. (2003). Measuring the outcomes and impact of learning in museums, archives and libraries: the Learning Impact Research Project end of project paper.
- Jhajharia, S., Pal, S.K., & Verma, S. (2014). Wearable computing and its application. *International journal of computer science and Information technologies*, 5(4), pp. 5700-5704.
- Jung, T., tom Dieck, M. C., Lee, H., Chung, N. (2016). Effects of virtual reality and augmented reality on visitor experiences in museum, *Information and communication technologies in tourism*, pp. 621-635.
- Kysela, J. & Štorková, P. (2015). Using augmented reality as a medium for teaching history and tourism. *Procedia - Social and behavioral sciences*, 174, pp. 926-931.
- Lee, N. & Shan, L. & Chen, C. (2013). System development of immersive technology theatre in museum, *8022*, pp. 400-408.
- Lorenzo Galés, N. & Gallon, R. (2020). Transcendent learning spaces.
- Makhataeva, Z. & Varol, H. A. (2020). Augmented reality for robotics: A Review. *robotics*, 9, 21.
- Mallam, S. C., Nazir, S., & Renganayagalu, S. K. (2019). Rethinking maritime education, training, and operations in the digital Era: Applications for emerging immersive technologies. *Journal of marine science and engineering*, 7(12), pp. 428.
- Malpas, J. E. (1999). *Place and Experience. A Philosophical Topography*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Masmuzidin, M. Z. & Nor Azah, A. A. (2018). The current trends of augmented reality in early childhood education. *The International journal of multimedia & its applications*, 10, pp. 47-58.
- McLuhan, M. & Powers, B. R. (2001). *Global Köy. 1. Yüzyılda yeryüzü yaşamında ve medyada meydana gelecek dönüşümler*. Scala Yayıncılık.
- Mekni, M. & Lemieux, A. (2014). *Augmented Reality : Applications, challenges and future trends*.



**ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE**

- Mesaros, P., Mandicak, T., Mesarosova, A., Hernandez, F., M., Krsak, B., Sidor, C., Strba, L., Molokac, M., Hvizdak, L., Blistan, P. & Delina, R. (2016). Use of augmented reality and gamification techniques in tourism. *e-Review of tourism research*, 13,1/2, pp. 367-381.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., and Kishino, F. (1994). Augmented reality: a class of displays on the reality-virtuality continuum. *Proc. SPIE 2351*, pp. 282–292.
- National trust for historic preservation (2018). National heritage tourism summit discussion paper.
- Norsyafawati, F., Sabri, M., Zulkarnaen., N., Khidzir, Ismail, A. R. & Mat, K., A. (2016). An exploratory study on mobile augmented reality (AR) Application for heritage content journal of advanced management science.
- Nussipova, G., Nordin, F. and Sörhammar, D. (2020), Value formation with immersive technologies: an activity perspective, *Journal of business & industrial marketing*, Vol. 35 No. 3, pp. 483-494.
- Ontario ministry of tourism (2009). Ontario cultural and heritage tourism product research paper.
- Pine, J. Gilmore, J. H. (2012). Deneyim ekonomisi. Çeviren: Levent Cinemre. Optimist yayınları.
- Poria, Y., Butler, R., & Airey, D. (2001). Clarifying heritage tourism. *Annals of tourism research*, 28, pp. 1047-1049.
- Ramos, F., Trilles Oliver, S., Torres-Sospedra, J. & Perales, F. (2018). New trends in using augmented reality apps for smart city contexts. *ISPRS International journal of geo-information*. 7. pp. 478.
- Reinhuber, E. (2015). Face Value-Augmented reality enhanced photography. The Electronic Visualisation and the Arts Conference London.
- Richards, G. (2001). The development of cultural tourism in Europe. In G. Richards (Ed.), *Cultural Attractions and European Tourism*. pp. 3-30. Oxford: CAB International.
- Walker, J. R. & Walker, J. T. (2011). *Tourism: Concepts and practices*. Upper saddle river: Prentice hall.
- Ridel, B. vd. (2014). The revealing flashlight: Interactive spatial augmented reality for detail exploration of cultural heritage artifacts. *ACM Journal on Computing and Cultural Heritage*. 7(2). pp 1–18
- Robins, K. (2013) İmaj. görmenin kültür ve politikası, İngilizceden çeviren: Nurçay Türkoğlu, Ayrıntı yayınları, 2. Basım.
- Sennet, R. (2018), *Ten ve Taş. Batı Uygarlığında Beden ve Şehir*. Metis Yayınları İstanbul.
- Sermet, Y. & Demir, I. (2020). Virtual and augmented reality applications for environmental science education and training. In book: *New Perspectives on Virtual and Augmented Reality: Finding New Ways to Teach in a Transformed Learning Environment* Publisher: Taylor & Francis Group
- Suh, A., & Prophet, J. (2018). The state of immersive technology research: A literature analysis. *Computers in Human Behavior*, 86, pp. 77-90.
- Thomas, B. H. & Sandor, C. (2009). What wearable augmented reality can do for you, *IEEE Pervasive Computing*, 8, pp. 8-11.

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

- Timothy, D. J. (2018). Making sense of heritage tourism: Research trends in a maturing field of study. *Tourism management perspectives*, 25, pp. 177-180.
- Timothy, D. J. & G. P. Nyaupane (2009). *Cultural Heritage and Tourism in the Developing World. A Regional Perspective*. London-New York.
- Titmus, C. & Paz B., Diana, I., Lengrad, P., (1997). Yetişkin eğitimi terimleri sözlüğü. Çeviren: Ferhan Oğuzkan. Unesco Uluslararası eğitim bürosu.
- Vlahakis, V., Vd. (2001). Archeoguide: first results of an augmented reality, mobile computing system in cultural heritage sites. *VAST '01*.
- Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A Presence questionnaire. *Presence: Teleoperators and virtual environments*, 7(3), pp. 225–240.

**İnternet Kaynakları:**

- Url-1: <https://www.manchestereveningnews.co.uk/news/greater-manchester-news/manchester-art-gallery-google-glass-7192568> (erişim tarihi 20.07.2022)
- Url-2: <https://mmuresearchblog.wordpress.com/2016/03/10/tech-tours-show-by-creative-ar-hub-hollings-faculty-mmu-msis-wearable-technology-festival/> (erişim tarihi 20.07.2022)
- Url-3: <https://zkm.de/en/exhibition/2012/03/sound-art> (erişim tarihi 20.07.2022)
- Url-4: <https://zkm.de/en/exhibition/2012/03/sound-art> (erişim tarihi 22.07.2022)
- Url-5: <https://www.teamlab.art/w/story-of-the-forest/> (erişim tarihi 21.07.2022)
- Url-6: <https://www.teamlab.art/w/story-of-the-forest/> (erişim tarihi 22.07.2022)