ASOS JOURNAL

The Journal of Academic Social Science

Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi, Yıl: 9, Sayı: 112, Ocak 2021, s. 174-193

ISSN: 2148-2489 Doi Number: <http://dx.doi.org/10.29228/ASOS.48337>

Yayın Geliş Tarihi / Article Arrival Date
12.12.2020

Yayınlanma Tarihi / The Publication Date
29.01.2021

Arş. Gör. Dr. Özgür BALLI

Düzce Üniversitesi, Sanat, Tasarım ve Mimarlık Fakültesi
ozgurballi86@gmail.com

ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK TEKNOLOJİSİ VE DİJİTALLEŞEN SANAT BAĞLAMINDAKİ UYGULAMA ÖRNEKLERİ ÜZERİNE

Öz

Dünya çapındaki ileri düzey teknolojik gelişmeler, bilimden sanata kadar birçok alana; araştırma, uygulama ve deneyimleme için yeni teknik olanaklar sağlamıştır. Günümüz dünyasındaki onlarca alana yeni imkânlar yaratan bu ileri düzey teknolojik olanaklardan biri de Artırılmış Gerçeklik (AG) teknolojisidir. AG teknolojisi, yapay ile gerçeğin temsilini bir potada eritebilme özelliği ile diğer teknolojilerin karşılaması zor olan imkânları sunabilme potansiyeli sayesinde oldukça dikkat çeken yeni bir teknolojidir. Bu teknoloji, taşınabilir teknolojilerin gelişmesi ve etkileşimin bu mobilize üzerinden kurulmasıyla oluşan bireysellik sayesinde hemen hemen her cihazda kullanılabilir hale gelmiş ve kullanım alanlarını oldukça çeşitlendirmiştir. Günümüzde ise çok sayıda artırılmış gerçeklik uygulamaları endüstriden eğitime kadar birçok alanda kullanılmaya başlamıştır. Tarih boyunca bulunduğu dönemin teknolojik imkânlarından olabildiğince yararlanma arzusu ve potansiyeli taşıyan sanat kavramı da bu gelişmelere kayıtsız kalmamıştır. Özellikle dijitalleşme yolunda kendisini konumlandıran günümüz sanatı da, yeni uygulama alanları ve yeni deneyimleme yönetimleri fırsatı yakaladığı AG teknolojisinin sunduğu büyük potansiyel yararlanmaya başlamıştır. Artırılmış gerçeklik ve dijitalleşen günümüz sanatı üzerine yapılan bir araştırma özelliği taşıyan bu makale de, bahsedilen teknolojik gelişmenin sanat alanına sunduğu imkânları sanatsal uygulama örnekleri üzerinden tartışmaktadır.

Anahtar kelimeler: Artırılmış Gerçeklik, Teknoloji ve Sanat, Dijital Sanat, Sanal Gerçeklik.

AUGMENTED REALITY AND ON ART EXAMPLES IN THE CONTEXT OF DIGITAL ART

Abstract

Advanced technological development around the world are in many areas, from science to art; it has provided new technical possibilities for research, application and experience. One of these advanced technological possibilities, which creates new possibilities for dozens of areas in today's world, is Augmented Reality (AG) technology. AG technology is a new technology that attracts a lot of attention thanks to its ability to melt the representation of artificial and reality in a pot and the potential to offer possibilities that are difficult for other technologies to meet. Thanks to the development of portable technologies and the individuality of interaction through this mobilization, this technology has become available on almost any device and has diversified its usage areas. Today, many augmented reality applications have started to be used in many areas from industry to education. The concept of art, which has the desire and potential to make the most of the technological possibilities of its period throughout history, has not been indifferent to these developments. Today's art, which positions itself especially on the path to digitalization, has started to benefit from the great potential offered by AG technology, where it has the opportunity of new application areas and new experience managements. This article, which has a research feature on augmented reality and modern art that has become digitalized, discusses the possibilities offered by the technological development in the field of art through examples of artistic application.

Keywords: Augmented Reality, Technology and Art, Digital Art, Virtual Reality.

GİRİŞ

Bilimsel ve teknolojik gelişmeler, yaşamımıza, felsefi çıkarımlarımıza ve hatta davranış biçimlerimize kadar birçok sosyolojik olguya doğrudan veya dolaylı bir şekilde etki etmektedir. Günümüzde ise bu etki gücünün varlığı, bilimden sanata kadar birçok alan üzerinde kendini göstermektedir. Endüstri devrimi ile teknolojiden yararlanmaya başlayan ve ileri teknoloji dönemi ile de ivme kazanarak dijitalleşmeye yolunda ilerleyen sanat olgusu, geçmişte var olduğu dönemlerdeki teknik ve teknolojik imkânlardan yararlanma potansiyelinde olduğu gibi, günümüzdeki dijital dünyasında da kendine bir dil oluşturmaya başlar.

Sanat ve teknoloji arasındaki bağlar tarihsel anlamda yeni sayılabilecek olgular değildir. Her iki kavramın da ortak bir kökenden geliyor olması, sanat ve teknolojiyi başlangıçtan bu yana birbirini ile ilişkili kılmıştır. Teknoloji kelimesinin türetildiği “teknik” Antik Yunan felsefesinde yer alan tekhne teriminden gelmektedir. Platon, *Gorgias* adlı diyalogunda tekhne’yi bir işi neden ve nasıl yapılması gerektiğini tam manası ile bilmek ve hüner sahibi olmak olarak tanımlar. Bu anlamı ile tekhne, Antik Yunanda vazo ressamı, heykeltıraş, dokumacı, cerrah ve şairin işlerinin ortak özelliğidir. Uygulama bilgi ve yetisinin kuramsal bilgi (Logos: us, düşünce kelimesinden türetilen “loji” /logy) ile birleşmesi ise

“teknoloji” kavramını doğurmuştur. Bu anlamda teknoloji kuramsal bilimin uygulama alanını(pratiğini), sanatın ise uygulama bilimini oluşturmaktadır. (Beyhan, 2018, s.14).

Dijital sanat gibi yeni sanat biçimleri gelişirken, genellikle tanımlayıcı bakış açısıyla beraber inşa edilmektedirler. Bu nedenle, yapılan tanımlamalar önem kazanmakta, Christiane Paul’un kitabı “Digital Art”, bu sanat biçimi içeriğinin tanımlanmasında ve sınıflandırılmasında önemli yapı taşlarından biri olarak kabul edilmektedir. Paul’a göre, dijital sanata yönelik sınıflayıcı önemli ayrımlardan biri, teknolojinin “araç” ve “ortam” olmasına yöneliktir. Fotoğraf, baskı, heykel ya da müzik gibi geleneksel sanat nesnelerinin oluşturulması için bir “araç” olan dijital teknolojiler, üretilen, saklanan ve sadece dijital formatta sunulan, etkileşimli veya katılımcı özelliklerini kullanan dijital teknolojiler için “ortam” olarak kullanılmaktadır. (Sağlamtimur, 2010, s. 220).

Paul, “Digital Art” kitabında dijital sanatın sınıflandırılmasını iki ana başlık üzerinden sekiz bölümde incelemektedir (Paul, 2003), (Bkz Tablo 1). Dijital sanat bağlamında günümüzde de kabul görmüş ve üzerinden kuramlar üretilebilen bu sınıflandırma şu şekildedir:

Tablo 1. C. Paul’ün “Digital Art” kitabındaki dijital sanatın sınıflandırması.

Dijital Teknolojilerin Araç Olarak Kullanılması	Dijital Teknolojilerin Ortam Olarak Kullanılması
Dijital Görüntüleme: Fotoğraf ve Baskı	Enstalasyon (Yerleştirme) Sanatı
Heykel	Film- Video ve Animasyon Sanatı
	İnternet ve Ağ Sanatı
	Yazılım Sanatı
	Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik
	Ses ve Müzik Sanatı

Teknolojinin sunduğu imkân sayesinde günümüz sanatçıları artık bu imkânları sanat çalışmalarında araç veya ortam olarak kullanma fırsatı yakalamışlardır. Böylece sanal olarak üretilmiş heykellerden geleneksel resim disiplinine ait yöntemleri simüle edebilen yazılımlara kadar sanat üretim çeşitliliği yeni bir evrene geçiş yapmıştır. Teknolojinin ivmelenerek gelişmesiyle ulaşılan dijitalleşme sayesinde kendini yeni bir yere konumlandırma hedefinde olan günümüz sanatı da, yeni deneyimleme potansiyeli sunan teknolojilerden yararlanmaya başlamıştır. Günümüz sanatın yaralanmaya başladığı ve konu kapsamında değineceğimiz bu alan ise *Artırılmış Gerçeklik* olgusudur. Günümüzde kullanılan Artırılmış gerçeklik teknolojisi, sanatçıların kendilerini yeni bir ortam üzerinden ifade etmeleri, sanat eserlerini oluşturmaları veya çalışmalarını etkileşimli deneyimlerle çevrelemeleri için yeni bir alan sunmaktadır.

Bahsedilen bilgiler ışığından artırılmış gerçeklik ve sanat üzerine yapılan bir araştırma özelliği taşıyan bu makale; C. Paul’un de bahsettiği ortam odaklı sanatsal kullanım örneği olan *Artırılmış Gerçeklik* olgusunun tarihsel sürecine değinmekte ve sanatsal uygulama örnekleri üzerinden güncel çıkarımlarda bulunmaktadır. Ek olarak bu teknolojik gelişmenin sanat alanına sunduğu imkânların araştırılması ve sunulmasını hedeflemektedir.

Artırılmış Gerçeklik Teknolojisinin Tarihsel Süreci ve Kullanım Alanları

Artırılmış gerçeklik-AG (İng: Augmented Reality-AR) 1990 yılında Thomas P. Caudell tarafından terminolojiye kazandırılan bir terimdir. Terminolojiye giriş tarihi görece yeni olsa da, uygulama alanları bakımından aslında çok daha eski bir teknolojidir. Gerçek dünya ve bilgisayarlar tarafından üretilen sayısal içeriklerin üst üste bindirilmesiyle oluşturulan teknolojiye verilen isim olan Artırılmış Gerçeklik, dış dünyadaki somut görüşümüz içerisine sanal olarak üretilmiş görüntülerin yerleştirilmesini sağlamaktadır.

İçerisinde barındırdığı sanallık kavramı nedeniyle Sanal Gerçeklik (SG) Artırılmış Gerçeklik (AG) ile sıklıkla karıştırılmaktadır. Konu kapsamında ele alacağımız teknolojinin tarihsel sürecine geçmeden önce Sanal Gerçeklik ile Artırılmış Gerçeklik arasındaki farkı belirtmemiz yerinde olacaktır. Artırılmış gerçeklikte; sanal görüntüler ile gerçek görüntüler üst üste bindirilmekte, yani içerisinde biri sanal(sayısal), biri somut(gerçek) olmak üzere iki temsil bulunmaktadır. Sanal gerçeklik de ise; gerçek dış dünya ile iletişimimiz tamamen kesilmekte ve izleyicisine sadece sanallığın(sayısallığın) temsili sunulmaktadır. Artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik tanım ve uygulama alanı bakımından birbirlerinden farklı olsalar da tarihsel süreçleri bakımından benzer atılımlar üzerinden inşa edilmişlerdir.

Artırılmış gerçeklikle ilgili ilk fikirler *Oz Büyücüsü* romanıyla ünlü olan L. Frank Baum'un 1901'de yayınlanan "Ana Anahtar (The Master Key)" adlı eserinde görülebilmektedir. Baum bu romanında "Karakter İşaretleyicisi" olarak tanımladığı, gerçek dünyaya dijital veri aktaracak olan bir gözlükten bahsetmiştir. Bu gözlüklerle bir insana bakıldığında gözlük, karşıdaki kişinin karakter yapısını gösteren işaretlemeler yapmaktadır. (Yıldırım, 2019, s. 29).

1968 yılında Harvard Üniversitesinde bilgisayar bilimi alanında profesör olarak görev yapan Ivan Sutherland ve öğrencisi Bob Sproull "Damokles'in Kılıcı" adını verdikleri bir cihaz icat etmiştir (Tabusca, 2014). İlk fikrini 20. yy'ın hemen başında *Oz Büyücüsü* romanı ile edebiyat alanı üzerinden oluşturan AG teknolojisi 20. yy'ın üçüncü çeyreğine gelindiğinde bugün bildiğimiz formuna doğru olgunlaşmaya ve gelişmeye başlamıştır, (Bkz. Görsel 1).

Görsel 1. Ivan Sutherland, "Demokles'in Kılıcı" 1968.
(<https://blog.assemblrworld.com/the-history-of-augmented-reality/>)

Karma veya melez olarak nitelendireceğimiz yeni bir gerçeklik potansiyeli sunma iddiasında olan bu uygulama teknolojisinin gelişim sürecindeki diğer büyük bir sıçrama ise 1974'te Myron Krueger tarafından yapay gerçeklik çalışması yaratıldığında olmuştur. 1970'lerin ortasında bu alanda çalışmaya başlayan Krueger, *Videoplace* adını verdiği bir yapay gerçeklik laboratuvarı kurmuştur (Berryman, 2012). Bu laboratuvar, uygulamayı deneyimleyen kişilerin gözlük veya eldiven gibi araçlar yüzünden kısıtlanan insan hareketlerinin daha doğal olmasını sağlamak ve bu doğal eylemlere yanıt veren yapay bir gerçeklik yaratma fikri ile oluşturulmuştur, (Bkz. Görsel 2).

Görsel 2. Myron Krueger "Videoplace", 1975.

(https://www.researchgate.net/figure/Myron-Krueger-Videoplace-1975_fig1_274621011)

İnteraktif bir çalışma özelliği taşıyan *Videoplace*, kullanıcıları etkileşimli bir ortama yerleştirmek için projektörler, video kameralar, dönemine ait yazılımlar ve özel amaçlı donanımlarla birlikte kullanıcılarının silüetlerini kullanmaktadır, (Bkz. Görsel 3).

Görsel 3. *Videoplace*'in çalışma prensibi, 1975.

(<https://virtuallspeech.com/blog/history-of-vr>)

Bu uygulamada; videoya kaydedilen kullanıcıların hareketleri analiz edilerek yapay gerçeklik ortamında kullanıcıların silüet temsilleri bir yüzey üzerine aktarılmaktadır. Kullanıcılar, hem ama etkili renkli silüetlerin kullanımıyla, eylemlerinin sonuçlarını ekranda görsel olarak görebilmektedir. Doğrudan dokunsal geribildirim olmamasına rağmen, kullanıcılar ekrandaki nesnelerle ve diğer kullanıcılarla etkileşimde bulunurken bir varlık duygusu yani yeni bir gerçeklik deneyimi yaşamaktadır. M. Krueger ise ulaşılmaya çalışılan etkileşimli bu yeni gerçeklik için; "gerçekliğin kendisinden çok daha zengin ve değişken olma potansiyeline sahip yeni bir alan" olduğunu dile getirmiştir (Lee ve Lee, 2014, s.433). Yapay gerçekliğe ulaşma yolunda ilk uygulama olarak kabul edilen *Videoplace* çalışması günümüzde de Connecticut Üniversitesi'nde bulunan Eyalet Doğa Tarihi Müzesi'nde kalıcı olarak sergilenmektedir (Sturman ve Zeltzer, 1994).

1990'lara geldiğimiz de ise "Artırılmış gerçeklik" günümüzde kullanılan formuna ve tanımına karşılık veren donanımına kavuşmuştur. Boeing firmasında araştırmacı olarak görev alan Tom Caudell, uçak üretim sürecini kolaylaştırmak ve hızlandırmak için başa takılabilen ve gerçek dünya ile içerisine yüklenen veriyi birbirine eşleştirebilen dijital bir ekran üzerine çalışma yapmıştır. 1990 yılında ise Tom Caudell ve David Mizell işbirliği ile endüstriyel amaçlı kullanım imkânı sunan bu icadı gerçekleştirdiler (Berryman, 2012: 213). Böylece, uçak gibi

yüksek mühendislik gerektiren kompleks bir sistemin üretimi için icat edilen bu cihaz sayesinde vasıfsız bir fabrika işçisi bile yapmakla görevli olduğu karmaşık bir çok şemayı rahatlıkla uygulayabilmekte ve uçak kablolarını hızlı bir şekilde döşeme imkanı bulmaktadır, (Bkz. Görsel 4).

Görsel 4. Tom Caudell, AG teknoloji cihazını test ederken, 1990.
(<https://medium.com/scape-technologies/augmented-reality-from-research-to-ubiquity-in-30-years-1570a8653d63>)

Tom Caudell ve David Mizell işbirliği ile üretilen bu cihaz, gerek endüstriyel üretimde atılan bir çığır olma özelliği bakımından gerekse Artırılmış Gerçeklik (Augmented Reality) ifadesinin terminolojiye girmesine neden olması açısından teknolojinin tarihsel süreci açısından önemli bir yer tutmaktadır (Kangdon, 2012, s. 15). Terminolojik olarak *Artırılmış Gerçeklik* ifadesine kavuşan bu teknoloji 1990'larda hızlı atılımlar gerçekleştirmeye devam etmiştir. 1992 yılında Louis Rosenberg tarafından, Amerika Birleşik Devletleri Hava Kuvvetleri Araştırma Laboratuvarında, insan algısına fayda sağlayan *Virtual Fixtures* adlı ilk duyusal AG sistemlerinden birini geliştirmesiyle olmuştur, (Bkz. Görsel 5).

Görsel 5. Louis Rosenberg Virtual Fixtures adını verdiği cihazı test ederken, 1992.
(<https://earthware.co.uk/blog/mixed-reality-now-and-then/>)

Sanal Gerçeklik ve Artırılmış Gerçeklik teknolojileri için öncü olarak kabul edilen robotik kolları kumanda edebilen bu platform (Bkz. Görsel 6) sayesinde kullanıcının gerçek bir çevre algısı üzerine artırılmış duyusal veri eklenmesi hedeflenmiştir. Böylece kullanıcı, askeri

alandan yapılacak operasyonları bir robot avatar sayesinde operasyonun yapıldığı yerin gerçekliğini duyumsayarak deneyimleyebilecektir.

Görsel 6. Virtual Fixtures platformu ve çalışma prensibi, 1990.

(<https://stackoverflow.com/questions/16738112/virtual-fixtures-from-rosenberg>)

1997 yılına gelindiğinde ise bu teknoloji Ronald T. Azuma tarafından bir terim olmaktan çıkarılmış ve kavramsal bir alt yapıya kavuşmuştur. AG, “gerçek bir mekân veya objenin üzerine sanal bir bileşenin bindirilmesi ile oluşmaktadır” diyor Azuma (Azuma, 2001), AG'nin bilgisayar tarafından üretilen (sanal) bilgilerle gerçekliğin bir kombinasyonu olduğuna dikkat çekmekte ve bu durumun potansiyel yeni bir kavram oluşturduğunu tanımlamaktadır (Berryman, 2012: 214). “1994’te Paul Milgram AG’nin zaman içinde gelişmesi ve sanal gerçekliğe benzer özellikler taşıması nedeniyle bir ucunda gerçekliğin diğer ucunda sanallığın yer aldığı karma gerçeklik olarak adlandırılan bir gerçeklik-sanallık sürecini sunmuştur.” (Yılmaz ve Göktaş, 2018: 522), (Bkz. Görsel 7).

Görsel 7. Gerçeklik ve Sanallık süreçleri üzerine Milgram ve Khisino tarafından yapılan şema.

(<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/563236>)

1999 yılında ise Nara Bilim ve Teknoloji Enstitüsü’nde profesör olarak görev yapan Hirokazu Kato, *ARToolKit* isimli, gerçek ve sanal görüntüleri birbirlerine ekleyen bir artırılmış gerçeklik uygulaması geliştirmiştir (Yılmaz ve Göktaş, 2018: 522). Gerçek dünyadaki ve sanal görüntüleri birbirine ekleyen güçlü artırılmış gerçeklik uygulamaları oluşturmak için bir bilgisayar izleme kitaplığı geliştiren Kato, bunu yapmak için, gerçek kamera konumunu ve yönünü kare kod (qr code) gibi fiziksel işaretleyicilerden yardım alarak gerçek zamanlı uygulama kapasitesine sahip bir video izleme yeteneği kullanmıştır, (Bkz. Görsel 8). *ARToolKit* uygulaması artırılmış gerçeklikteki iki temel sorunun çözümüne yeni potansiyeller sunması bakımından oldukça önemlidir. Bu imkânlar bizlere; geçmiş uygulamalardaki cihazların

sunduğu sabit bakış açısından kurtarmış ve sanal nesne ile etkileşim kurma yeteneği kazandırmıştır.

Görsel 8. *ARToolKit* isimli Artırılmış Gerçeklik Uygulama Teknolojisi, 1999.
(<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>)

Günümüze yaklaşırken artırılmış gerçeklik teknolojisi artık terminolojik olarak genel bir tanıma ve kavramsal bir alt yapıya kavuşmuştur. Teknolojinin bireyselleşmesi ve dijital olarak varlıklarını mobil teknolojiler üzerinde de sürdürebilen insanlar sayesinde bu ve benzer alanlar üzerine olan ilgi gittikçe artmıştır. Akıllı telefonların kullanımının dünya çapında artış göstermesiyle de varlığını kabul ettirmiş ve birçok disiplin üzerinde deneyimlenmek istenen bir araştırma-uygulama teknolojisine dönüşmüştür. “Mobil artırılmış gerçeklik uygulamalarının ücretsiz ve kolay ulaşılabilir olması artan ilgiyle bu alandaki araştırmaların artmasındaki önemli bir unsur olarak bahsedilebilir.” (Çoşkun, 2017, s.65). “AG teknolojisinin kullanıldığı alanlar incelendiğinde bu teknolojinin eğlence, pazarlama, savunma, tıp, mühendislik, psikoloji, reklamcılık ve eğitim gibi pek çok alanda yaygınlaştığı görülmüştür” (Yılmaz ve Göktaş, 2018, s. 527). Yeni bir gerçeklik iddiasında bulunan bu teknolojinin uygulama alanları örneklerine bakacak olursak; örneğin, doktorlar tedavi olmak isteyen bir kişinin vücudundaki tıbbi verileri analiz yapmak veya göstermek için bu teknolojiyi kullanabilmektedir (Navab, Feuerstein ve Bichlmeier, 2007), (Bkz. Görsel 9). Bu teknoloji, kompleks ameliyatların kolaylaştırılmasından sağlık eğitiminin hızlı ve verimli bir şekilde verilmesine kadar, tıp alanının ilgilendiği birçok konunun derinliğini ve etkinliğini artırma potansiyeline sahiptir.

Görsel 9. Tıp alanında Artırılmış Gerçeklik teknolojisinin kullanımı.
(<https://lifeofmedical.com/tipta-artirilmis-gerceklik/>)

Oyun ve eğlence alanında da kullanılabilen bu teknolojinin belki de en büyük örneği *Pokemon Go* adlı AG oyun uygulamasıdır. *Pokémon Go*, 'ios' ve 'android' cihazlar için The Pokémon Company ile Niantic firmasının işbirliğiyle geliştirilmiş ve 2015-2016 yılları arasında dünya çapında ünlü olmuş bir artırılmış gerçeklik uygulama teknolojisi oyunudur. Oyuncuların akıllı telefonları ile deneyimleyebildiği bu oyun, kişinin gerçek dünyadaki konumundaymış gibi görünen *Pokémon* adlı sanal yaratıkları bulmak, yakalamak, eğitmek ve savaştırmayı amaçlamaktadır, (Bkz. Görsel 10).

Görsel 10. *Pokemon Go* artırılmış gerçeklik oyun uygulaması.
(<https://www.vox.com/2016/7/9/12132748/what-is-pokemon-go-game>)

AG teknolojisi eğitim alanında da etkin bir şekilde kullanılabilmektedir, bu alanda kullanıldığında pek çok fayda sunmakta ve eğitsel kazanımları da beraberinde getirmektedir (Yılmaz ve Göktaş, 2018, s. 527), (Bkz. Görsel 11).

Görsel 11. Artırılmış gerçeklik teknolojinin eğitimde kullanım örneği.
(<http://www.egitimdeteknoloji.com/dersimiz-artirilmis-gerceklik/>)

Dijital olarak oluşturulan öğeleri gerçekle bütünleştiren ve sonucunda yeni bir gerçeklik deneyimi sunmaya çalışan bu teknoloji günümüzdeki dijital mobil cihazların kolay ulaşılabilirliği sayesinde görünürlüğünü artırmaktadır. AG teknolojinin ortam odaklı kullanım alanlarına verilen örnekler ek olarak, bu teknoloji Arkeoloji 'den Sanat'a kadar etkileşim potansiyeli olan neredeyse her alan ve disiplin içerisinde kullanılabilmektedir.

Dijitalleşen Sanat Bağlamında Artırılmış Gerçeklik ve Uygulama Örnekleri

Günümüzde oluşan yüksek teknoloji, bilimsel ve sanatsal olana direkt etki ederek yeni söylemlerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Sanat özelinde ise ortaya çıkan bu etkinin en büyük

söylem örneği kuşkusuz dijital sanattır. “Dijital Sanat” kitabının yazarı C. Paul’a göre “Dijital sanat, genel anlamda üretilişinde bilgisayarın rol aldığı, fiziksel olmayan nesnelerin üretilmesiyle gerçekleşen sanat biçimine denir” (Paul, 2003, s. 21). “Dijital Sanat ve Baskı Sözlüğü”ne göre ise “bir veya daha fazla dijital işlem ya da teknoloji ile yaratılan sanat” (Johnson ve Shaw, 2005, s.10) olarak belirtilmektedir. 20. yüzyılın ikinci yarısında sonra sanat dünyası içerisinde üretim örnekleri ile var olmaya başlayan dijital sanat; görsel, işitsel ve dramatik sanatlara sunduğu potansiyeller bakımından sanatçılar tarafından ilgi görmeye başlamıştır.

Özellikle, 20. yüzyılda sanatçı, kendisini çevreleyen teknolojik unsurların etkisi altında kalmaktan kendini kurtaramamış, çoğunlukla, teknoloji karşısındaki olumlu veya olumsuz tavrını, tuvalinde, yontusunda hatta kimi zaman kendisi de başlı başına birer teknolojik eser olabilen ürününde dolaylı veya dolaysız yoldan dile getirmiştir. (Kurtuluş, 1996, s.345).

Bahsedilen bu durumu belki de ilk öngören kişi alan üzerine çalışmalarıyla tanınan Bruce Wands’tır. 2006 yılında “Dijital Çağın Sanatı” adlı kitabında dijitalleşme yolunda ilerleyen insanlar için şöyle demektedir: “Biz bir geçiş dönemindeyiz: Geleceğin sanatçıları bilgisayarların olmadığı bir dünyayı asla bilmeyecekler ve bu yüzden onların teknolojiyle yaratılan sanat ile çağdaş sanatın başka türleri arasında bir ayrım yapmaları da mümkün olmayacaktır.” (Wands, 2006, s. 30).

Dijitalleşme yolunda ivmelenerek ilerleyen günümüz sanatı da teknolojik gelişmelerin sunduğu potansiyelleri kendi disiplinleri içerisinde araç veya ortam odaklı üretim ve sunum bakımından kullanmak istemektedir. Konu kapsamında ele aldığımız Artırılmış Gerçeklik teknolojisi ise sanat alanında ortam odaklı bir üretim ve sunum imkânı sağlamaktadır. Bu bağlamda üretilen çalışmalar ise Dijital Sanat ana başlığındaki AG Sanatı olarak adlandırılmaktadır.

21. yüzyılda medya gelişiminin ilerlemesi sayesinde ortaya çıkan ve AG teknolojisiyle yaratılan bu yeni dijital sanat biçimi, geleneksel estetik ilkelerimizi etkilemektedir (Azuma, 1997). AG teknolojisi, sanat ve estetik araştırmalarımızda yeni analizlerin yapılmasına imkân tanımış ve ‘Dijital Estetik’ gibi kavramları ortaya çıkararak, sosyal etkileşimden gelen bireysel deneyimlerin aracılığıyla analiz edilebilir olmuştur (Jensen, 2007, s. 24). Yeni nesil bir gerçekliğe dayalı arayüzler geliştirebilen AG sayesinde artık sanatçılar yeni medyumlar üzerinden kendilerini ifade etme, teknolojik ve sanal diyebileceğimiz sanat eserleri üretme ve çalışmalarını etkileşimli deneyimlerle dönüştürme imkânı yakalamışlardır. Sanatçılar bu imkânı kavramsal veya biçimsel olarak ürettikleri çalışmalarının ana mesajlarını hatta duygularını daha erişilebilir bir şekilde iletebilmek ve görsel bir dil geliştirmek için de kullanmaktadır. AG ile somut olanı değiştirmeden, sanal olarak eklemlenen tasarımlarla eserin içeriğine katkıda bulunulması sağlanabilmektedir. Ayrıca, somut olarak üretilen çalışma AG ile güçlendirildikten sonra yeni bir gerçeklik iddiası üzerinden canlı hale getirilebilmekte ve sanal bir ortamla birleştirilerek sanat alanı içerisinde heyecan verici çalışmalar yapma imkânı sağlamaktadır. Tarihsel sürecindeki örneklerinden de anlaşılacağı üzere hareketli, hareketsiz, eş zamanlı olarak canlı deneyimleme gibi birçok biçimi ve katmanı bulunmaktadır. Günümüzdeki sanatçılar güncel sanat çalışmaları üretebilmek ve sunabilmek için bahsedilen tüm katmanlardan sanatsal üretim pratiği açısından yararlanmaktadır.

AG teknolojisini erken benimseyen sanatçılar arasında John Craig Freeman, Joseph Farbrook, Will Pappenheimer ve Zachary Brady gibi isimler yer alır. Bu teknoloji pratiğini

sanat alanında kullanan Freeman'ın *School Shootings eMorial*, Farbrook'un *Amorphous Ball*, Pappenheimer ve Brady'nin *Drawing Constellations* isimli çalışmalarına bakmamız konu kapsamında çıkarımlarda bulunmamız için yerinde olacaktır.

J. C. Freeman'ın alana öncü çalışmalarından biri olan *School Shootings eMorial* olarak isimlendirdiği eser basit bir mobil artırılmış gerçeklik uygulamasıdır. Akıllı telefonlar ve ağ destekli tabletler için tasarlanan *School Shooting eMorial*, Amerika'daki bir okulda gerçekleşen silahlı saldırı sonrası hayatını kaybeden öğrenciler için sanal bir anıt olma özelliği taşımaktadır, (Bkz. Görsel 12). Ürettiği sanal nesneleri, Washington'daki ABD başkanlık binasının coğrafi konum verilerini geliştirdiği AG yazılımı içerisinde kullanmıştır. Freeman bu çalışmasıyla artık hayatta olmayan öğrencilerin çantaları/eşyaları sanki oradaymış gibi görünmesini sağlayan AG teknolojisi üzerinden bireysel silahlanmaya göz yuman beyaz saray yönetimini protesto etmektedir.

Görsel 12. John Craig Freeman, “School Shootings eMorial”, 2013.
(<https://johncraigfreeman.wordpress.com/2013/08/12/school-shootings-emorial-manifest-ar/>)

Joseph Farbrook'un *Amorphous Ball* çalışmasında ise; sonsuz sayıda form alabilen sanal ve kinetik bir kırmızı kürenin ontolojik etkileşimi üzerinden çıkarımlarda bulunmaktadır. *Amorphous Ball* çalışması, Freeman'ın kullandığı konum bilgisi verilerinin aksine akıllı telefonların kameralarının algılayabileceği form ve çıktılara duyarlı bir şekilde deneyimlenebilmektedir, (Bkz. Görsel 13).

Görsel 13. Joseph Farbrook, “AmorphousBall”, 2017.
(https://www.berkshirefinearts.com/05-10-2018_augmented-reality-at-boston-cyberarts-gallery-and-more.htm)

Pappenheimer ve Brady’nin işbirliği ile gerçekleştirdikleri AG çalışması ise hareketli dijital bir enstalasyon olma özelliği taşımaktadır. *Drawing Constellations* isimli bu AG çalışması ‘andorid’ veya ‘ios’ işletim sistemli tabletler kullanılarak üretilmiştir. İnteraktif bir enstalasyon olma özelliği taşıyan çalışma, izleyicilerin de sanatsal üretime katkı sağladıkları ve ürettikleri özgün çizimleri 3 boyutlu artırılmış gerçeklik alanına ekleyerek bir galeri içerisinde sergileme imkanı sunmaktadır, (Bkz. Görsel 13).

Görsel 13. Will Pappenheimer ve Zachary Brady, “Drawing Constellations”, 2016.
(<https://www.bostoncyberarts.org/art-augmented-reality>)

Drawing Constellations çalışması katılımcıların da çalışmanın bir parçası olması için “Layar” adı verilen bir AG teknoloji uygulaması kullanılmaktadır. Katılımcılar, renk, fırça boyutu vb. seçimleriyle çizimler oluşturmak için çalışma kapsamında onlara sunulan cep telefonları veya tabletleri kullanmışlardır, (Bkz. Görsel 14). Üretilen bu sanal çizim verileri sanatçılara ait yazılımlar içerisinde 3B artırılmış gerçeklik alanlarına aktarılmaktadır. Böylece katılımcının çizimi, önceden yüklenmiş çizimlerden oluşan, dönen hareketli bir galaksi imgesinin merkezinde görünecektir. Tek bir kullanıcı, arka arkaya birden çok çizim oluşturarak sanal bir enstalasyon oluşturabildiği gibi birçok kullanıcının oluşturduğu verilerle de enstalasyonlar gerçekleştirilebilmektedir. Kullanıcıların bireysel telefon veya tabletlerinden de

deneyimleyebileceği görünümüler sayesinde, izleyiciler bu sanal ve hareketli enstalasyonların içine girebilmektedir. AG'nin interaktif üretim potansiyelinden yararlanan Will Pappenheimer ve Zachary Brady, sanal medya alanı tarafından hareket ettirilen ve birbiriyle örtüşen evrenlerin varlığını öngörmekte ve bunu yeni gerçeklik iddiasının etkileşimli bir temsili olarak sunmaktadır (Görsel 15).

Görsel 14. Will Pappenheimer ve Zachary Brady, "Drawing Constellations", 2016.
(<https://digitalart35.wordpress.com/2017/08/04/drawing-constellation/>)

Görsel 15. Will Pappenheimer ve Zachary Brady, "Drawing Constellations", 2016.
(<https://www.bostoncyberarts.org/art-augmented-reality>)

Sanatsal ilk örneklerini bahsedilen sanatçılar tarafından verilen AG teknolojisi sanat alanı içerisinde dikkat çekmeye ve alan üzerinde üretim gerçekleştirmek isteyen sanatçıların artmasıyla birlikte de görünür olmaya başlamıştır. Dünyayı ellerimizde tuttuğumuz dijital pencerelerin içinden deneyimleyerek yeni bir gerçekliğin inşasına yardımcı olan sanatçılar gelişen teknolojileri yaratıcılıklarını birleştirerek eserler üretmeye devam ederek; geleceği beklemek yerine onu yaratma eyleminin içinde bulunmuşlardır. Bu bağlamda AG'nin yeni bir hikâye anlatma potansiyeli ve kendini ifade etme biçiminin yeni bir formu olduğunu düşünerek bu alan üzerinden eserler veren Carla Gannis, Michael Mittelman, Sol Lewitt gibi sanatçıların çalışmalarından devam etmemiz yerinde olacaktır.

Yeni medya sanatçısı Carla Gannis *BlipparAR* isimli AG teknolojisi ile hazırladığı *The Selfies Drawings* sanat kitabını 2016 yılında çıkarmıştır¹ (Bkz. Görsel 16). Sınırlı sayıda üretilmesine rağmen seri üretilmiş sanat nesnesi kapsamında değerlendirebileceğimiz bu kitap *BlipparAR* AG yazılım uygulaması ile geliştirilmiştir. İzleyiciler, uygulamayı akıllı telefonlarına indirerek Gannis'in dijital çizimlerinden oluşan; yaş, beden, statik ve dinamik gibi kavramlar üzerinden çıkarımlar yapan bu etkileşimli koleksiyonu deneyimleyebilmektedir, (Bkz. Görsel 17).

Görsel 16. Carla Gannis, “The Selfies Drawings”, 2016.
(<http://theselfiedrawings.com/print-edition/>)

Görsel 17. Carla Gannis, “The Selfies Drawings”, 2016.
(<http://theselfiedrawings.com/print-edition/>)

¹ [<http://theselfiedrawings.com/print-edition/>] Erişim Tarihi: 15.11.2020.

Bir diğer uygulama örneği ise Claudia Hart'ın 2016 yılında yapmış olduğu *The Flower Matrix* isimli çalışmasıdır. Bu çalışma, AG teknolojilerinin sunduğu yeni gerçekliğin "Alice Harikalar Diyarında" temalı hayali bir temsilidir. Hart'ın dekoratif olarak nitelendirilebilecek desenleri aslında kullanıcılar için özel olarak tasarlanmış Kare kod (QR Code) etiketleridir. Bilgisayar kodları olan bu etiketlere sanatçının fantastik sanal animasyonlarının verileri aktarılmaktadır. *Drawing Constellations* çalışmasında da kullanılan "Layar" uygulaması üzerinden deneyimlenebilen bu çalışma serisi, kod'lar üzerine akıllı telefon kameraları doğrultulduğu zaman etkileşim imkânı sunmaktadır, (Bkz. Görsel 18-19). Hart'ın kullandığı somut olarak var olan sabit desenler, internet tabelalarından, bilgisayar kodlarından ve emoji grafiklerinden derlenmiştir. Ancak bu kodların içindeki sanal bilgi ise hareketli grafikler ve animasyonlardan oluşmaktadır. Böylece Hart ve bu alanda üretim yapmak isteyen sanatçılar, yeni bilgilerin "sihirli" katmanlarını ortaya çıkarmak için bilgisayar vizyonunu kullanarak yeni metaforlar ortaya çıkarmakta ve üretme/sunma imkânı bulmaktadır.

Görsel 18. Claudia Hart, "The Flower Matrix", 2017.

(<https://danae.io/magazine/74/augmented-and-virtual-realities-highlight-on-immersive-technologies>)

Görsel 18. Claudia Hart, "The Flower Matrix", 2017.

(<https://danae.io/magazine/74/augmented-and-virtual-realities-highlight-on-immersive-technologies>)

Artırılmış Gerçeklik ve *Sanat* üzerine Türkiye’de üretim yapan sanatçılara örnek verecek olursak Özgür Ballı, Banu İnanç Uyan Dur gibi isimler karşımıza çıkmaktadır. AG teknolojisinin sanatsal tarihsel süreci bakımından neredeyse diğer sanatçılar ile aynı zaman dilimleri içerisinde üretim gerçekleştirmiş bu isimler biçimsel üretimlerini ve kavram/kuramlarını bu alan üzerinden sunmaktadır.

Özgür Ballı’nın 2017 yılında band.Prix sergisi kapsamında üretmiş olduğu *Grotesk /Grotesque* isimli seri çalışması AG alanında yapılmış sanatsal uygulama örneklerinden biridir. Baudrillard’ın simülasyon ve post-gerçeklik kuramlarından hareketle oluşturulmuş bir çalışma olan *Grotesk /Grotesque* serisi, ‘android’ işletim sistemlerinde çalışabilen *Obart* isimli bir yazılımla deneyimlenmektedir, (Bkz. Görsel 19).

Görsel 19. Özgür Ballı ’ya ait çalışmaların deneyimlenebileceği *ObART* isimli AG Sanat Uygulaması İkonu.
(<https://apkpure.com/obart/com.artge.obart>)

Günümüzde gerçek dediğimiz şeyin ‘gerçeklik’ tanımına uymadığı ve bir entropi içinde giderek çözüldüğü fikrinde olan sanatçı, bu düşüncesini beden kavramı üzerinden ele alarak bir üretim gerçekleştirmiştir. Dijital modelleme yazılımları vasıtasıyla sanal olarak modellediği heykellerin sayısal bilgilerini açık kodlu AG algoritmaları ile kare kodlara aktarmıştır. Daha sonra bu kodları geleneksel heykel üretiminin ana malzemesi olarak kabul edilen mermer üzerine kazıyarak bir bilgi transferi oluşturmuştur, (Bkz. Görsel 20).

Görsel 20. Özgür Ballı, *Grotesque Series-I*, Artırılmış Gerçeklik teknolojisi, 2017.
(<http://bangprix.org/projects/grotesque-series-i/?ref=136>)

Tasarımcı Banu İnanç Uyan Dur da 2019 yılında gerçekleştirmiş olduğu *Yarı Gerçek* isimli kişisel sergisinde AG teknolojisini kullanmıştır. Bilişsel mekanizmamızın, mutlak gerçeklik ile algıladığımız gerçeklik arasındaki bir iletişim kanalı olduğunu savunan Dur, duyularımızla deneyimlediğimiz gerçekliği AG teknolojisi ile ürettiği bu güncel çalışmalarında sorgulamaktadır², (Bkz. Görsel 21-22).

Görsel 21. Banu İnanç Uyan Dur, “Yarı Gerçek” Sergisinden, 2019.

([https://www.isikun.edu.tr/web/1644-15136-1-](https://www.isikun.edu.tr/web/1644-15136-1-1/isik_universitesi/isik_universitesi/haberler/yari_gercek_sergisi_sanatseverlere_yepyeni_bir_deneyim_yasatti)

[1/isik_universitesi/isik_universitesi/haberler/yari_gercek_sergisi_sanatseverlere_yepyeni_bir_deneyim_yasatti](https://www.isikun.edu.tr/web/1644-15136-1-1/isik_universitesi/isik_universitesi/haberler/yari_gercek_sergisi_sanatseverlere_yepyeni_bir_deneyim_yasatti))

Görsel 22. Banu İnanç Uyan Dur, “Yarı Gerçek” Sergisinden, 2019

([https://www.isikun.edu.tr/web/1644-15136-1-](https://www.isikun.edu.tr/web/1644-15136-1-1/isik_universitesi/isik_universitesi/haberler/yari_gercek_sergisi_sanatseverlere_yepyeni_bir_deneyim_yasatti)

[1/isik_universitesi/isik_universitesi/haberler/yari_gercek_sergisi_sanatseverlere_yepyeni_bir_deneyim_yasatti](https://www.isikun.edu.tr/web/1644-15136-1-1/isik_universitesi/isik_universitesi/haberler/yari_gercek_sergisi_sanatseverlere_yepyeni_bir_deneyim_yasatti))

Verilen örneklerden de rahatlıkla çıkarım yapılabileceği üzere bu alandaki sanatsal etkinliklerdeki mobil teknolojilerin önemi oldukça belirgin düzeydedir. Çünkü cep telefonları günlük hayatımızda her geçen gün yaygınlaştıkça, artırılmış gerçeklik uygulamaları da mobil deneyimimizi zenginleştirme yeteneğine sahip olmuştur. Bu nedenle sanatsal olan üretimler de yaygınlaşan bu cihazlar üzerinden üretim yapma pratiği oldukça gelişmiş durumdadır. Pek çok sanatçı hala geleneksel sanat üretim tekniklerini tercih etse de, dijitalleşen sanat içerisinde

²[<http://sanatmekanzaman.com/yari-gercek/>] Erişim Tarihi: 15.11.2020.

adından söz ettirmeye başlayan artırılmış gerçeklikle oluşturulan sanat üretimleri, geleneksel olana ait öykünmeyi değiştirme potansiyelindedir.

Yeni bir sergileme potansiyeli de sunan bu tekniğe sanatçıların yanı sıra günümüzde pek çok sanat kurumu da eğilmeye başlamıştır. Çünkü AG ve Sanat'ın bağlantısı iki türde incelenebilir.

Birincisi, bu teknoloji sayesinde, sanatçı hakkındaki bilgiler ve eserin yaratılması için kullanılan teknikler çalışma ile birlikte sunulabilmektedir. Sanatçı, izleyiciye sanat eserinin yaratılmasına yol açan ilham anını göstermeyi bile seçebilir. Hatta izleyicilerini görsel bir tarih yolculuğuna çıkarmasına ve sanat eserlerinin yaratılış hikâyesini paylaşmasına olanak sağlamaktadır.

İkinci olarak, AG sanat sergileri, sanatçıların sanat eserlerini geliştirmelerine olanak tanımaktadır. Sanatçılar artık sanat eserlerinin üzerine dijital olarak oluşturulmuş sanal dünyaya ait katmanları ekleme özgürlüğüne sahiptir. Böylece sanatçılar, izleyicilerin algılarını, iddia edilen yeni gerçeklik üzerinden etkili bir şekilde yönlendirebilir.

Özetle AG ve sanat işbirliğinin kullanılması bağlamında, bu teknoloji özgün bir eser yaratmak veya klasik, modern ya da çağdaş olabilecek mevcut bir sanat eserinin geliştirilmesi için kullanılabileceği gibi, sergilemedeki sunumun geliştirilmesinde de ortam odaklı kullanım açısından önemli potansiyelleri içerisinde barındırmaktadır.

SONUÇ

Dijitalleşen günümüz sanatı içerisinde yer alan AG teknolojisi, sanat formunun özgünlüğünü veya sanal tasarımın üzerine eklemenecek mekânın somut gerçekliğini etkilemeden interaktif içerikler üretebilmektedir. Gerek yaratıcı üretimler gerçekleştirebilmek gerekse post-modern söylemlerde bulunarak geçmişe referans vermek için sanat alanına yeni bir imkân sunmaktadır. Ayrıca günümüzde, dijital sanat ana başlığı altında kendine bir yer bularak AG sanatı olarak konumlanmış durumdadır.

Sonuç olarak, dijitalleşen kültürümüzle oluşan ve yeni bir gerçekliğin temsilini sunma iddiasında bulunan AG teknolojisi yakın tarihimizde ve günümüzdeki sanatsal uzamlarda kullanılmaya başlanmıştır. Akıllı telefonlar sayesinde kolay kullanım ve uygulama pratiği sunan bu teknoloji gene toplumsal mobil teknoloji varlığının artışına paralel olarak gelişme potansiyeli taşımaktadır. Mobil teknolojilerin artmasıyla birlikte AG özelinde yapılan çalışmalar giderek artacak ve sanat çalışmaları üzerinde yeni ve özgün gelişmelere neden olabileceği düşünülmektedir. Örneğin somut olarak yapılmış bir sanat eseri çoğunlukla zaman içerisinde kendi formu veya malzemesi üzerinde değişiklik yapmaya imkân tanımazken, AG uygulamaları sayesinde sanatçılar çalışmalarını güncel olay, gelişme, teknoloji vb. olgular bakımından değiştirebilecek ve yeni özellikler ekleyebilecektir. Ayrıca sanat alanı içerisindeki bireysel katılımı ve etkileşimi artırmak ve daha zengin bir kullanıcı deneyimi sağlamak için de önemli özellikleri içerisinde barındırmaktadır. Bu teknoloji, gerek sergileme yöntemi veya onu güçlendirecek ek bir teknoloji olarak kullanılması, gerekse özgün sanatsal üretim gerçekleştirecek bir ortam imkânı sunması bakımından 21.yy'ın dijital dünyası içerisinde soluk getirecek özellikler taşımaktadır. Gelişen bu yeni imkânlar kullanarak, sanat ve ilgilendiği disiplinler arasındaki sınırları bulanıklaştıran sanatçılar da, geleneksel fikirlerimizi, anlayışlarımızı hatta dünya hakkındaki algılarımızı genişletmekle birlikte, sanatta, yeni bir inşa sürecinin çoktan başladığı düşüncesine bizi rahatlıkla götürmektedir.

KAYNAKLAR

- Azuma, R. T. , (2001), “Augmented Reality: Approaches and Technical Challenges”, (Ed. Woodrow Barfield and Thomas Caudell), Lawrence Erlbaum Associates, Chapter 2, pp. 27-63, Malibu, CA. [<https://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf>] Erişim Tarihi: 05.11.2020.
- Azuma, R. T. , (1997) “A survey of augmented reality”, Presence, 6(4):355–385, 1997.
- Beyhan, H. , (2018), “Technology And Art, Journal of Arts”, 1 (1) , 13-22. [<https://dergipark.org.tr/tr/pub/jarts/issue/39196/461233>] Erişim Tarihi: 15.10.2020.
- Coşkun, C. , (2017), “Bir Sergileme Yöntemi Olarak Artırılmış Gerçeklik”, Sanat ve Tasarım Dergisi, (20), 61-75. DOI: 10.18603/sanatvetasarim.370723
- Donna R. , Berryman, (2012), “Augmented Reality”, A Review, Medical Reference Services Quarterly, 31:2, 212-218, DOI: 10.1080/02763869.2012.670604
- Jensen, K. B. , (2007), “Mixed Media: From Digital Aesthetics Towards General Communication Theory”. Northern Lights: Film & Media Studies Yearbook, 5(1) 7-24.
- Johnson, H. ve Shaw, J. S., (2005), “Glossary of Digital Art and Printmaking”, Digital Art Practices & Terminology Task Force (DAPTTF). [<http://www.bermangraphics.com/dapttf/GlosDigArt.pdf>] Erişim Tarihi: 28.11.2020.
- Kangdon, L. , (2012), "Augmented Reality in Education and Training", Tech Trends, 56 (2) : 13–21.
- Kurtuluş, Ö. , (1996), “Yirminci Yüzyılın Etkileşim Ortamında Sanatçı ve Teknoloji”, Bilim ve Teknik Dergisi, Sayı:345, Ankara: TÜBİTAK Yayınevi.
- Lee, H. Y. & Lee, W. H. , (2014), “A Study on Interactive Media Art to Apply Emotion Recognition”, International Journal of Multimedia and Ubiquitous Engineering Vol. 9, No. 12, (2014), s. 431-442. [<http://dx.doi.org/10.14257/ijmue.2014.9.12.37>] Erişim Tarihi: 15.10.2020.
- Navab N. , Feuerstein M. , & Bichlmeier C, (2007), “Laparoscopic Virtual Mirror New Interaction Paradigm for Monitor Based Augmented reality”, In Virtual Reality Conference, VR’07. IEEE, 43–50.
- Paul, C. , (2003), “Digital Art”, Thames & Hudson Ltd, London.
- Sağlamtimur, Z. , (2010), "Dijital Sanat", Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt/Vol:10 - Sayı/No:3, 213–238.
- Sturman, D. J. & Zeltzer, D. , (1994), “A Survey of Glove-based Input”, IEEE Computer Graphics and Applications, 14(1), 30.
- Tabusca, A.(2014), "Augmented Reality-Need, Opportunity or Fashion." Journal of Information Systems & Operations Management, vol. 8, no. 2. pages 307-315. [<https://ideas.repec.org/a/rau/journal/v8y2014i2p307-315.html>] Erişim Tarihi: 19.11.2020.
- Wands, B. (2006), Dijital Çağın Sanatı, (Çev., O. Akınhay), Akbank Yayıncılık, İstanbul.

Yıldırım, M. , (2019), “Artırılmış Gerçeklik Tasarımları ve Dijital Art’a Çevresel Yansımaları”,
Journal of Environmental and Natural Studies, Volume, 1, Issue 1, Pages, 27 -38.

[<https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/964274>] Erişim Tarihi: 10.10.2020.

Yılmaz, R. , Göktaş, Y. , (2018), “Using Augmented Reality Technology in Education”,
Cukurova University Faculty of Education Journal, 47 (2) , 510-537.

[<https://dergipark.org.tr/tr/pub/cuefd/issue/40033/376066>] Erişim Tarihi: 14.10.2020.