



T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

SANAL GERÇEKLİĞİN KÜLTÜREL MİRASI KORUMADA KULLANIMI SALİH BOZOK VİLLASI ÖRNEĞİ

Onur SÜRÜCÜ

YÜKSEK LİSANS

Mimarlık Anabilim Dalı

Ocak-2017
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

ÖZET

YÜKSEK LİSANS

SANAL GERÇEKLİĞİN KÜLTÜREL MİRASI KORUMADA KULLANIMI SALİH BOZOK VİLLASI ÖRNEĞİ

Onur SÜRÜCÜ

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. M. Emin BAŞAR

2017, 82 Sayfa

Geçtiğimiz yüzyılda yaşanan dünya savaşları tüm dünyada ve özellikle Avrupa'da büyük yıkımlar getirmiş ve kentlerin de harap olmasına yol açmıştır. Bu kentlerde modern yapıların yanı sıra yüzyıllar boyu ayakta kalmış yapılar da zarar görmüş ve kaybedilmiştir. Bu kayıplar sonucunda insanın doğasında var olan koruma olgusu evrensel bir politika olarak gelişmiştir. Bugün korumada gösterilen başarı ülkelerin çağdaşlığının da bir göstergesi haline gelmiştir.

Koruma ve bu konudaki bilinçlendirme yöntemleri teknoloji kullanımını daima gerektirmiştir. Uluslararası tüzükler, bildiriler ve anlaşmalar da korumada çağdaş teknolojilerin kullanılmasını tavsiye etmektedirler. Koruma ve teknoloji arakesiti ele alındığında ise sanal gerçekliğin büyük bir yüzey kapladığı görülmektedir. Geçtiğimiz yüzyılın ortalarından bu yana askeri, eğitim, eğlence ve tıp gibi birçok alanda kullanılagelen sanal gerçeklik kültürel miras alanında da farklı yöntemlerle kullanılmaktadır.

Bu çalışmada sanal gerçeklik tarihsel gelişim süreci, oluşturma yöntemleri ve kullanım alanlarıyla birlikte araştırılmış, kültürel miras alanında kullanımı örneklerle incelenmiş ve tasnif edilmiştir. Çalışmanın sonunda kaybedilmiş bir yapının ele alındığı örnek bir sanal gerçeklik uygulaması yapılmış ve yapım aşamalarıyla gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sanal Gerçeklik, Koruma, Kültürel Miras, Salih Bozok Villası, Seyfi Arkan.

ABSTRACT

MS THESIS

USE OF VIRTUAL REALITY IN THE CONSERVATION OF CULTURAL HERITAGE
A CASE STUDY: SALİH BOZOK VILLA

Onur SÜRÜCÜ

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF SELÇUK UNIVERSITY
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE
IN ARCHITECTURE

Advisor: Assoc.Prof.Dr. M. Emin BAŞAR

2017, 82 Pages

World wars in the previous century brought massive destruction and caused cities to be ruined around the world and particularly in Europe. As well as modern buildings, buildings that had survived for centuries were also damaged and lost. The inherent phenomenon of conservation developed as a universal policy after these losses. Today, success in conservation has become an indicator of nations' modernity.

Conservation and awareness-raising methods have always required the use of technology. International regulations, notifications and agreements also recommend the use of modern technologies in conservation. Virtual reality covers a large part of the intersection of conservation and technology. Virtual reality, which has been used in the military, education, entertainment and medicine since the 1950s, is also used in the conservation of cultural heritage.

This study examined the historical development, production and areas of use of virtual reality, and analyzed and classified its use in the conservation of cultural heritage using examples. The end of the study examines the Salih Bozok Villa designed by Seyfi Arkan, an example of Republic Period architecture that has been demolished, and the preparation of a virtual reality application prepared for this villa.

Keywords: Virtual Reality, Conservation, Cultural Heritage, Salih Bozok Villa, Seyfi Arkan.

ÖNSÖZ

Bu tezin konusunun ortaya çıkmasından tamamlanmasına değin geçen süreçte isimlerini tek tek saymaktan aciz olduğum birçok insanın maddi ve manevi desteğini görmüş bulunmaktayım. Çalışmada emeği olan herkese minnettar ve müteşekkirim…

Onur SÜRÜCÜ
KONYA-2017

İÇİNDEKİLER

ÖZET ..... **iv**

ABSTRACT ..... **v**

ÖNSÖZ ..... **vi**

İÇİNDEKİLER ..... **vii**

1. GİRİŞ **1**

1.1. Amaç ve Kapsam 2
1.2. Materyal ve Yöntem 3
1.3. Literatür Araştırması 4

2. SANAL GERÇEKLİK **7**

2.1. Sanallık ve Siberuzay Kavramları 7
2.2. Sanal Gerçeklik 8
2.2.1. Sanal Gerçekliğin Tarihsel Gelişimi 9
2.2.2. Sanal Gerçeklik Ortamı 12
2.2.3. Sanal Gerçeklik Sistemleri 12
2.2.4. Sanal Gerçeklik Donanımları 13
2.2.5. Sanal Gerçeklik Yazılımları 27

3. SANAL GERÇEKLİĞİN KULLANIM ALANLARI **29**

3.1. Tıp Alanında Kullanımı 29
3.2. Araç Simülatörü Olarak Kullanımı 31
3.3. Askeri Amaçlı Kullanımı 32
3.4. Endüstriyel Ürün İmalatında Kullanımı 33
3.5. Örgün Eğitim Alanında Kullanımı 34
3.6. Eğlence Alanında Kullanımı 35
3.7. Kültürel Miras Alanında Kullanımı 36
3.7.1. Sanal Rekonstrüksiyon Amaçlı Uygulamalar 37
3.7.2. Yerinde Deneyimleme ve Rehberlik Sağlama Amaçlı Uygulamalar 39
3.7.3. Bilimsel Analiz Amaçlı Uygulamalar 41
3.7.4. Sanal Restorasyon Amaçlı Uygulamalar 42
3.7.5. Sanal Müzeler 44
3.7.6. Eğitici Oyunlar 46
3.7.7. Kültürel Mirası Korumada Kullanılan Sanal Gerçeklik Uygulamalarının Değerlendirilmesi 47

4. ALAN ÇALIŞMASI: SALİH BOZOK VİLLASI **50**

4.1. Seyfi Arkan ve Çalışmaları Hakkında 50
4.2. Salih Bozok Villası 53
4.3. Alan Çalışması Süreci 57
4.3.1. Verilerin Toplanması 57

4.3.2. Verilerin Sayısal Ortama Aktarılması 60
4.3.3. Sanal Gerçeklik Ortamının Oluşturulması 65
4.4. Alan Çalışmasının Değerlendirilmesi 71

5. SONUÇLAR 73

KAYNAKLAR 77

ÖZGEÇMİŞ 82

1. GİRİŞ

Sanayi devrimi sonrası doğal ve tarihi çevrede oluşan tahribatlar ve dünya savaşlarının bu çevrelerde neden olduğu büyük yıkımlar sonucu, insanın doğasında var olan koruma olgusu bir politika olarak dünya gündeminde önemli yer edinmiştir. 20. yüzyılın başından bu yana uluslararası tüzükler, bildirgeler, yasalar ve sözleşmeler, kapsamları, bakış açıları ve yöntemleri değişiklik gösterse de, koruma olgusunun çağdaş toplumların temel hak ve sorumlulukları içinde yer almasını sağlamıştır. Koruma eyleminin nesnesi olan kültürel mirasın korunması, yaşatılması ve gelecek nesillere aktarılması, günümüz toplumları için evrensel ve insani bir sorumluluk halini almıştır.

Korumanın çeşitli yasa ve yönetmeliklerle disipline edilmesi, toplumun bilinçli ya da bilinçsiz bir şekilde kültürel mirasa zarar vermesini büyük ölçüde engellediği bilinmektedir. Ancak koruma eyleminin önemli paydaşlarından olan halk veya en temel aktörü olan birey nezdinde yasaklarla bu eylemin sürdürülebilmesi mümkün olmamaktadır (ICOMOS TÜRKİYE, 2013). Korumanın araç, mirasın meta haline getirilmesi ve bunun sonucunda miras alanlarının yalıtılması (Kayın, 2004), kültürel miras ve birey arasındaki etkileşimi keserek sürdürülebilir bir korumayı zorlaştırmaktadır.

Koruma eylemine bireyin katılımı, sürdürülebilirliğin sağlanmasında büyük rol oynamaktadır (Aygün, 2011). Bu katılımın gerçekleşebilmesi için gereken farkındalık ve bilinçlenme, toplumun kültürel mirastan haberdar olması, algılaması, mirasın ve korunmasının önemini anlaması ve bu konuda eğitim almasıyla sağlanabilmektedir. İçinde bulunduğumuz Bilgi Çağında bu eylemlerin gerçekleşmesi için güncel ve yaygın teknolojilerin kullanımı neredeyse bir zorunluluk halini almıştır.

ICOMOS çağın gereklilikleri doğrultusunda, Venedik Tüzüğünden (1964) bu yana korumaya yardımcı olabilecek bütün bilim ve tekniklerden yararlanılmasını tavsiye etmektedir. Buna paralel olarak Avrupa Birliği Konseyi, kültür ve çoklu ortamlar (*mulitmedia*) hakkında taslak ilke kararı çıkarmıştır (EU COUNCIL, 1995). ICOMOS 2008 yılında toplumların kültürel miras hakkındaki farkındalık ve algısını arttırma bağlamında, kültürel miras alanlarının algılanması ve sunumu tüzüğünü yayınlamıştır (ICOMOS, 2008). Bu ilke ve kararlar, korumada güncel teknolojilerin kullanımını teşvik eder niteliktedirler.

Son yıllarda yapılan büyük yatırımların da etkisiyle tekrar güncellik ve popülerlik kazanan sanal gerçeklik (*Virtual Reality, VR)* teknolojilerinin, koruma

bilincinin toplum tarafından benimsenmesi sürecinde yüksek potansiyeller taşıması nedeniyle kültürel miras alanında kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır.

1.1. Amaç ve Kapsam

Geçtiğimiz yüzyılda öncelikle somut kültür varlıkları, sonrasında ise somut olmayan kültür varlıkları uluslararası kurumlarca insanlığın ortak mirası olarak değerlendirilmiş ve deklare edilmiştir. Kültürel mirasın korunması, yaşatılması ve gelecek nesillere aktarılması çağdaş toplumların temel sorumlulukları arasında yerini almıştır. Koruma ve yaşatmaya verilen önem ve bu alandaki başarı ise toplumlararası çağdaşlaşmanın bir göstergesi olmuştur (Tekeli, 2009).

Kültürel mirasın korunması ilkesi ve korunamaması sorunu çalışmanın en temel çıkış noktasıdır. Bu ilke ve sorunun öznesinin genelde yalnızca kurumlar olarak algılanması, ancak öze inildiğine açığa çıkan temel aktörün yani *bireyin* ıskalanması sorununu doğurmaktadır. Neticede kültür mirasını koruyacak olan bireydir ve dahi kurumları yönetenler de bireylerdir.

Zarar vermeme ile sevme, saygı duyma, sahiplenme, koruma ve aidiyet hissetme kavramları arasında ince farklılıklar vardır. Zarar vermeme, kültür varlığı ile birey arasındaki ilişkiye üçüncü bir etkeni dahil eder, *yasakları*. Birey yapmaması gerekenleri yasaklardan öğrenmektedir. Koruma ise kültür varlığı ile birey arasında doğrudan gerçekleşmekte, üçüncü etkenlere gerek duymadan ve ortadan kaldırmaktadır. Yasaklar temelde yapılmaması gerekenlerdir ancak koruma bizzat yapılan ve de yapılması gereken bir eylemdir.

Koruma geçmişimiz ele alındığında yasakların ne kadar *başarı* gösterebildiği görülmektedir. Buradan yola çıkarak korumada başarının, bireyin kültür varlığını sevmesi, sahiplenmesi ya da en azından saygı duyması ile sağlanabileceği sonucu elde edilmektedir. Bu hedefi gerçekleştirebilmek için gereken farkındalık, bilinçlendirme ve eğitim faaliyetleri, kültürel miras ve sanal gerçeklik arakesitinin en geniş yüzeyini oluşturmaktadır.

Kültürel miras konulu sanal gerçeklik çalışmaları incelendiğinde, çokluk çalışmanın mirasın tanınması, algılanması, deneyimlenmesi ve miras konusunda eğitim ile ilgili olduğu görülmektedir. Nispeten nadir olan çalışmalar ise yardımcı araçlar olarak nitelendirilen çalışmalardır.

Çalışmanın amaçlarından biri, sanal gerçekliğin kavramsal yapısını, kronolijisini, oluşturma yöntemlerini ve kullanım alanlarını ortaya koyarak bundan sonra yapılacak olan sanal gerçeklik çalışmalarına ışık tutmaktır. Diğer bir amacı ise sanal gerçeklik ve kültürel miras konulu nitelikli çalışmaların sınıflandırılması ve değerlendirilmesi yoluyla bu kesişimde çalışacak araştırmacılara fikir vermek ve rehberlik etmektir. Çalışmanı nihai ve asıl amacı ise, bu arakesitte somut bir uygulama ortaya koyarak korumada farkındalık oluşturmaktadır.

Çalışma bütünüyle ele alındığında araştırma, uygulama ve sonuç olarak üç temel bölümden oluşmaktadır. Öncelikle sanal gerçeklik kapsamlı bir şekilde ele alınmış, kavramsal yapısı, kronolojisi, oluşturma yöntemleri ve kullanım alanları incelenmiştir. Sonrasında sanal gerçekliğin kültürel miras alanında kullanımı, yapılmış çalışmalar üzerinden detaylı bir şekilde incelenmiş, konu ve içerik bakımından sınıflandırılmış ve teknik açıdan da değerlendirilmiştir. Son bölümde ise kültürel miras konulu bir sanal gerçeklik uygulaması yapılmış ve yapım aşamaları gösterilmiştir. Sonuç bölümünde ise tüm elde edilen verilerle birlikte yapılan uygulama değerlendirilmiş ve çeşitli saptamalarda bulunulmuştur.

1.2. Materyal ve Yöntem

Çalışmaya başlamadan önce yapılan araştırma ve yayın taraması sonucu tez çalışmasının konusu ve amacı belirlenmiştir. Konu belirlendikten sonra sanallık ve sanal gerçeklik konularında yapılmış ulusal ve uluslararası bilimsel tezler, makaleler, sempozyum bildirileri ve kitaplar araştırılıp, temin edilenler detaylı şekilde incelenmiş ve tezin araştırma bölümü oluşturulmuştur. Alan çalışması için seçilen Salih Bozok Villasının mimarı Seyfi Arkan hakkında literatür taraması yapılmış ve bazı dergi, tez ve kitaplara ulaşılmıştır. Uygulama bölümünde ele alınan, Y. Mimar Seyfi Arkan'ın Salih Bozok için tasarlamış olduğu ve 2012 yılında yıkılan villanın çizimleri ve belgeleri İstanbul Kadıköy Belediyesi ve İstanbul 5 No.'lu Koruma Kurulundan temin edilmiştir.

Çalışmanın araştırma bölümü literatür taraması sonucu oluşturulmuştur. Uygulama kısmında ise öncelikle elde edilen Salih Bozok villasına ait veriler değerlendirilmiş, sonrasında çizimler doğrultusunda üç boyutlu olarak modelleme yapılmış ve fotoğraflar ışığında doku kaplaması yapılmıştır. Elde edilen üç boyutlu model bir sanal gerçeklik aygıtıyla entegre edilmiş ve villa sanal ortamda deneyime

sunulmuştur. Sonuç bölümünde ise araştırma sonucu elde edilen veriler ve uygulama değerlendirilmiş ve çeşitli saptamalarda bulunulmuştur.

1.3. Literatür Araştırması

Sanal gerçeklik konusunda bilimsel yayın, dergi, kitap, makale, internet siteleri vb. materyaller çokluk uluslararası çalışmalardır. Türkiye'de sanal gerçeklik ve kültürel miras arakesitinde yapılmış çalışmalar genellikle yüksek lisans ve doktora tez çalışmalarından oluşmaktadır. Tez çalışması kapsamında yararlanılan kaynaklardan bazıları şunlardır (*alfabetik*):

Burdea G. C., Coiffet P., 2003. Virtual Reality Technology: Sanal gerçekliği teknik açıdan kapsamlı bir şekilde ele alan kitapta sanal gerçekliğin kısa kronolojisinden bahsedilmiş, sanal gerçekliği oluşturan unsurlar ve oluşturma yöntemleri detaylıca incelenmiş ve geleneksel kullanım alanları örneklerle belirtilmiştir.

Craig, A. B., Sherman, W. R., Will, J. D., 2009. Developing Virtual Reality Applications: Foundations of Effective Design: Ağırlıklı olarak detaylarıyla sanal gerçeklik uygulamalarının yer aldığı bu kitapta, sanal gerçeklik sistemlerinin gelişimindeki kilometre taşları belirtilmiş ve sistem bileşenlerine de kapsamlı bir şekilde değinilmiştir.

Çoruh, L., 2011. Sanat Tarihi Dersinde Bir Öğrenme Modeli Olarak Sanal Gerçeklik Uygulamasının Etkililiğinin Değerlendirilmesi (Erciyes Üniversitesi Mimarlık ve Güzel Sanatlar Fakülteleri Uygulamaları): Bu doktora tezinde sanal gerçeklik sistemleri detaylıca incelenmiş, sanat tarihi öğretimi için bir sanal gerçeklik modeli geliştirilmiş ve uygulama sonuçları değerlendirilmiştir.

Gutierrez, D., Seron, F. J., Magallon, J. A., Sobreviela, E. J., & Latorre, P., 2004. Archaeological and Cultural Heritage: Bringing Life to an Unearthed Muslim Suburb in an Immersive Environment: Bu çalışmada, İspanya'da tesadüfen ortaya çıkan eski bir Müslüman yerleşiminin sanal rekonstrüksiyonu ve sunumu, yapım aşamalarıyla anlatılmaktadır.

Gutierrez, M., Vexo, F., Thalmann, D., 2008. Stepping Into Virtual Reality: Kitapta kavramsal ve kronolojik olarak sanal gerçeklikten kısaca bahsedilmiş, içerik, donanım ve yöntem konuları detaylıca incelenmiş, kullanım alanları amaçlarıyla birlikte örnekler üzerinden incelenmiştir.

Gürel, Y., 2005. Türk Modernleşmesi ve Seyfi Arkan Özelinde 1930-40 Yılları Türkiye Mimarlığı: Erken Cumhuriyet Dönemi Türk Mimarlığı ve modernleşme sürecinin Seyfi Arkan özelinde ele alındığı bu doktora tezinde Seyfi Arkan'ın hayatı, mimarlık anlayışı ve yapıları hakkında detaylı bilgiler bulunmaktadır.

Kurbanoğlu, S. S., 1996. Sanal Gerçeklik: Gerçek Mi, Değil Mi?: Bu ulusal makalede, sanal gerçeklik ve kütüphaneciliğe olası etkileri irdelenmiştir. Sanal gerçekliğin kavramsal ve teknik gelişimi, çalışmanın önemli bir parçasını oluşturmaktadır.

Mortara, M., Catalano, C. E., Bellotti, F., Fiucci, G., Houry-Panchetti, M., & Petridis, P. 2014. Learning Cultural Heritage by Serious Games: Bu çalışmada kültürel miras eğitimi üzerine yapılmış eğitici uygulamalar (*serious games*) örneklerle detaylı bir şekilde incelenmiş ve değerlendirilmiştir.

Papagiannakis, G., Schertenleib, S., O'Kennedy, B., Arevalo-Poizat, M., Magnenat-Thalmann, N., Stoddart, A., & Thalmann, D. 2005. Mixing Virtual and Real Scenes in the Site of Ancient Pompeii: Bu çalışma, Antik Pompeii kentinin volkanik patlamadan önceki yaşantısına AR tabanlı bir sistemle nasıl ışık tutulduğunu detaylarıyla anlatmaktadır.

Sherman, W. R., Craig, A. B., 2003. Understanding Virtual Reality, Interface, Application and Design: Bu kitapta sanal gerçeklik bütün yönleriyle kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır. Sanal gerçekliğin tarihsel gelişimi, bileşenleri, tasarımı ve örnek uygulamaları detaylıca incelenmiştir.

Töre, T., 2010. Sanal Gerçeklik ve Mimari Koruma (Sunum ve Anlatım Bağlamında Bir Değerlendirme): Bu yüksek lisans tezinde mimari korumada sanal gerçeklik sunum ve anlatım bağlamında ele alınmış, bu bağlamdaki örnekler incelenmiş ve ICOMOS (2008) Kültürel Miras Alanlarının Anlatımları ve Sunumları tüzüğü çerçevesinde değerlendirilmiştir.

Vlahakis, V., Ioannidis, N., Karigiannis, J., Tsotros, M., Gounaris, M., Stricker, D., ... & Almeida, L., 2002. Archeoguide: an Augmented Reality Guide for Archaeological Sites: Bu çalışmada AR tabanlı, sit alanlarını yerinde deneyimleme ve rehberlik projesi olan ArcheoGuide ve sistemi detaylıca anlatılmıştır.

Wang, X., 2009. Augmented Reality in Architecture and Design: Potentials and Challenges for Application: Bu makalede mimarlık ve tasarımda kullanılan arttırılmış gerçeklik (*Augmented Reality, AR*) sistemleri ve potansiyelleri incelenmiş, AR donanımlarının tanımlamaları, avantaj ve dezavantajları belirtilmiştir.

Whyte, J., 2002. Virtual Reality and The Built Environment: Sanal gerçeklik tanımları, uygulamaları ve kronolojisine de değinilen kitapta ağırlıklı olarak sunum bağlamı, yapılı çevre ve şehir planlamacılığı uygulamaları incelenmiştir.

Yüksel, Z., & Erdogan, S., 2005. Virtual Conservation of Acoustical Heritage: CAHRISMA and ERATO Projects: Bu çalışmada akustik mirasın korunmasına yönelik yapılmış, çok uluslu Avrupa Birliği projeleri olan sanal gerçeklik tabanlı CAHRISMA ve ERATO projeleri tanıtılmış ve bazı akustik analizlere yer verilmiştir.

2. SANAL GERÇEKLİK

2.1. Sanallık ve Siberuzay Kavramları

Gerçekte yeri olmayıp, zihinde tasarlanan, mevhum, farazi, tahmini gibi anlamların karşılığı olan "sanal" sözcüğü, san-mak fiilinden türemiştir. "Gerçek" ise düşünülen, tasarımlanan, imgelenen şeylere karşıt olarak var olan anlamına gelir (TDK, 2014).

İngilizcedeki karşılığı virtual olan kelimenin kökü, insan anlamına gelen wiros sözcüğünden gelmektedir. Latincenin ilk zamanlarında vir, karar verme yeteneği anlamına gelmiştir. Skolastik Latin dünyası Ortaçağ'da virtualis'i insanın birşeyi yapabilme gücü ile tariflerken, Cicerus virtus'u ruh; Saint Augustin ise özgürlüğün doğru kullanımı olarak nitelemiştir (arkitera.com).

Genelde gerçekliğin karşısında bir kavram olarak görülen sanallık, Franck'e (2002) göre gerçekliğin en ilginç katmanlarından biridir. O'na göre sanal kavramı gerçek olanı ama somut olmayanı tanımlar. Bugünkü kullanımıyla sanal sözcüğü bilgisayar kökenliyle aynı anlamdadır ve yanlış anlamalara neden olan sanal gerçeklik tanımlaması ile bağlantılı durumlarda dikkat çekmektedir (Franck, 2002).

Sanallık günümüzde elektronik ortama özgü, internet ile alakalı bir kavram olarak algılansa da, aslında sanallığın daha geniş açıdan tanımlamaları da yapılabilmektedir. Edebiyatta (Tolkien'in Hobbitler'i, Dickens'ın Oliver Twist'i, Ray Bradbury'nin Fahrenheit 451'i gibi), sinemada (Superman, X-Men, Truman Show, Matrix ve Blade Runner gibi) ve televizyonda (aynı gerçekliğin farklı biçimlerde haberleştirilmesi gibi) olduğu gibi mimarlıkta da, ütopyalar ve kurmaca mekanlar "sanal" olarak nitelendirilmiştir (Uluoğlu, 2002).

Sayısal ortamlar ilk olarak, tek boyutlu, yazıya dayalı olarak ortaya çıkmış, daha sonra iki boyutlu, görsel, grafik tabanlı uygulamalara dönüşmüş ve günümüzde üç boyutlu, eşzamanlı, etkileşimli olan son halini almıştır. Siberuzay kavramı Latince kybernan (yönetmek, kontrol etmek) sözcüğünden türemiş ve Norbert Wiener'in Sibernetik adlı kitabında geçen makinalar ve canlılardaki iletişim ve kontrol mekanizmalarını inceleyen karşılaştırmalı bir bilim tanımını ifade etmede kullanılmıştır (Önder, 2002).

Siberuzay günümüzdeki anlamıyla ilk defa 1984 yılında William Gibson'ın kült bilimkurgu romanı Neuromancer'da kullanılmıştır. Gibson romanında siberuzayı herkesin bağlanabileceği bir süperbilgisayar ağı olarak tanımlamış ve "siberpunk" adı

verilen temel olarak bireyin geleceğin teknolojisiyle yaşadığı sorunları, mücadeleyi konu edinen bilimkurgu türünün de başlangıcını yapmıştır (Kurbanoğlu, 1996).

Neuromancer'daki siberuzay modeli bilgisayarların insanların beynine doğrudan bağlandıkları ve erişimin bilgisayar ağları, telefon, uydu, kablo gibi telekomünikasyon teknolojileriyle sağlandığı sonsuz boyutlu bir sayısal ortamı ifade etmektedir. Siberuzay kavramı internet teknolojisi ile erişilebilen tüm içeriği kapsamasına rağmen, internet tek başına siberuzay kavramını karşılamamaktadır (Önder, 2002).

İçinde bulunduğumuz 21. yüzyılda görsellik ya da temsiller bireyin tüm yaşam alanlarını işgal etmiş durumdadır. Endüstrileşme öncesi temsil resim ve heykel gibi temel sanatlarla ve sanatçının bakış açısı ve refleksif yorumu doğrultusunda gelişirken, Bilgi Çağında temsil nitelik olarak daha az yoruma dayalı ve niceliksel olarak da sınırları olmayan imgeler (*image*) tarafından boğulmuş durumdadır. *Image* (imge) sözcüğünün *imitare* (taklit) sözcüğüyle aynı kökten geldiği hatırlanırsa durum daha kolay anlaşılacaktır. Örneğin Michelangelo'nun Davud heykeli bir gerçekliğin ya da hakikatin sanatçı tarafından yapılmış bir temsilidir ve Floransa'da Akademi Galerisinde bulunmaktadır. Oysaki bu temsilin de temsilleri bütün her yerde belirmekte, artık cep telefonlarıyla bile bu temsillere ulaşılabilmektedir. Platon düşüncesine göre görsel sanatlar bile kopyanın kopyasıyken, bu imajlar ya da imgeler dünyasında, Baudrillard'ın (1998) gerçeğin anlamını yitirdiği ve sanallaştığı tezi dikkate değer bulunmaktadır.

2.2. Sanal Gerçeklik

"Ünlü İngiliz yazarı Ray Bradbury'nin 1950 senesinde The Weldt adını verdiği kısa bir hikayesi yayınlanır. Hikayede varlıklı bir aile, Afrika bozkırlarını görüntü, ses, koku gibi akla gelebilecek her türlü duyuya hitap eden özellikleri ile üç boyutlu olarak temsil eden bir sistemi satın alır ve çocuklarının odasına kurarlar. Çocuklarının bu sanal Afrika dünyasına duydukları tutkunun giderek artmasından endişe duyan ebeveynler bir süre sonra söz konusu sanal dünyayı kaldırmaya karar verir ve bu kararlarını çocuklarına açıkladıktan sonra birdenbire ortadan kaybolurlar. Hikayenin sonunda sanal dünyadaki sanal Afrika aslanları iki insan vücudunu parçalamaktadır. Tutkuyla bağlandıkları sanal dünyalarından artık ayrılmak zorunda olmayan çocuklar ise mutludur..." (Kurbanoğlu, 1996).

Bu hikaye ile Bradbury, Oppenheim'e göre sanal gerçeklik kavramının mucidi ünvanını almıştır (Kurbanoğlu, 1996).

Literatürde sanal gerçeklik kavramının farklı tanımları yer almaktadır, ancak Charles Oppenheim ve Robert Stone'a ait tanımlamakta, diğer tanımları

özetlemektedirler. Stone sanal gerçekliği, insan ve makina arasındaki iletişimi artırmak için geliştirilen, insan duyularına hitap eden bir çoklu ortam (multimedia) olarak tanımlar. Oppenheim ise sanal gerçekliği insan-makina etkileşimini, görsel ve işitsel iletişimle yetinmeyip, hissetme yoluyla artırmaya çalışan bir teknoloji olarak tanımlamıştır. Bir başka deyişle sanal gerçeklik teknolojisi insan-makina iletişiminin artması için insanla makine arasındaki engelleri kaldırmaya çalışır (Kurbanoğlu, 1996). Rheingold'a (1991) göre sanal gerçeklik, bilgisayar grafikleriyle üç boyutlu olarak oluşturulmuş, insanların içinde gezebildiği, farklı açılardan bakıp onu şekillendirebildiği bir deneyimdir.

William Sherman ve Alan Craig (Sherman ve Craig, 2002) sanal gerçeklik deneyiminin dört temel unsurundan bahseder. Bunlar;

1. Sanal Dünya: Verilmiş olan ortamın ana içeriğidir. Sadece oluşturan kişinin zihninde var olabileceği gibi yayınlanarak başkalarıyla da paylaşılabilir. Sanal dünya bir sanal gerçeklik sistemi içinde görüntülenmeden var olamaz. Bu bir senaryonun aktörler, sahne, müzik vb. unsurlar olmadan tek başına bir şey ifade etmemesine benzer.

2. İçine Girme: Kullanıcı zihinsel olarak, içinde bulunduğumuz dünyadan sıyrılıp, sanal dünyanın içine girmeli, içinde olmalı ve ona odaklanmalıdır. Kullanıcı dış etkenlerden soyutlanmalı, örneğin sanal dünyanın sunulduğu bir araç olan ekranı değil, ekranın sunmuş olduğu içeriğe odaklanmalıdır. İçinde olma etkisi böylelikle artacaktır.

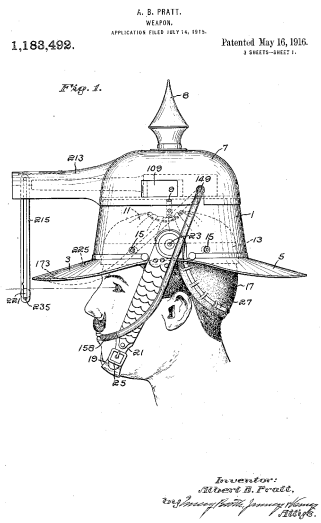
3. Duyusal Geribildirim: Kullanıcının ortamda kendi varlığını hissedip, konumuna ve yaptığı eyleme göre, mekandan veya yaptığı eylemden etkilenmesidir. Duyusal geribildirim sanal gerçeklik sisteminin içerdiği donanımlarla doğrudan ilişkilidir. Vücut hareketlerini izleyen donanımların (HMD, veri eldiveni vs.) sayısı arttıkça katılımcı kendi varlığını daha fazla hissedip daha fazla etkilenecektir.

4. Etkileşim: Sanal gerçekliğin gerçekçi olabilmesi için kullanıcının fiziksel hareketlerine cevap vermesi gerekir. Örneğin kullanılan donanıma göre kullanıcının vücut hareketleriyle sanal ortamdaki bakış açısı ve konumu değişebilir. Kullanıcı hareketleriyle sanal ortamı etkileyip değiştirebilir, yaptığı hareketlere göre ondan bilgi de alabilir.

2.2.1. Sanal Gerçekliğin Tarihsel Gelişimi

Bu bölüm "*Understanding Virtual Reality: Interface, Application and Design"* (Sherman ve Craig, 2002) adlı kitaptan uyarlanarak ve sadeleştirilerek hazırlanmıştır. Burada sanal gerçekliğin gelişimindeki kilometre taşlarına değinilmiştir.

1916– US 1183492 A patent koduna sahip, Albert B. Pratt tarafından başa takılarak kullanılması tasarlanan periskopik bir ekran.(Şekil 2.1)



Şekil 2.1. Albert B. Pratt tarafından tasarlanan ilk HMD (google.com/patents)

1929– Edward Link tarafından pilotları eğitmek amacıyla tasarlanan uçuş simülatörü.(Şekil 2.2)



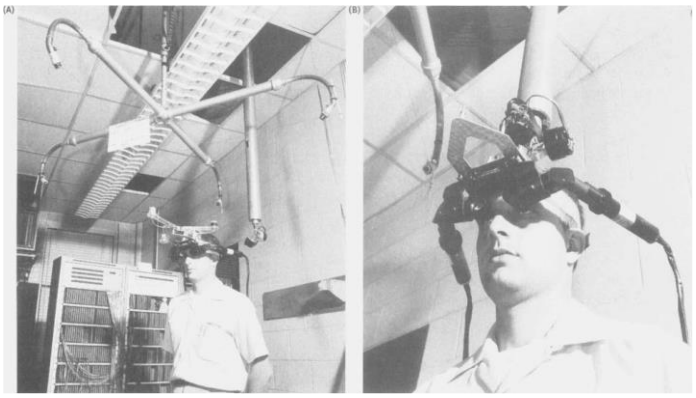
Şekil 2.2. Edward Link tarafından tasarlanan uçuş simülatörü (Roberson Museum and Science Center)

1946- Pensilvanya Üniversitesinde Amerikan Ordusu için geliştirilen ilk dijital bilgisayar ENIAC.

1956- Cinerama'dan esinlenerek Morton Heilig tarafından geliştirilen, tek kişilik, ses, görüntü, koku, titreşim ve rüzgar efekti veren Sensorama.

1963- MIT'den PhD öğrencisi Ivan Sutherland tarafından geliştirilen ve interaktif bilgisayar tabanlı grafik dünyaya girişi sağlayan Sketchpad.

1968- David Evans ve Ivan Sutherland tarafından kurulan Evans and Sutherland Corp. (E&S). Sutherland tarafından tasarlanan stereoskopik HMD. (Şekil 2.3)



Şekil 2.3. Ivan Sutherland'in Harvard'da geliştirmiş olduğu stereoskopik HMD (Sherman ve Craig, 2002)

1972- Atari tarafından geliştirilen çok-oyunculu, eşzamanlı video oyunu Pong.

1979- Eric Howlett tarafından geliştirilen ve daha sonra NASA'da HMD'lere entegre edilecek olan LEEP görüntü sistemi. AT&T'den Bell Labs ve Gary Grimes tarafından geliştirilen eldiven.

1983- Mark Callahan tarafından MIT'de geliştirilen Sutherland'in çalışması dışındaki ilk HMD projesi.

1984- William Gibson Cyberspace (*Siberuzay*) kavramını Neuromancer romanıyla duyurur.

1990- Stanford Üniversitesinde doktora yapmış olan Jim Kramer Virtual Technologies şirketini kurdu ve gerinim-ölçer bir sisteme dayalı olan CyberGlove adlı eldiveni piyasaya sürdü.

1991- SIGGRAPH bilgisayar grafikleri konferansı Tomorrow's Realities adında, sanal gerçeklik teknolojisi ve uygulamasında önemli bir gelişmeyi sağlayacak bir sanal ortam tanıtımı yaptı.

1992- SIGGRAPH'92 konferansında Illinois Üniversitesi'nin geliştirmiş olduğu The CAVE tanıtıldı.

1994- SIGGRAPH kongresinde Responsive Workbench, GMD tarafından tanıtıldı.

1995- EVL tek ekranlı VR sistemi olan ve CAVE kütüphanesi ile birlikte çalışan ImmersaDesk'i tanıttı.

1997- Virtual Technologies şirketi el hareketleri geribildirimine dayalı bir cihaz olan CyberGrasp'i tanıttı.

1999- Artırılmış gerçeklik için Washington Üniversitesi, HITLab ve ATR Media şirketleri ortaklığı tarafından tasarlanan açık kaynaklı, ücretsiz ARToolKit piyasaya sunuldu.

2000- Kuzey Amerika'da ilk 6 yüzlü CAVE Iowa Şehir Üniversitesi tarafından kuruldu.

2.2.2. Sanal Gerçeklik Ortamı

Sanal gerçeklik bir ortam olarak ele alınırsa, bilgisayar sisteminin donanım ve yazılımından ziyade ortamın içindeki sunumlara ve yansımalarına odaklanılmaktadır. İnsanların sanal gerçekliği nasıl kullanacağı, tasarım, üretim ve yapılı çevrenin yönetimi alanında sanal gerçekliğin nasıl kullanılabileceği ilgilenilen noktadır. Bir ortam olarak düşünüldüğünde sanal gerçekliğin üç karakteristik özelliği vardır (Whyte, 2002):

Etkileşimli: Kullanıcılar modelle etkileşime girebilirler.

Uzaysal: Modeller üç boyutlu ortamda sunulur.

Gerçek zamanlı: Fark edilebilir duraklamalar dışında hareketlere geri bildirim verilir.

Bu tanımlanan karakteristiklerin dereceleri duruma göre değişebilmektedir. Sanal gerçeklik kullanıcıları modelin içinde serbestçe gezinebilmeli ve neye bakacağına karar verebilmelidirler. Kullanıcılar sanal gerçeklik ortamı içerisinde nesneler oluşturabilir, nesnelerin parametrelerini değiştirebilir ve bulunulan ortamın koşullarını değiştirebilmektedir. Az miktarda etkileşim olması sanal gerçekliği animasyon ve gezinti ortamlarından ayırır. Sanal gerçekliğin ortam olarak ele alınabilmesi için az da olsa etkileşim içermesi gerekir (Whyte, 2002).

2.2.3. Sanal Gerçeklik Sistemleri

Sherman ve Craig'in (2002) ortaya koymuş olduğu sanal gerçeklik sisteminin dört temel unsuru şunlardır:

1-Sanal Dünya

2-İçine Girme Durumu

3-Duyusal Geribildirim

4-Etkileşim

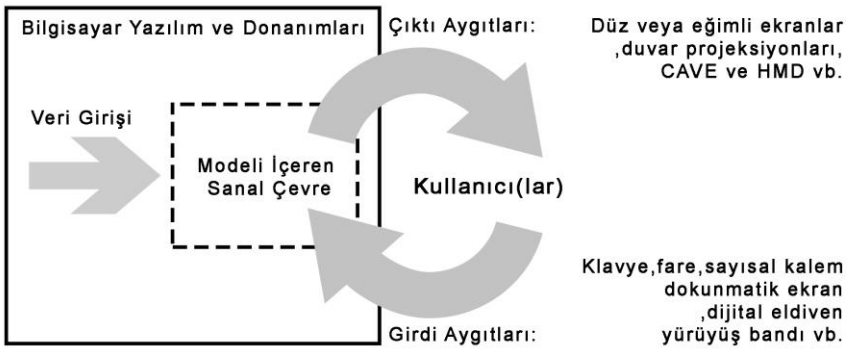
Sherman ve Craig'in (2002) bu dört temel unsurunun gerçekleşebilmesi için Whyte (2002) sistemin şu dört bileşenini belirlemiştir (Şekil 2.5):

1-Bilgisayar Donanım ve Yazılımı

2-Girdi-Çıktı Aygıtları

3-Ortam Verileri

4-Kullanıcılar



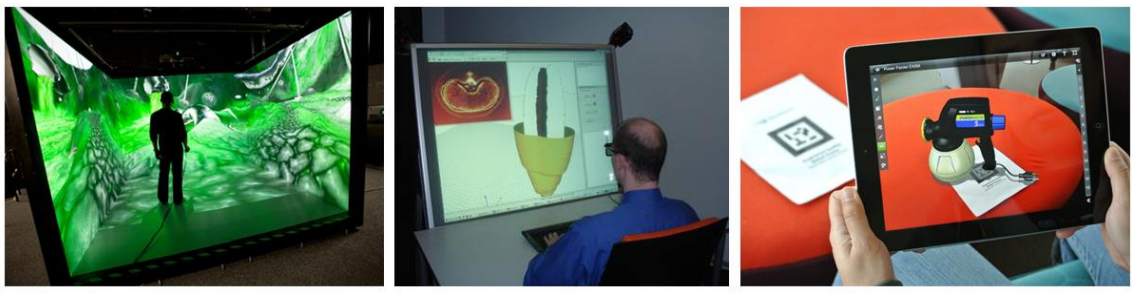
Şekil 2.5. Sanal Gerçeklik Sistemi İşleyiş Şeması
(Whyte, 2002)

Sanal gerçeklik sistemleri saran, sarmayan ve arttırılmış gerçeklik (AR) sistemleri olmak üzere üç bölüme ayrılır (Whyte, 2002):

Saran Sistemler (Immersive Systems): Kullanıcıyı kuşatan bu sistemler aracısız bir deneyim yaşatmaktadır. Bu deneyim HMD, CAVE ya da duvara yansıtılan geniş projeksiyonlar gibi özel donanımlarla sağlanmaktadır. Gerçekçi bir sanal ortam oluşturmak için yüksek işlemci gücüne ihtiyaç vardır (Şekil 2.6).

Sarmayan Sistemler (Non-Immersive Systems): Bu sistemler tipik olarak daha çok genel donanımları kullanırlar. Aynı yazılım teknikleri kullanılır fakat sistem kullanıcıyı tamamen sarmaz. Sanal ortama dünyadan açılan bir pencere şeklinde tanımlanan bu sistemler, kullanıcının sanal ortamı yalnızca bir ekrandan görmesine olanak tanır (Şekil 2.6).

Arttırılmış Gerçeklik Sistemleri (Augmented Reality/AR): Sanal ve gerçek dünyaya ait görüntü katmanlarını birleştiren bu sistemler kullanıcının her ikisi ile de etkileşime geçmesine olanak tanır. Sanal ortamda üretilmesi gereken geometri sayısı gerçek dünya görüntülerinin kullanılması ile azaltılmış olur (Şekil 2.6).



Şekil 2.6. Sırasıyla Saran, Sarmayan ve Arttırılmış Gerçeklik Sistemi Örnekleri (christiedigital.com; jvrb.org; solidworks.com)

2.2.4. Sanal Gerçeklik Donanımları

2.2.4.1. Hareket İzleme Donanımları (Input Devices)

Sanal gerçeklik ortamının temel bileşenlerinden etkileşimin gerçekleşmesi için modelin kullanıcı hareketlerini takip edip, elde ettiği verilere göre duyusal geribildirim

sağlaması gerekir. İzleme donanımı kullanıcı ve yazılım arasında veri transferi sağlar. Wang (2009), çalışma prensiplerine göre izleme donanımlarını altı ana başlık altında toplamıştır. VR için yaygın olarak aşağıdaki ilk beşi kullanılmaktadır:

1.Mekanik

2.Elektromanyetik

3.Akustik

4.İnersiyal (Atalet/Eylemsizlik)

5.Optik

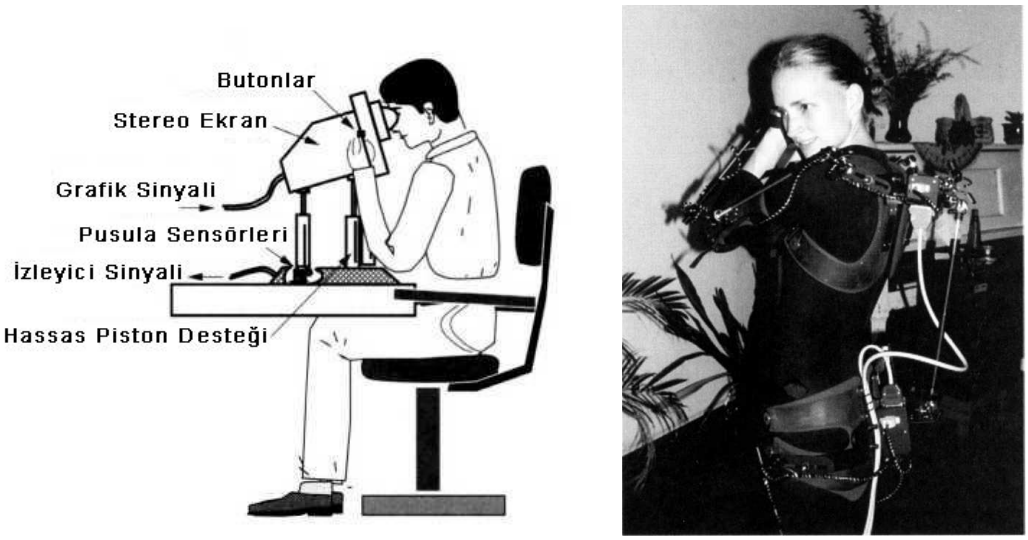
6.GPS

Mekanik İzleyiciler

Sanal gerçeklik sistemlerinde kullanılan ilk hareket izleme donanımı Sutherland'in katot ışın tüplü HMD'sini destekleyen mekanik koldur. Bu sistemde kullanıcının kafa hareketleri tavana monte edilmiş bir mekanik kolla izlenir (Burdea ve Coiffet, 2003).

Mekanik izleyicilerin diğer izleme teknolojileri ile karşılaştırıldığında bir takım avantajları olduğu görülür. Mekanik izleyiciler basit sistemlerdir ve kullanımı kolaydır. Mekanik izleyicilerin çalışma esnasında doğruluğu oldukça sabittir. Elektromanyetik izleyicilerin aksine, mekanik izleyiciler etrafındaki metallerin ve manyetik alanların oluşturduğu parazitlerden etkilenmezler. Ayrıca mekanik izleyiciler, diğer bütün izleyicilere göre en az titreşim ve gecikme süresine sahiptir. Takip edilen nesne ile görsel temassızlık içinde olduğunda, optik izleyicilerin aksine mekanik izleyicilerde problem oluşmaz (Burdea ve Coiffet, 2003).

Fakespace Labs şirketi 2000 yılında Push adlı projesinde mekanik izleyici kullanmıştır (Şekil 2.7). Bu masaüstü arayüzü kullanıcıya, yüksek çözünürlüklü stereo ekran üzerinde gösterilen sanal dünyada gezinti imkanı sağlamaktadır. CRT (Katot Işın Tüpü) ekranın ağırlığı üç tane hassas teleskopik piston ve bir levha tarafından desteklenmiştir. Bu üç pistondan ikisi sadece destek için kullanılmıştır. Diğer piston ise üç serbest dereceli bir pusula mekanizmasına bağlı olup, kullanıcının yönlendirme yapmasına imkan sağlamaktadır. Push projesindeki izleyici sistemine göre, Gypsy daha karmaşık bir mekanik izleyici sistemine sahiptir. Gypsy, sensörlü dış iskeletin likralı bir kostüme giydirilmesiyle oluşmaktadır (Şekil 2.7) (Burdea ve Coiffet, 2003).

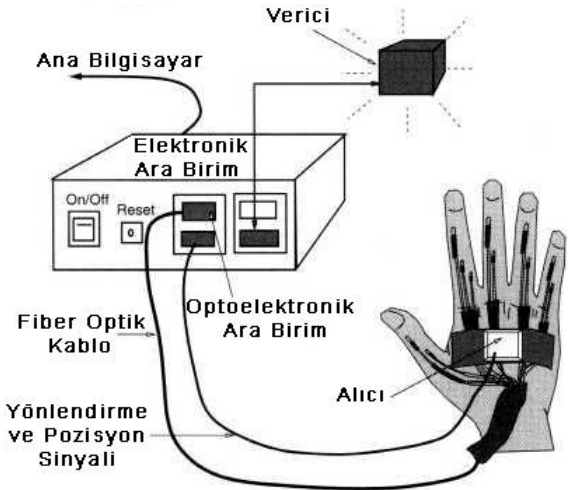


Şekil 2.7. Sırasıyla Push ve Gypsy Donanımları (Burdea ve Coiffet, 2003)

Mekanik izleyicilerin avantajları olmasının yanında, bir takım dezavantajları da bulunmaktadır. Bunlardan en açık olanı, mekanik kolun boyutuna bağlı kısıtlı çalışma alanıdır. Eğer bağlantı kablolarının boyu uzun olursa hareket kabiliyeti sınırlanır, buna bağlı olarak duyarlılık azalır ve istenmeyen mekanik salınımlar meydana gelir. Diğer bir dezavantaj ise mekanik kolun engellemesiyle kullanıcının hareket özgürlüğünün azalmasıdır. HMD ve veri eldivenleri birlikte kullanılacaksa, bileşik mekanik izleyiciler kullanılması gerekir ki, bu da ağırlıktan dolayı ergonomik sıkıntılar doğurmaktadır (Burdea ve Coiffet, 2003).

Elektromanyetik İzleyiciler

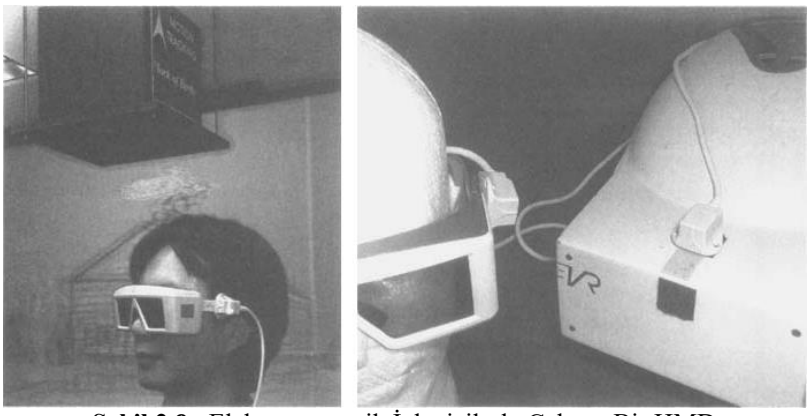
Elektromanyetik izleyici, sabit bir verici tarafından oluşturulan manyetik alanı, hareket eden bir alıcının pozisyonunu belirlemek için kullanan temassız ölçüm cihazıdır (Şekil 2.8) (Burdea ve Coiffet, 2003).



Şekil 2.8. Elektromanyetik İzleyici Çalışma Diyagramı (Burdea ve Coiffet, 2003)

Elektromanyetik izleyicilerin en belirgin avantajı, sensör tıkanmalarından etkilenmemesidir. Akustik parazitlerden etkilenmez ve görüş alanı gibi sınırlamaları yoktur. Manyetik izleyiciler özellikle el hareketlerinin izlenmesi için çok uygundur. Alıcılar küçük ve rahatsız etmeyecek ergonomikliktedir. Manyetik izleyiciler ekonomik, kolay ulaşılabilir ve popülerdir (Wang, 2009).

Elektromanyetik izleyicilerin en önemli dezavantajı, çevredeki metallerin oluşturduğu manyetik alandan olumsuz etkilenmesidir. Mevcut manyetik sistemler sadece küçük alanlar içerisinde çalıştığında kesin çözüm vermektedir. Çalışma alanı büyüdükçe elektromanyetik izleyicilerin doğruluğu azalmakta ve parazitlerin direnci düşürmesiyle kayıtta sıkıntılar yaşanmaktadır. Sistemin doğruluğu alıcı ve vericilerin arasındaki uzaklığa bağlı olarak değişmektedir (Wang, 2009). Şekil 2.9'da elektromanyetik izleyicili bir HMD ile alıcı ve vericisi gösterilmiştir.

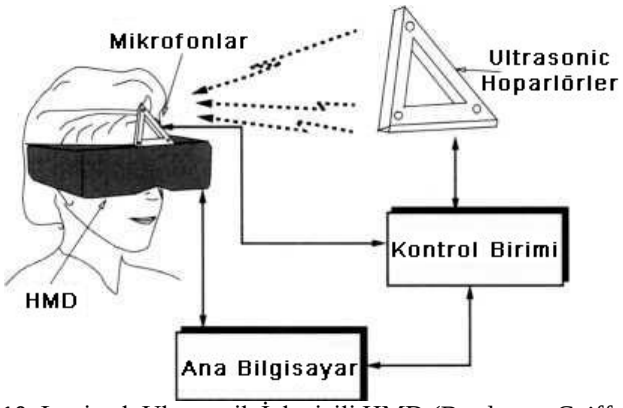


Şekil 2.9. Elektromanyetik İzleyicilerle Çalışan Bir HMD
(Sherman ve Craig, 2002)

Akustik İzleyiciler

Akustik izleyici, sabit bir verici tarafından oluşturulan ultrasonik sinyali, hareket eden bir alıcının eşzamanlı pozisyonunu belirlemek için kullanan, temassız ölçüm cihazıdır (Şekil 2.10) (Burdea ve Coiffet, 2003).

Akustik izleyiciler alıcı, verici ve manyetik izleyicideki hesaplama birimine benzer bir elektronik birimden oluşmaktadır. Aradaki fark ise, vericinin bir üçgen çerçeve üzerine monte edilmiş üç tane ultrasonik hoparlörden oluşmasıdır. Benzer şekilde alıcılar üç tane mikrofonun bir üçgen üzerine monte edilmesiyle oluşmuşlardır. Bu üçgen Şekil 2.10'da görüldüğü gibi HMD'nin üzerine yerleştirilmiştir (Burdea ve Coiffet, 2003).

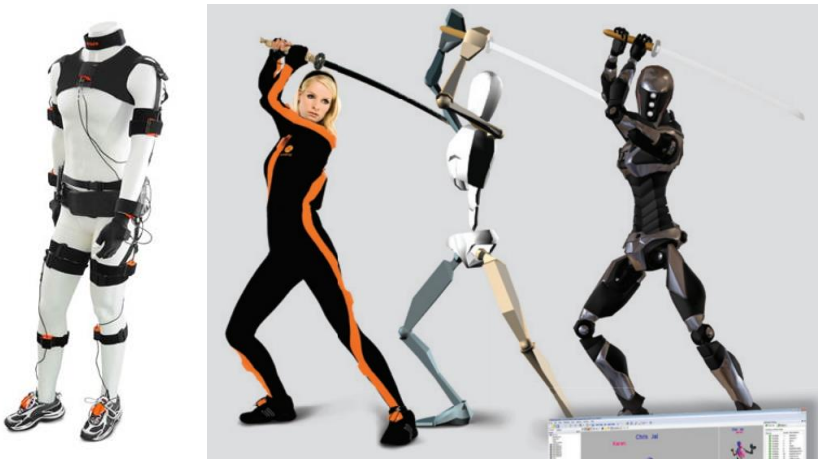


Şekil 2.10. Logitech Ultrasonik İzleyicili HMD (Burdea ve Coiffet, 2003)

Akustik izleyicilerin elektromanyetik alanlardan etkilenmemesi, oldukça düşük bir maliyetle uygulanabilir olması, iyi bir doğruluk, duyarlılık ve sağlamlık sunması, manyetik izleyicilere göre daha geniş bir alanda çalışabilmesi akustik izleyicilerin belirgin avantajlarındandır. Kısıtlı bir alanda çalışma zorunluluğu, ortam gürültüsünün oluşturduğu parazit, sert yüzeylerin oluşturduğu yankılar, hava yoğunluğu ve ortam sıcaklığından etkilenmesi, görüş alanında olma zorunluluğu ve aradaki mesafenin artmasıyla oluşan gecikme ise dezavantajları oluşturur (Wang, 2009).

İnersiyal İzleyiciler

İnersiyal izleyiciler, bir nesnenin yönlenmesindeki değişim oranını ve ayrıca yer değiştirme hızını (ivmesini) ölçebilen sensörlerden oluşan temassız ölçüm cihazıdır (Şekil 2.11). Modern inersiyal izleyiciler mikroelektromekanik sistem teknolojisi kullanan transistörlü (Solid-State) yapılardır. Nesnenin yönlenmesindeki değişim oranı, açısal hızı Coriolis tipi jiroskoplarla ölçülür. Yer değiştirme hızı ve ivmesi ise transistörlü ivmeölçerler tarafından ölçülür (Burdea ve Coiffet, 2003).

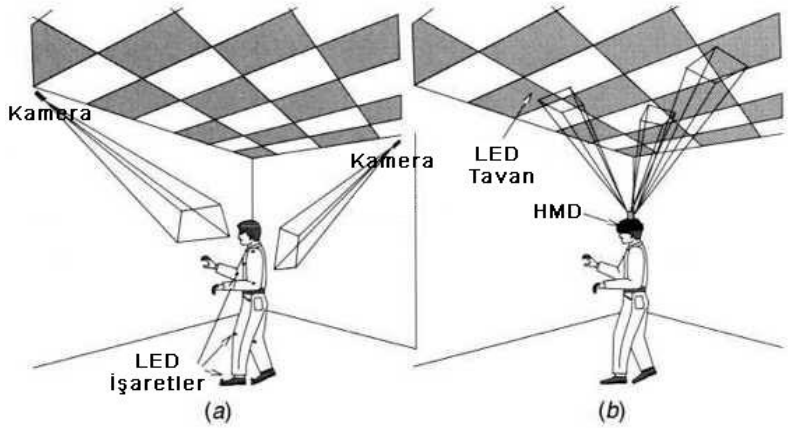


Şekil 2.11. Xsens Giyilebilir İnersiyal İzleme Cihazı ve Kullanıcı Hareketinin Modele Aktarımı (roadtovr.com)

Herhangi bir sinyal yayıcı gerektirmemesi, bulunduğu ortamdaki herhangi bir malzemeden, gürültü veya manyetik ortamdan etkilenmemesi, küçük, ergonomik ve mütevazı sensörlerden oluşması belirgin avantajlarındandır. Diğer izleyicilere nispeten yeni bir VR teknolojisi olması, kalibrasyon gerektirmesi, olası doğrusal olmama, zaman içerisinde sapmalar oluşturması inersiyal izleyicilerin dezavantajlarıdır (Wang, 2009).

Optik İzleyiciler

Optik izleyiciler, görsel temas ile bir nesnenin eşzamanlı pozisyonunu ve yönlenmesini ölçmeye yarayan ölçüm cihazıdır. Akustik izleyicilere benzer bir şekilde optik izleyiciler, görüş alanı içinde olmayı gerektirir ve metal parazitlere karşı duyarsızdır. Geleneksel olarak optik izleyiciler dışarıdan içeriye doğru bakma prensibine dayalı çalışır (Şekil 2.12a). Bu sistemde kameralar kullanıcı üzerindeki LED işaretleri takip eder. İçeriden dışarıya doğru bakma prensibine dayalı optik izleme sistemlerinde (Şekil 2.12b) kullanıcı üzerindeki HMD'de bulunan sensör LED panelden oluşan tavanı takip eder. Dışarıdan içeriye bakma yöntemi VR'dan ziyade biomekanik ve animasyon canlandırmaları için, içeriden dışarıya bakma yöntemi ise öncelikle VR için tasarlanmıştır (Burdea ve Coiffet, 2003).



Şekil 2.12. Optik İzleyici Sistemleri (Burdea ve Coiffet, 2003)

Optik izleyici sistemlerin çok hızlı olabilmesi, küçük bir alanda doğruluk göstermesi, manyetik ve akustik parazitlerden etkilenmemesi belirgin avantajlarıdır. Görüş alanı dışında çalışmaması, açısal alan kısıtlılığı, diğer ışık kaynaklarının parazit oluşturması, aynı ortamda çift nesneyi takip etmenin zorluğu, bozulma ve kalibrasyon problemlerinin oluşması ise dezavantajlarıdır (Wang, 2009).

2.2.4.2. Görüntüleme Donanımları (Output Devices)

Tarihsel gelişimine bakılacak olursa, VR teknolojilerinde insan duyularından ilk olarak görme duyusu ele alınmıştır. VR tarihi, ilk VR teknolojilerinin Sutherland'in

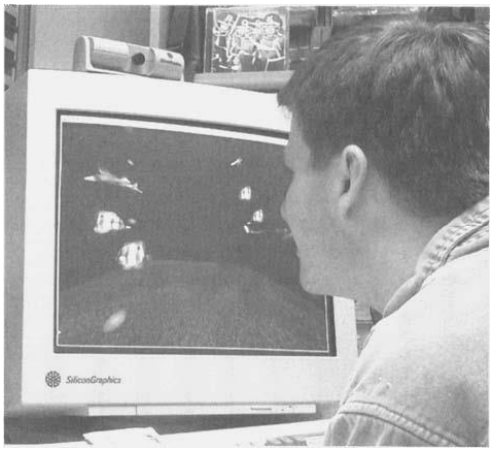
gelişmiş ekranı ve Heilig'in Sensorama'sı gibi grafiksel sunuma dayalı sistemlerle başladığını göstermektedir (Gutierrez ve ark., 2008).

VR deneyimine birden fazla kullanıcı iştirak edebilir, buna bağlı olarak görüntüleme sistemleri bireysel ve kollektif sistemler olarak temelde iki ana kategoriye ayrılmaktadır. İkinci bir sınıflandırma ise bu sistemlerin sarma derecesine göre yapılmaktadır. Bu kritere göre VR görüntüleme sistemleri, kullanıcıyı gerçek dünyadan tamamen koparan tam saran (immersive) sistemlerden, gerçek dünyada bir yardımcı olarak kullanılabilecek mobil görüntüleme sistemlerine kadar geniş bir alana yayılmaktadır (Gutierrez ve ark., 2008).

Sherman ve Craig (2002) VR görüntüleme sistemlerini sabit ekranlar (monitör, projeksiyon vb), başlık biçimindeki ekran sistemleri (HMD, BOOM, PUSH vb) ve taşınabilir ekran sistemleri (Palm vb) olarak üç ana başlıkta toplamıştır. Burdea ve Coiffet ise tek kullanıcılı (HMD, BOOM, monitör vb) ve çok kullanıcılı (CAVE, Dome vb) görüntüleme sistemleri olarak iki gruba ayırmıştır.

Monitör Sistemleri (Fishtank)

Standart bir bilgisayar monitöründen yararlanılarak oluşturulan VR görüntüleme sistemidir. Bu sistem akvaryum camından içeriye doğru bakmaya benzer, bu nedenle "Fishtank" sistemi olarak da bilinmektedir. Kullanıcı ekrandaki nesnelerin altını, üstünü ve yanlarını başını hareket ettirerek görebilmektedir. Bu sistemde kullanıcı kendini ortamın içinde hissedememektedir (Sherman ve Craig, 2002) (Şekil 2.13).



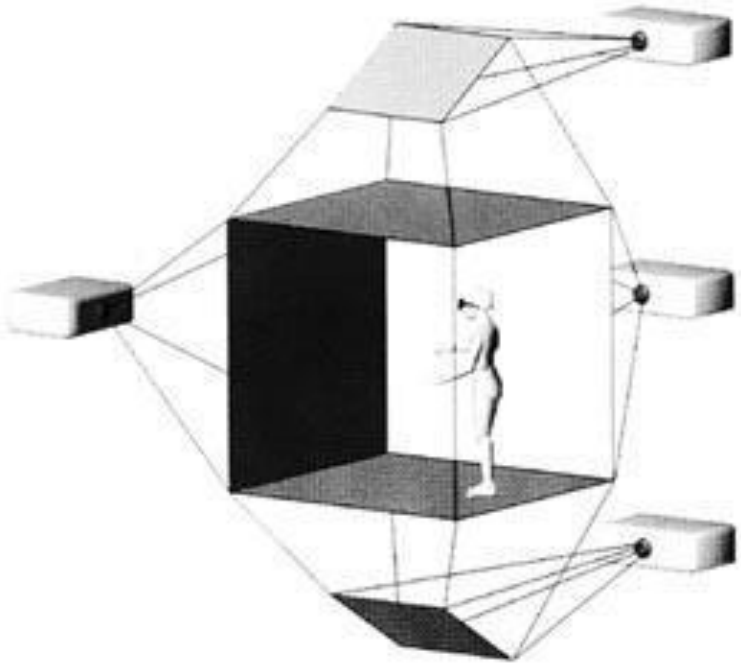
Şekil 2.13. Fishtank Sistemi ve Kullanımı (Sherman ve Craig, 2002)

Fishtank VR görüntüleme sistemlerinin maliyeti düşüktür ve yalnızca bir ekranı oldukça zorlayarak sanal bir dünyaya dönüştürür. Diğer sistemlere göre kullanımı kolaydır. Gelişim aşamasında olan VR uygulamalarını test etmek için elverişlidir. Bunun yanında diğer sistemler içerisinde en az saran sistemdir dolayısıyla gerçekçiliği diğerlerine nazaran daha düşüktür (Sherman ve Craig, 2002).

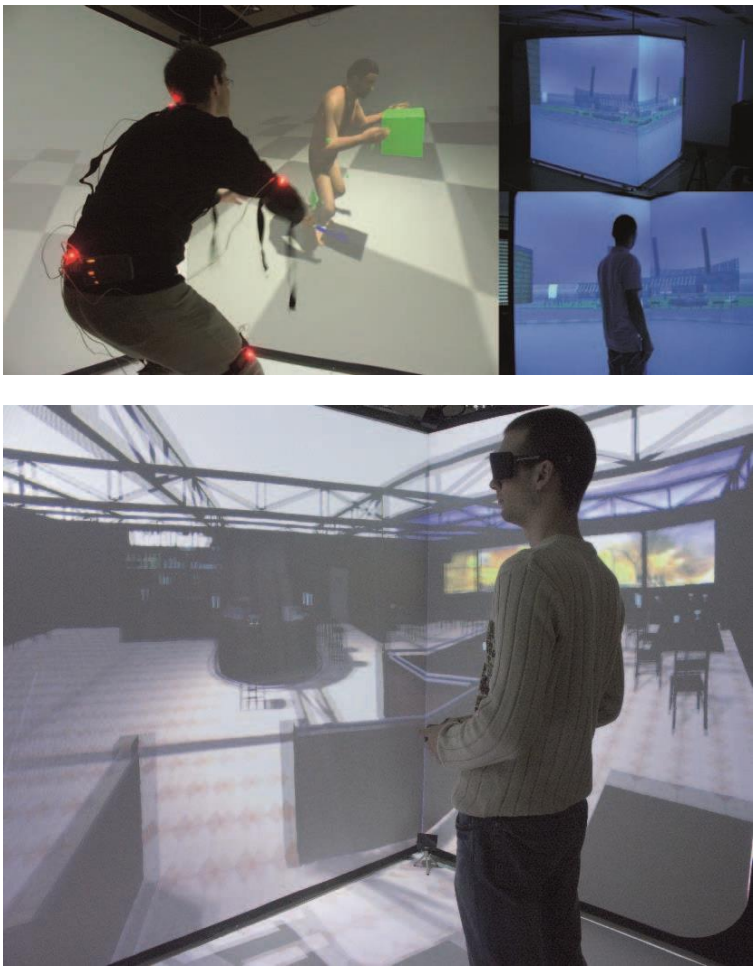
Projeksiyon Temelli Sistemler

Projeksiyon temelli sistemler yerleşik sistemlerdir. Fishtank sistemine göre daha geniş ve yüksek çözünürlüklü ekranlarla oluşturulur. Görüntüleme ekranlarının büyüklüğü kullanıcının sanal dünyanın içinde olma hissini etkiler. Yan yana monitörlerden oluşturulan büyük ekranların yanında, projeksiyon sistemleriyle yapay sahne hissinin azaldığı çerçevesiz ortak görüntüler oluşturulabilir (Sherman ve Craig, 2002). ImmersaDesk, CAVE (Cave Automatic Virtual Environment), Infinity Wall, The Cybersphere gibi sistemler projeksiyon temelli sistemlerdir.

CAVE, 1992 yılında Cruz-Neira ve arkadaşları tarafından SIGGRAPH'92 kongresinde sanal gerçekliğe farklı bir yaklaşım olarak tanıtılmıştır. CAVE projesinin arkasındaki ana fikir, diğer VR çözümlerinin genelinde bulunan zayıf görüntü çözünürlüğü, diğer kullanıcılarla aynı deneyimi paylaşabilme sınırlılığı ve gerçek dünyadan yeteri kadar izole olamama gibi sıkıntılara çözüm olarak doğmuştur. Bu sistemde kullanıcının bakışına göre doğru perspektifi oluşturmak için kafa hareketlerini izleyen bir mekanizma bulunmaktadır. Böylece kullanıcı bütün çevresini doğru bakış noktasından görmüş olmaktadır. Gerçek ve sanal nesneler aynı ortamda bulunmakta ve kullanıcı vücudunu çevresiyle etkileşim halinde görebilmektedir (Şekil 2.14, 2.15, 2.16) (Gutierrez ve ark., 2008).



Şekil 2.14. Altı Yüzlü CAVE ve İşleyiş Şeması (Cruz-Neira ve ark., 1992)

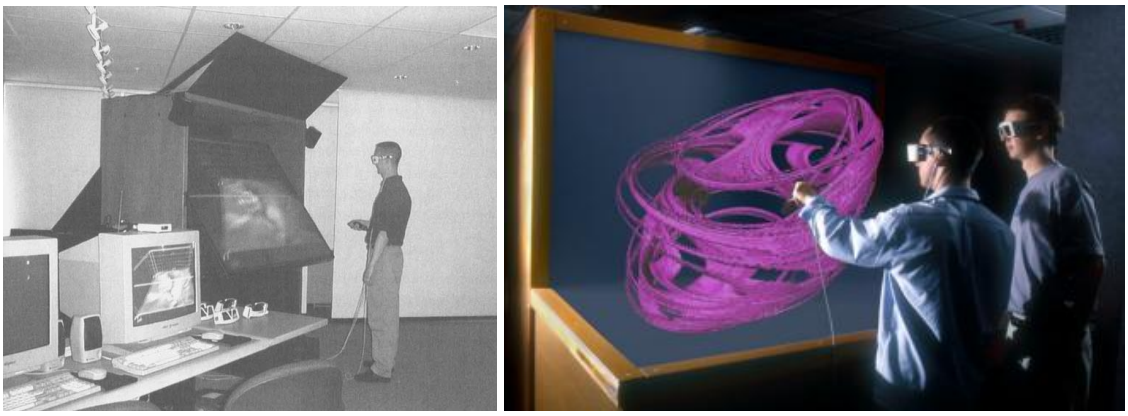


Şekil 2.15. Dört Yüzlü CAVE (Gutierrez ve ark., 2008)

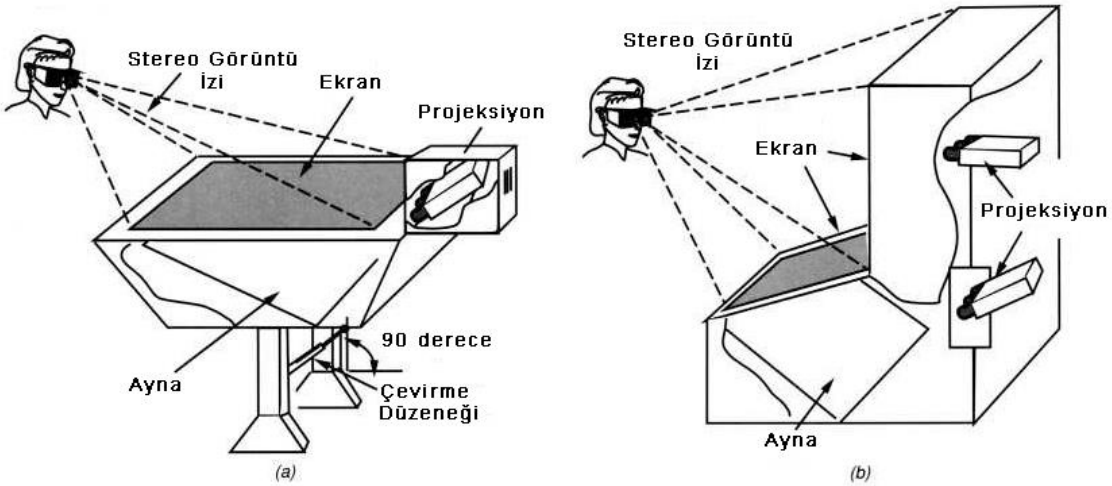


Şekil 2.16. Altı Yüzlü CAVE (Çoruh, 2011)

ImmersaDesk ve Immersive Workbench gibi donanımlar, CAVE gibi projeksiyon temelli donanımlardır. CAVE'e göre daha düşük maliyetli ve taşınabilirlik bakımından daha avantajlıdır (Şekil 2.17). Kullanıcının çok fazla hareket etmesini gerektirmeyen uygulamalar için daha uygundur. Bu sistemde görüntü projeksiyondan çıkmakta ve aynadan ekrana yansımaktadır. Önce tek projeksiyonlu olan sistem daha sonra çift projeksiyonlu olarak geliştirilmiştir. Çalışma şeması Şekil 2.18'de gösterilmiştir (Sherman ve Craig, 2002; Gutierrez ve ark., 2008)



Şekil 2.17. ImmersaDesk ve Immersive Workbench Görüntüleme Donanımları (escience.anu.edu.au; Sherman ve Craig, 2002)

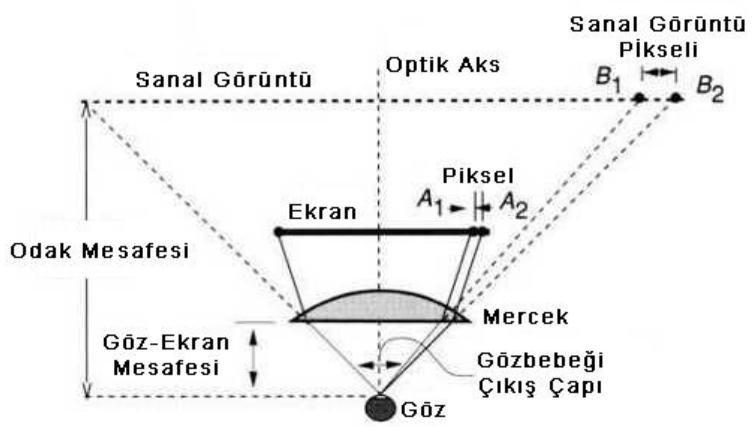


Şekil 2.18. ImmersaDesk ve Immersive Workbench Sistemlerinin İşleyiş Şeması (Burdea ve Coiffet, 2003)

Başlık Biçimindeki Sistemler

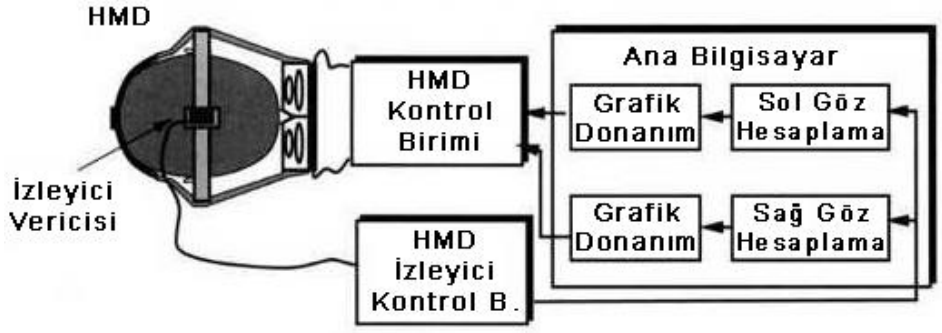
Başlık biçimindeki görüntüleme sistemleri (Head-Based, HMD vb.) insanların sanal gerçeklik ile en çok bağdaştırdıkları cihazlardır. Monitör ve projeksiyon temelli sistemlerin aksine bu sistemler sabit olmayıp, kullanıcıyla birlikte hareket edebilmektedirler. Başlık biçimindeki sistemler; bağımsız başlıklar (HMD), mekanik olarak bir kısmı sabit olan başlıklar (BOOM, PUSH) olarak gruplandırılmaktadırlar (Sherman ve Craig, 2002).

HMD (Head-Mounted Device) başa yerleştirilen, monte edilen cihaz ya da başlık anlamına gelen kısaltmadır. Bu sistemde görüntü kullanıcının 1-5 m kadar önüne düşmektedir (Şekil 2.19). HMD'lerde kullanıcının gözü ile küçük HMD ekranı arasında özel mercek bulunmaktadır. Bu mercek, kullanıcının göz ile ekran arasındaki çok kısa mesafeye odaklanıp yorulmasını engellemektedir. Ayrıca bu mercek, küçük HMD ekranındaki görüntüyü gözün görüş alanını dolduracak kadar büyütmektedir (Burdea ve Coiffet, 2003).



Şekil 2.19. HMD Merceklerinin Basitleştirilmiş Modeli (Burdea ve Coiffet, 2003)

Şekil 2.20'de gösterildiği gibi ana bilgisayardan gelen RGB (Red-Green-Blue) görüntü sinyalleri HMD kontrol birimine, oradan da HMD'ye aktarılmaktadır. Kullanıcının kafa hareketleri ve pozisyonu, HMD içindeki sensörler tarafından takip edilmekte ve ana bilgisayara aktarılmaktadır (Burdea ve Coiffet, 2003).



Şekil 2.20. HMD'nin VR Sistemiyle Entegrasyonu (Burdea ve Coiffet, 2003)

Geleneksel HMD sistemleri tam saran bir etki ile kullanıcıyı gerçek dünyadan tamamen koparmaktadırlar. Diğer görüntüleme sistemlerinden farklı olarak HMD, sanal dünyanın içinden dışarıya doğru bakma imkanı tanır. Buna ek olarak HMD'nin izleyici sensörleri bakış açısını ve kullanıcı pozisyonunu takip eder, anlık bakış durumuna göre ekrandaki görüntü değişir ve böylece gerçek dünyadaki etrafı gözlemleme eylemi sanal ortamda da gerçekleşmiş olmaktadır (Gutierrez ve ark., 2008). Şekil 2.21'de farklı tiplerde HMD'ler gösterilmiş, Şekil 2.22'te ise son dönemde yaygın olarak kullanılan Oculus Rift DK2 gösterilmiştir.

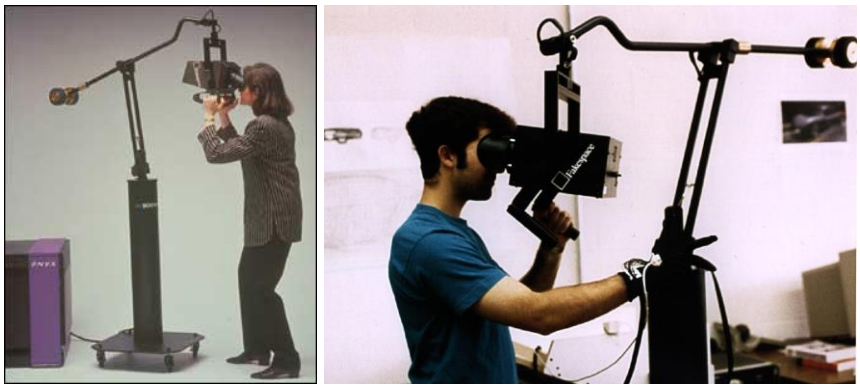


Şekil 2.21. Farklı Tiplerde HMD Cihazları (Gutierrez ve ark., 2008)



Şekil 2.22. Oculus Rift DK2 ve Kullanıcısı (oculus.com; ytimg.com)

Mekanik bağlantılı görüntüleme sistemleri, ekran yükünü kullanıcı yerine mekanik bir kolla bağlantılı olduğu yere iletmektedirler. Daha da önemlisi, bu sistemler izleme sensörlerini direkt olarak mekanik yapıları içinde barındırmaktadırlar. Kullanılan sensör sayısı mekanik eklemlenme sayısını da belirlemektedir. NASA'da geliştirilen bu konsept, Fakespace Labs tarafından BOOM'da kullanılmıştır. Mekanik koldaki sensörler açı ve pozisyon verilerini ana bilgisayara gönderir, ana bilgisayar bu verilere göre görüntü hesaplamaları yapar ve kullanıcı ekranına gönderir. Şekil 2.23'te BOOM ve kullanımı gösterilmiştir (Burdea ve Coiffet, 2003).



Şekil 2.23. BOOM Görüntüleme Sistemi (cs.anu.edu.au; fakespacelabs.com)

Taşınabilir Görüntüleme Sistemleri

Taşınabilir görüntüleme sistemleri daha çok arttırılmış gerçeklik (Augmented Reality, AR) çalışmaları için kullanılan avuç içi cihazlardan oluşmaktadır. Cep Bilgisayarı (PDA), mobil telefon ve tabletler günümüzde bu işlevi rahatlıkla karşılayacak teknolojik düzeye ulaşmıştır. Bu sistemin tipik özelliği yaşanılan çevrenin işlevselliğini göstermesidir. Şekil 2.24'te mobil görüntüleme sistemi örnekleri gösterilmiştir (Gutierrez ve ark., 2008).



Şekil 2.24. Taşınabilir Görüntüleme Sistemleri (Gutierrez ve ark., 2008)

2.2.4.3. Etkileşim Donanımları (Input Devices)

Sanal gerçeklik ortamında bir eylemin gerçekliğini arttırmak için, ortamla etkileşime geçebilmek, fiziksel iletişim kurabilmek ve dokunma hissini canlandırabilmek önemli rol oynamaktadır. Sanal ortamda etkileşim, fare ve klavyeden daha karmaşık cihazlara kadar çeşitli donanımlarla sağlanmaktadır. Ancak fare ya da klavye gibi donanımların, sanal dünyanın yollarını arşınlamak için yetersiz olacağı açıktır. Örneğin bir bardak su içme gibi basit bir eylem ele alındığında, fare ile bu eylemi gerçekleştirmek oldukça zordur. Komut yazarak bu eylemi gerçekleştirmek akla gelse de, hangi bardaktan ne kadar su içileceği düşünüldüğünde komut yazmak hantal bir çözüm haline gelmektedir. Ayrıca bunun için doğru komut dilini bilmek de gerekmektedir. Sonuç olarak sanal gerçeklik sistemleri, konvansiyonel insan-bilgisayar etkileşim arayüzlerinden farklı donanımlar kullanmaktadırlar (Hsu, 2009).

Veri Eldivenleri

Veri eldivenleri hafif bir malzeme olan likradan üretilmekte olup, iki ölçüm aracından oluşmaktadırlar. İlk ölçüm aracı parmakların eklem yerlerinden, parmakların eğilme-bükülme hareketlerini algılamaktadır. İkinci ölçüm aracı ise X, Y ve Z eksenindeki pozisyonu ve yönlenmeyi saptamaktadır. Şekil 2.25'te veri eldiveni gösterilmektedir (Hsu, 2009).



Şekil 2.25. Veri Eldiveni (Gutierrez ve ark., 2008)

Güç Eldivenleri

Güç eldivenleri veri eldivenlerine göre daha düşük maliyetlidirler ve veri eldivenleri ile aynı işlevi farklı yöntemlerle sağlamaktadırlar. Parmakların eğilme-bükülme hareketlerini dışı plastikle kaplanmış şeritler saptamaktadır. Her parmak için ayrı bir şerit bulunmakta ve eğilme-bükülme hareketleriyle şerit üzerindeki elektrik direnci değişmektedir. Pozisyon ve yönlenme için ise ultrasonik izleme sistemi kullanılmaktadır. Şekil 2.26'da güç eldiveni gösterilmektedir (Hsu, 2009).



Şekil 2.26. Güç Eldiveni (intel.com)

Joystick ve Fareler

Bilgisayar sistemlerinde popüler olan joystick ve fareler, sanal dünyada gezinme eylemini gerçekleştirmek için yeterli olmaktadırlar. Üzerindeki butonlarla basit etkileşimler yapılabilmektedir. İki eksende çalışan joystick ve fareler olduğu gibi üç eksende çalışanları da bulunmaktadır. Şekil 2.27'de iki eksenli, Şekil 2.28'dae ise üç eksenli joystick ve fareler gösterilmiştir (Hsu, 2009).



Şekil 2.27. 2D ve 3D Joystickler (genius-polska.pl; wikipedia.org)



Şekil 2.28. 2D ve 3D Fareler (amazon.com; wikipedia.org-2)

Güç Topları

Güç toplarının üzerinde bir adet top bulunmaktadır. Bu topa kuvvet uygulandığında top hareket etmemektedir, ancak merkezinde bulunan sensör kuvvete göre yön tespiti yapmaktadır. Şekil 2.29'da üç eksenli güç topu gösterilmiştir (Hsu, 2009).



Şekil 2.29. 3 Eksende Çalışan Güç Topu (mit.edu)

2.2.5. Sanal Gerçeklik Yazılımları

Sanal gerçeklik uygulamaları bilimsel görselleştirmeler, tıp uygulamaları, rehabilitasyon uygulamaları, psikiyatri, mimari tasarım ve sunum uygulamaları, endüstriyel tasarım ürünleri sunum uygulamaları, eğitim ve egzersiz uygulamaları, eğlence uygulamaları, uçuş simülatörleri, askeri uygulamalar ve sanal müzeler vb. gibi değişik birçok alanda kullanılmaktadır. Bu uygulamalarda kullanılan yazılımların genel olarak bir standartı olmamakla beraber herbirinin kendine özgü özellikleri, arayüzleri ve destekledikleri farklı donanımlar vardır (Bierbaum ve Just, 1998).

Sanal gerçeklik uygulamalarının kullanım alanları Bölüm 3'te incelenecek olup, bu bölümde üç boyutlu ve etkileşimli sanal gerçeklik ortamı oluşturmada kullanılan yazılımlara değinilecektir. Bu yazılımlar modelleme araçlarına sahiptirler, fakat genel olarak modelleme yazılımlarında hazırlanan modelleri kullanmaktadırlar. Oluşturulan sanal gerçeklik ortamına kullanıcıyı dahil etme ve etkileşim özellikleri kazandırma da bu yazılımların özellikleri arasındadır (Satay, 2010).

Üç boyutlu ve etkileşimli sanal gerçeklik ortamı oluşturmada kullanılan yazılımların yapısı incelendiğinde gerçek zamanlı görselleştirme, yapay zeka, çarpışma kontrolü, üç boyutlu modelleme yazılımlarından veri aktarımı, çoklu kullanıcı desteği, öğretici arayüzler oluşturma imkanı gibi özelliklerin ortak olduğu görülmektedir (Satay, 2010).

Sanal gerçeklik ortamı hazırlamada kullanılan yazılımların bazı özellikleri oluşturulacak uygulamanın gerçekçiliği ve verimliliği açısından önem taşımaktadır. Bunlardan bazıları şunlardır:

Gelişmiş render motoru ışık, gölge ve yansıma değerlerinin hızlı biçimde hesaplanmasını sağlamaktadır. *Gerçek zamanlı gezinim* ile fiziksel gerçekliğe uygun bir deneyimleme gerçekleşmaktedir. *Kullanıcı etkileşimini sağlayan araçlar* ile kullanıcı sanal dünya ile iletişime geçmektedir. *Yapay zeka* ile sanal gerçeklik ortamında iletişim kurulabilecek, çevreden gelen etkilere karşı tepki gösterebilecek karakterler ve nesneler oluşturulabilir, birtakım senaryolar kurgulanabilir. *Fizik motoru* ile eylemler yer çekimi ve fizik kanunlarına uygun gerçekleşmektedir. *Çarpışma kontrolü* ile mekanlar katı elemanlarla sınırlanabilmektedir. Böylece sınırlayıcı elemanların içinden geçilememekte ve fiziksel dünyadaki gezinim gerçekçi bir şekilde sanal gerçeklik ortamında gerçekleşecektir. *Çoklu kullanıcı desteği* ile aynı sanal ortamda birden fazla kullanıcı bulunabilekte, gerektiğinde bu kullanıcılar birbirleriyle iletişime geçebilmektedirler (Satay, 2010).

Bu özellikler dikkate alındığında, üç boyutlu ve etkileşimli sanal gerçeklik ortamı hazırlamak için geliştirilmiş bazı yazılımlar ve oyun motorları (bilgisayar oyunu tasarlamak için geliştirilmiş yazılımlar) öne çıkmaktadır. *CryEngine, Unreal Engine, Torque 3D, Kynapse, Unity 3D, Quest3D, Virtools, DX Studio, Gamestudio, UNIGINE, Source Valve, Renderware* gibi yazılımlar bunlardan bazılarıdır (Ayanoğlu, 2006; Satay, 2010)

3. SANAL GERÇEKLİĞİN KULLANIM ALANLARI

3.1. Tıp Alanında Kullanımı

Sanal gerçeklik sistemlerinin tıp alanında kullanımı genel olarak cerrahi, çeşitli rehabilitasyon terapileri (psikolojik, kinesitetik), anatomi ve biomekanik dallarında görülmektedir (Gutierrez ve ark., 2008).

Sanal cerrahi halen aktif olan bir araştırma konusudur. Bazı sistemler doktorların sanal gerçeklik ortamında pratik yapmalarına ve cerrahi becerilerini geliştirmelerine imkan sağlamaktadır. Bu yöntemle doktorlar ameliyata girmeden önce sanal hastalar üzerinde cerrahi operasyonlar yapabilmektedirler. Çalışmalar göstermiştir ki, cerrahi sanal gerçeklik simülasyonlarının kullanımı doktorların ameliyat esnasındaki performanslarını, özellikle de endoskopik ve laparoskopik yöntemlerde, önemli ölçüde artırmıştır (Gutierrez ve ark., 2008).

Cerrahi simülasyon uygulamaları gerçek zamanlı grafikler ve dokunsal arayüzler gerektirir. Bir sanal cerrahi simülasyonunun temel hedefi dokuların (deri, kaslar, iç organlar, kemikler vb.) operasyona maruz kaldıklarındaki davranışlarını doğru bir şekilde simule etmektir. Şekil 3.1.'de bir sanal cerrahi sistemi gösterilmiştir (Gutierrez ve ark., 2008).



Şekil 3.1. Sanal Cerrahi Simülatörü Kullanan Tıp Öğrencisi (rpi.edu)

Sanal gerçeklik temelli rehabilitasyon sistemleri fizyoterapi, bilgisayar bilimi, psikoloji ve iletişim gibi birçok farklı disiplini içerir. Rehabilitasyon amaçlı sanal gerçeklik sistemleri dokunsal ve modern sensör teknolojilerini birleştirir. Böyle bir sistem geliştirme metodolojisi hareket kalıplarının belirlenmesini, simule edilmiş görevlerin geliştirilmesini (terapi egzersizleri) ve tanılamayı (veri toplama ve izleme yoluyla) gerektirir. Çeşitli araştırma projeleri inme hastalarının motor rehabilitasyona (fizyoterapi) ihtiyaç duyduklarını göstermiştir (Gutierrez ve ark., 2008).

Sanal gerçeklik temelli rehabilitasyon sistemleri, genel olarak stereoskopik görüntü, güçlü geribildirimi olan dokunsal arayüzler, oyuna benzer özellikleri olan ve analizler için doğru veri toplayabilen modern algılama tekniklerine ihtiyaç duyar. Yapay zeka temelli bir modelin toplanmış olan verileri kullanmasıyla teşhis ve değerlendirme yapılabilir ve böylece klinik testler yönlendirilmiş olur. Şekil 3.2.'de sanal gerçeklik temelli fizyoterapi sistemleri gösterilmiştir (Gutierrez ve ark., 2008).



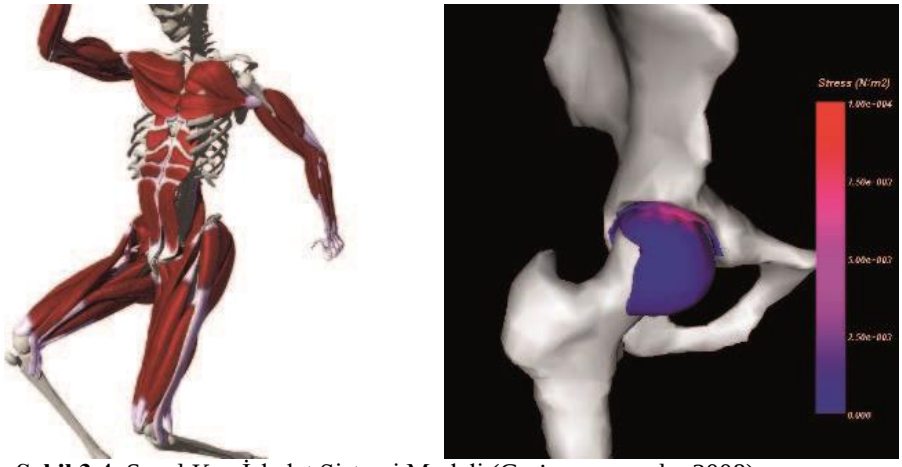
Şekil 3.2. Sanal Gerçeklik Temelli Fizyoterapi Uygulamaları (Gutierrez ve ark., 2008)

Fobiler kademeli maruz bırakma terapisiyle etkili bir şekilde tedavi edilebilirler. Hastalar endişe veren ve tahrik eden uyarıcılara, en kolaydan en zora doğru kademeli bir şekilde maruz kalırlar, böylece endişelerini ve korkularını kademe kademe azaltırlar. Sanal gerçeklik sistemleri daha güvenli, daha az sıkıcı, fiziksel dünya koşullarını inşa etmede daha az maliyetli olan kademeli terapi şekline olanak sağlar. Sanal gerçeklik terapilerinin önemli bir avantajı ise, gerçek hayatta zor bulunabilen durumları kolay bir şekilde sunmasıdır. Deneyler, yükseklik fobisi, örümcek fobisi, uçuş fobisi, klostrofobi (kapalı mekan korkusu) ve sosyal fobi gibi fobilerin tedavisinde sanal gerçeklik sistemlerinin kullanışlı bir araç olduğunu kanıtlamıştır. Şekil 3.3.'te bazı sanal gerçeklik temelli psikoterapi uygulamaları gösterilmiştir (Gutierrez ve ark., 2008).



Şekil 3.3. Sanal Gerçeklik Temelli Psikoterapi Uygulamaları (Gutierrez ve ark., 2008)

Sanal gerçeklik temelli anatomi uygulamaları insan bedenine ait verilerin toplanıp bir rehber ve temel bilgi kütüphanesi olarak anatomi araştırmaları ve tıp eğitiminde kullanılması amacıyla geliştirilmiştir. Bu yöntemle insan bedeninin iskelet ve kas sistemi, organları ve dokuları ayrıntılı bir şekilde modellenip, çalışma şekilleriyle birlikte bütün içyapısı kullanıcılara sunulabilmektedir. Şekil 3.4.'te sanal gerçeklik temelli anatomi uygulamaları gösterilmiştir (Gutierrez ve ark., 2008).



Şekil 3.4. Sanal Kas-İskelet Sistemi Modeli (Gutierrez ve ark., 2008)

3.2. Araç Simülatörü Olarak Kullanımı

Fiziksel model temelli araç simülatörü geliştirmek yaygın bir sanal gerçeklik uygulamasıdır. Hidrolik platformlarla donatılarak veya gerçek bir araca geniş ekranlar yerleştirilerek uygulanabilmektedir. Araç simülatörlerinin ilk örnekleri sürücü egzersizleri, davranış analizlerini saptama ve sanal prototip oluşturmak için kullanılmıştır. Çoğu otomobil üreticisi araç simülatörlerini konsept üretiminin bir parçası olarak kullanmaktadır. Araç simülatörleri mühendislerin aracı üretilmeden test etmelerini ve ergonomik durumlarını, iç tasarımlarını hatta yol davranışlarını değerlendirmelerini sağlar. Şekil 3.5.'te otomobil simülatörü örnekleri gösterilmiştir (Gutierrez ve ark., 2008).



Şekil 3.5. Otomobil Simülatörleri (Gutierrez ve ark., 2008)

3.3. Askeri Amaçlı Kullanımı

Askeri eğitim ve operasyonlar, sanal gerçekliğin pratik uygulama imkanı bulduğu ilk alanlardandır. Askeri çevrelerde sanal gerçekliğin ilk kullanımı 1920'lerde Link Şirketi tarafından geliştirilen uçuş simülatörleri olmuştur. Link uçuş simülatörleri amaca yönelik olarak 2.Dünya Savaşı öncesi ve esnasında binlerce pilotun gece uçuşunu öğrenmesini sağlamıştır. 1950'lerde geliştirilen uçuş simülatörlerinde pilotlar kokpitin iç kısmı yanında dışını da görme imkanı bulmaya başlamışlardır. 1980'lerde ise savaş uçakları simülatörleri kubbe tipi görüntüleme sistemleri ile daha fazla görüş alanı kazanmışlardır. Uçuş simülatörleri sadece eğitim amaçlı değil, ayrıca yeni savaş strateji ve taktikleri geliştirmek için de kullanılmaktadır. Şekil 3.6.'da uçuş simülatörü örneği gösterilmiştir (Baumann, 2010).

Teknolojik karmaşıklığın artması ve askeri donanımların ömürlerinin kısa olması modern orduların güncelleştirilebilir, esnek ve daha düşük maliyetli olan simülasyonlara ihtiyacını artırmıştır. Eğer bir simülatör sadece bir tank ya da bir uçak modeli için tasarlanırsa silahın geçerliliğini yitirmesi ile simülatör de geçerliliğini yitirir. Modern askeri eğitimde başka bir yaklaşım da iletişim ağı çalışmalarıdır. İletişim ağları sayesinde simülasyon eğitimleri uzaktan yapılabilmekte ve kursiyerlerin simülasyon alanına taşınmasına gerek kalmamaktadır. Ağ bağlantıları ayrıca takım simülasyonu çalışmaları için de gereklidir. Sanal gerçeklik ağ bağlantısına uyumlu, esnek ve kolaylıkla güncelleştirme yapılabilir, modern orduların ihtiyaçlarını tamamen karşılayacak bir teknolojidir (Burdea ve Coiffet, 2003).



Şekil 3.6. Sanal Gerçeklik Temelli Savaş Uçağı Simülatörü (defense.gov)

Uçuş eğitimi ve taktiksel simülasyon uygulamaları gibi sanal gerçeklik çalışmalarının yanında Şekil 3.7.'de gösterildiği gibi modern ordularda sanal gerçeklik

temelli daha fazla performansa dayalı keskin nişancılık ve paraşütle atlama eğitimleri de yapılmaktadır.



Şekil 3.7. Sanal Gerçeklik Temelli Nişancılık ve Paraşüt Eğitimi (dailymail.co.uk; wired.com)

3.4. Endüstriyel Ürün İmalatında Kullanımı

Endüstriyel ürün imalatı süreci bazı temel mühendislik işlerini kapsamaktadır. Bu işlerin bazıları yapılırken interaktif ve gerçekçi görselleştirmeler içeren sanal gerçeklik uygulamalarından yararlanılmaktadır. Sanal gerçeklik ortamı, gerçek üretim ortamını göz önünde bulunduran, etkileşimli bir üretim planı hazırlamaya imkan sağlar (Gutierrez ve ark., 2008).

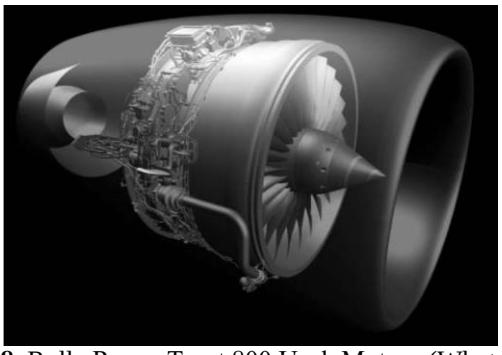
Whyte (2002), ürün imalatı sürecinde kullanılan sanal gerçeklik uygulamaları için üç ana kriter belirlemiştir:

1-*Dinamik çalışma simülasyonunun hazırlanması*, ürün kalitesi ve çalışma güvenliğini artırmaktadır.

2-*Detay tasarımlarının koordinasyonu,* oluşabilecek hataları önceden görmeyi sağlamaktadır.

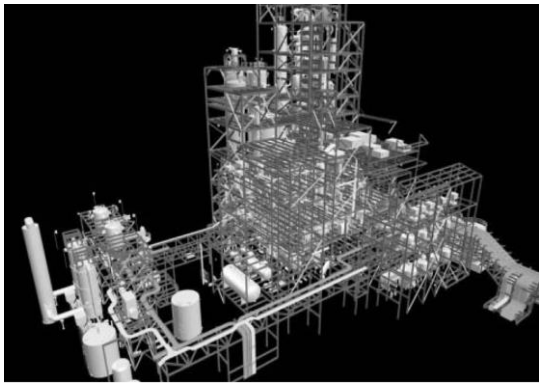
3-*Üretim takvimi hazırlamak,* uyumsuzlukların neden olduğu zaman kaybını engellemektedir (Whyte, 2002).

Formula 1 yarış araçları üreten Jaguar firması, tasarım sürecini optimize etmek ve tasarım hatalarını önceden belirleyebilmek için üç boyutlu sanal gerçeklik uygulaması kullanmaktadır. Havacılık endüstrisi de sanal gerçeklik yatırımlarını artırmıştır. Örneğin uçak motoru üreticisi Rolls-Royce, Şekil 3.8.'de görüldüğü üzere Trent 800 adlı uçak motorunu geliştirme aşamasında sanal gerçeklik uygulamaları kullanmıştır (Whyte, 2002).



Şekil 3.8. Rolls-Royce Trent 800 Uçak Motoru (Whyte, 2002)

Sanal gerçeklik uygulamaları ICI ve Fluor Daniel petrokimya tesisleri tasarımında da kullanılmıştır. 1993 yılında sanal gerçeklikle ilgilenmeye başlayan şirket, sanal gerçekliği sadece tamamlayıcı bir teknoloji olarak değil, yüksek maliyetli parçaları sanal ortamda oluşturarak öngörü kazanmak, çalışma pratiğini geliştirmek, tesis tasarımı maliyetini düşürmek amaçlarıyla da kullanmıştır. Şekil 3.9.'da ICI ve Fluor Daniel petrokimya tesisi uygulaması gösterilmektedir (Whyte, 2002).

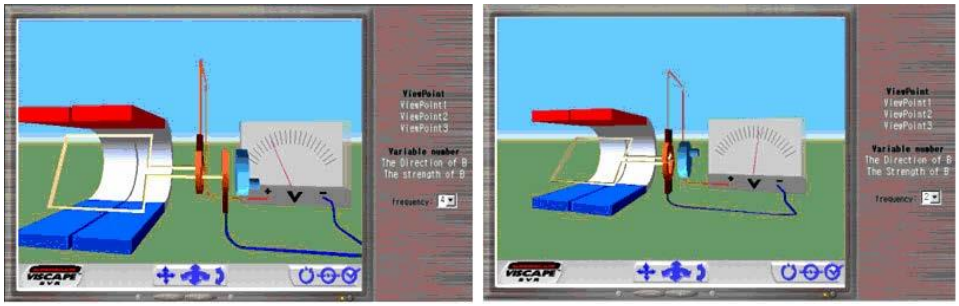


Şekil 3.9. ICI ve Fluor Daniel Petrokimya Tesisinin Sanal Gerçeklik Uygulaması (Whyte, 2002)

3.5. Örgün Eğitim Alanında Kullanımı

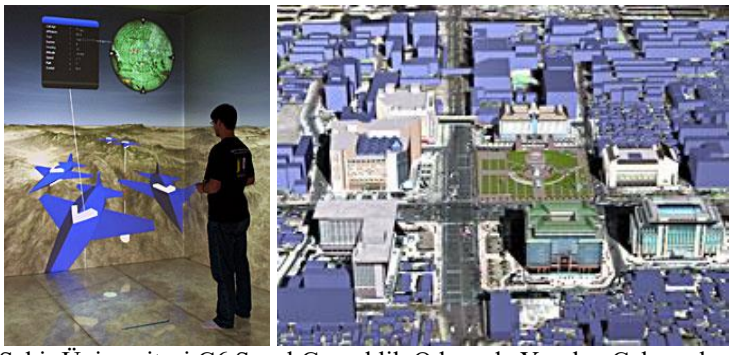
Sanal gerçeklik sistemleri tıp, havacılık ve askeri eğitimlerin yanı sıra başka birçok eğitim alanında kullanılmaktadır. Örneğin örgün eğitim alanında matematik, fizik, kimya, biyoloji gibi alanlarda da sanal gerçeklik kullanılmaktadır. Sanal gerçeklik uygulamaları öğrencilerin daha hızlı ve deneyimleyerek daha kalıcı şekilde öğrenmelerini sağlamaktadır. Buna ek olarak örneğin laboratuvar ortamındaki deneylerin farklı test durumlarını oluşturmada büyük kolaylık sağlar, pahalı laboratuvar malzemelerinin maliyetini düşürür, tehlikeli deney ortamının tehlikesini ortadan kaldırır. Şekil 3.10.'da gösterildiği üzere öğrenciler AC/DC elektrik jeneratörlerinin çalışma prensibini öğrenerek, manyetik alan yönünü ve değerini sanal gerçeklik uygulaması ile ölçmektedirler. Indian Hills Community kolejinde uygulanmakta olan fermantasyon simülasyonunda öğrenciler fermantasyon işlemindeki biyokimyasal

süreçleri görmektedir. Bu uygulamayla öğrencilerin katılımları ve öğrenme performansları artmıştır (Bayraktar ve Kaleli, 2007).



Şekil 3.10. AC ve DC Elektrik Jeneratörleri Simülasyonları (Bayraktar ve Kaleli, 2007)

Iowa Şehir Üniversitesi bünyesinde bulunan C6 (Altı yüzü bulunan bir CAVE) adındaki sanal gerçeklik odası makine mühendisliği, mimarlık, genetik bilimi ve havacılık eğitimleri esnasında kullanılmaktadır. Şekil 3.11.'de mimarlık ve havacılık eğitim simülasyonları gösterilmiştir (vrac.iastate.edu).



Şekil 3.11. Iowa Şehir Üniversitesi C6 Sanal Gerçeklik Odasında Yapılan Çalışmalar (vrac.iastate.edu)

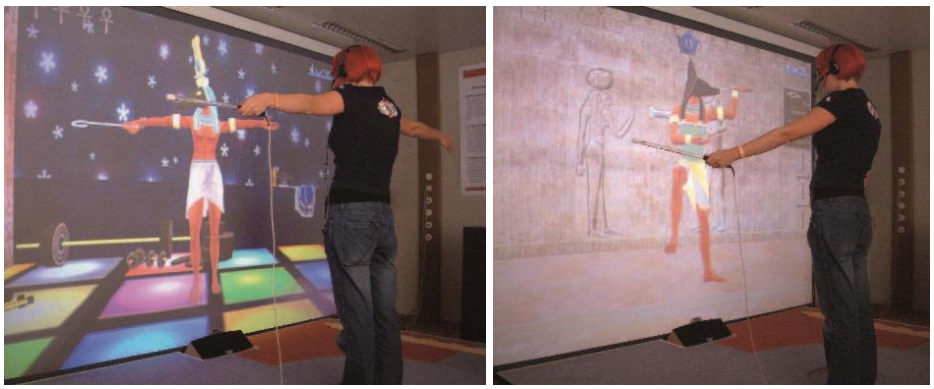
3.6. Eğlence Alanında Kullanımı

Sanal gerçeklik sistemleri sıklıkla video oyunları teknolojisini (gelişmiş grafik algoritmaları, kullanıcı etkileşim paradigmaları ve arayüzler) kullanmaktadır. Bunun yanında araştırma laboratuvarlarında geliştirilen bazı gelişmiş konsept ve teknolojiler de oyun endüstrisinde yollarına devam etmişlerdir. HMD, veri eldiveni ve sensörler değişik seviyede video oyunlarında kullanılabilmektedir. Bazı durumlarda, gelişmiş bilgisayar grafikleri yüksek gerçekçilikteki arayüzlerle tamamlanarak gerçeklik sınırlarını zorlayan deneyimlere imkan sağlamaktadırlar. Şekil 3.12.'de buna örnek olabilecek iki simülatör gösterilmiştir (Gutierrez ve ark., 2008).



Şekil 3.12. Eğlence Amaçlı Oyun Simülatörleri (Gutierrez ve ark., 2008)

Şekil 3.13.'de manyetik ve ses izleyici donanımları ile çalışan Enigma of Sphinx Oyunu görülmektedir. "Magic Wand" olarak adlandırılan çubukta manyetik izleyici sensörleri bulunmakta ve mikrofon vasıtası ile sesli komutlar verilebilmektedir (Gutierrez ve ark., 2008).



Şekil 3.13. Enigma of Sphinx Oyunu (Gutierrez ve ark., 2008)

3.7. Kültürel Miras Alanında Kullanımı

Kültürel mirasın korunması, sunumu ve gelecek nesillere aktarılması, farklı eylemler ve yöntemler içeren uzun ve karmaşık bir süreçtir. Belgeleme, restitüsyon, restorasyon, rekonstrüksiyon ve sunum gibi temel işlemler çerçevesinde sanal gerçeklik yöntemleri ve sistemleri kullanılmaktadır.

Sanal gerçeklik uygulamalarının materyali olan kültür varlığının türü, uygulamanın kullanım amacı ve kullanıcı profili, uygulamada kullanılan donanım, yazılım ve sistemler, kültürel miras alanında yapılan sanal gerçeklik uygulamalarının çeşitlilik göstermesindeki başlıca etkenlerdir. Bu alanda yapılan çalışmaların asıl hedefi kültürel mirasın korunması, yaşatılması ve aktarılması olsa da izlenen yol ve yöntemler farklılık göstermektedir. Örneğin bir sanal gerçeklik uygulaması, konunun uzmanı olmayan kişiler için deneyim ortamı sunarken, diğer bir uygulama uzmanlar için bilimsel analiz ortamı sağlayabilmektedir. Kültürel miras alanında yapılan sanal

gerçeklik uygulamalarını içerik ve alt amaçlarına göre sınıflandırmak mümkün olmaktadır:

1-Sanal rekonstrüksiyon amaçlı uygulamalar,

2-Yerinde (in situ) deneyimleme ve rehberlik sağlama amaçlı uygulamalar,

3-Bilimsel analiz amaçlı uygulamalar,

4-Sanal restorasyon amaçlı uygulamalar,

5-Sanal müzeler,

6-Eğitici oyunlar (serious games).

Bu ana başlıklar altında kullanılan sanal gerçeklik sistemleri de farklılık göstermektedir. Sistem olarak ele alındığında sanal gerçeklik; saran (immersive), sarmayan (non-immersive) ve artırılmış gerçeklik (augmented reality) sistemleri olarak üç bölüme ayrılmaktadır (Whyte, 2002). Kültürel miras alanında yapılan sanal gerçeklik uygulamaları bu bağlamda da sınıflandırılmaktadır ancak bu sınıflandırma teknik bakış açısına sahip olduğundan, çalışmaları içerik ve amaç bağlamında birbirinden ayırmak için tek başına yetersiz kalmaktadır. Örneğin sarmayan sistemde yapılmış sanal müzeler bulunduğu gibi saran sistemde yapılmış örnekler de mevcuttur. Bunun yanında sarmayan sistemde yapılmış uygulamalar daha sonra entegre edilen donanımlarla saran sistemlere dönüşebilmektedirler. Bu nedenle çalışmanın bu bölümünde kültürel miras odaklı uygulamalar öncelikli olarak içerik ve amaç bakımından sınıflandırılmış, sonrasında ise teknik değerlendirmelere yer verilmiştir.

3.7.1. Sanal Rekonstrüksiyon Amaçlı Uygulamalar

Sanal rekonstrüksiyon uygulamaları, zamanla yıkılmış veya zarar görmüş kültür varlıklarının, sanal gerçeklik ortamında yeniden inşa edilerek insanların deneyimlemelerini amaçlamaktadır. Rekonstrüksiyonu yapılan kültür varlığı, küçük bir çanaktan büyük bir antik kente varıncaya kadar çeşitlilik göstermektedir. Kültürel miras alanındaki ilk VR örnekleri de sanal rekonstrüksiyon uygulamalarıdır. Saran ve sarmayan sistemlerde yapılmış örnekleri bulunmakla beraber, genellikle uzaktan (ex situ) deneyimleme imkanı sunmaktadırlar. Sanal rekonstrüksiyon, kültürel mirasın tanıtılması ve koruma farkındalığının oluşturulmasında başvurulan etkili bir yöntemdir.

Gutierrez ve arkadaşlarının Sinhaya çalışması (2004), tarihi bir dokunun sanal ortamda, bilimsel veriler doğrultusunda yeniden canlandırılıp sunulmasına örnek verilebilecek niteliktedir. Şekil 3.14.'te gösterilen Sinhaya kalıntıları, İspanya'nın Zaragoza kentinde, yeraltı otoparkı kazısı esnasında tesadüfen ortaya çıkmıştır. Kalıntıların ortaya çıkmasıyla başlatılan kazı çalışmaları neticesinde bir Müslüman

yerleşimi olduğu anlaşılan Sinhaya, X-XII. yüzyıl aralığına tarihlenmiştir. Kazı sonucu elde edilen iki boyutlu çizimler, üç boyutlu lazer tarama verileri, yüzey fotoğrafları, arkeolog ve tarihçilerin hazırlamış olduğu raporlar sayısal ortama aktarılmış ve sanal ortamda tarihi dokunun üç boyutlu rekonstrüksiyonu yapılmıştır (Şekil 3.15.). Üç boyutlu model gerçekçi bir biçimde görselleştirilmiş ve kullanıcıyı içinde hissettirecek, CAVE benzeri saran bir projeksiyonel sistemle sunulmuştur (Şekil 3.16.). Çalışma sonucunda fiziksel olarak yeniden inşa edilmesi mümkün olmayan tarihi bir doku, konutları, dükkanları ve günlük hayatta kullanılan eşyalarıyla sanal ortamda yeniden inşa edilmiş ve sunulmuştur. Böylece ziyaretçiler bin yıl öncesine ait yaşamı ve mekanları deneyimleyebilme imkanı elde etmişlerdir. Bunun yanında arkeolog ve tarihçiler için farklı bir çalışma ortamı oluşmuştur. En önemlisi Zaragoza kenti kültürel mirasının korunmasına bir katkı sağlanmış ve farklı bir kültürün tanıtılmasıyla da farkındalık ortaya konmuştur.



Şekil 3.14. Zaragoza'da Sinhaya Kalıntıları (Gutierrez ve ark., 2004)



Şekil 3.15. Sinhaya'nın Üç Boyutlu Rekonstrüksiyonundan Bir Görünüm (Gutierrez ve ark., 2004)



Şekil 3.16. Sanal Rekonstrüksiyonun CAVE Benzeri Sistemde Sunumu (Gutierrez ve ark., 2004)

3.7.2. Yerinde Deneyimleme ve Rehberlik Sağlama Amaçlı Uygulamalar

Kültürel miras alanlarını yerinde incelemek isteyen ziyaretçilerin herhangi bir rehbere ihtiyaç duymaksızın doğru bilgiler edinmelerini, miras öğelerini yapılı çevre içinde (in situ) ilk yapıldıkları haliyle ve somut olmayan kültürel öğelerle birlikte görmelerini sağlamak gibi amaçlarla geliştirilen VR uygulamalarıdır. Bu uygulamalar genellikle taşınabilir ve giyilebilir cihazlardan oluşmakta ve arttırılmış gerçeklik (AR) altyapısı içermektedirler.

Vlahakis ve arkadaşlarının (2002) geliştirmiş oldukları ArcheoGuide projesi bu bağlamdaki özgün çalışmalardandır. ArcheoGuide adından da anlaşılacağı üzere arkeolojik sit alanlarında kişiye özgü rehberlik sunmaktadır. İlk prototip için, çalışma alanı olarak Yunanistan'ın Olimpiya Antik Kenti seçilmiştir. Olimpiyat Oyunları'nın doğum yeri olması, yüksek ziyaretçi kapasitesi ve mevcut kalıntıların harabe halinde olması Olimpiya'nın seçilmesinde önemli etkenler olmuştur. ArcheoGuide AR tabanlı bir uygulamadır. Kullanıcılar gerçek ve sanal dünyaya ait görüntü katmanlarını bir arada görmektedirler. Örneğin Hera Tapınağı'na aynı bakış noktasından çıplak gözle bakan bir ziyaretçi yalnızca mevcut kalıntıları görmekte iken, ArcheoGuide kullanan ziyaretçi mevcut yapılı ve doğal çevre içerisinde Hera Tapınağı'nın rekonstrüksiyonunu görmektedir (Şekil 3.17. ve 3.18). Çalışmada somut olmayan kültürel mirasın da aktarılması amaçlanmıştır. ArcheoGuide ile deneyimlenen antik stadyumda antik döneme ait sanal atletlerin birbirleriyle yarıştıkları görülmektedir (Şekil 3.19.). ArcheoGuide aynı zamanda kullanıcıya işitsel bilgiler sunmakta ve gezinti için GPS üzerinden yönlendirmeler yapmaktadır. ArcheoGuide ile ziyaretçi, kalıntıların rekonstrüksiyonlarını deneyimleyerek kentin önemini ve yapıldığı döneme nasıl bir yaşam sunduğunu algılayabilmektedir. Aynı zamanda ziyaretçilerin, Olimpiyat

Oyunları'nın Antik Dönem'den bu yana süregelen bir miras olduğunu yerinde görmelerini, kentin ve oyunların korunmasının önemini algılamalarını sağlamaktadır. Bunun yanında ziyaretçiler herhangi bir rehbere ihtiyaç duymadan, doğruluğu bilimsel verilere dayanan işitsel ve görsel bilgiler ışığında turu tamamlayabilmektedirler.




Şekil 3.17. ve 3.18. Hera Tapınağı'nın Çıplak Gözle ve ArcheoGuide ile Görünümü (Vlahakis, 2002)



Şekil 3.19. Antik Stadyum'da Yarışan Sanal Atletler (Vlahakis, 2002)

Arttırılmış gerçeklik tabanlı diğer bir çalışma Papagiannakis ve arkadaşları (2005) tarafından Antik Pompeii Kentinde yapılmıştır. Çalışma antik fresk ve boyamaların, dramatik davranışlar sergileyen sanal karakterlerin, bölgedeki doğal çevreyle birlikte (fauna ve flora) yeniden canlandırılmasına dayanmaktadır. Ziyaretçiler kullandıkları VR gözlükleriyle thermopoliumu (Antik Pompeii'de ayaküstü yeme-içme mekanları) gözlemlediklerinde fresk ve boyamaların rekonstrüksiyonunu ve döneme ait kıyafetler giymiş bir kadını çalışırken görmektedirler (Şekil 3.20. ve 3.21.). Fresk ve boyamalara ait rekonstrüksiyonların Vezüv Yanardağı'nın patlamasından (M.S. 79)

önceki sosyal yaşantıya ait kesitlerle birlikte sunulması, somut ve somut olmayan kültürel mirasın korunması ve tanıtılması için önemli bir farkındalık oluşturmuştur.



Şekil 3.20. ve 3.21. Antik Thermopolium ve Gözlemleyen Ziyaretçiler (Papagiannakis ve ark., 2005)

3.7.3. Bilimsel Analiz Amaçlı Uygulamalar

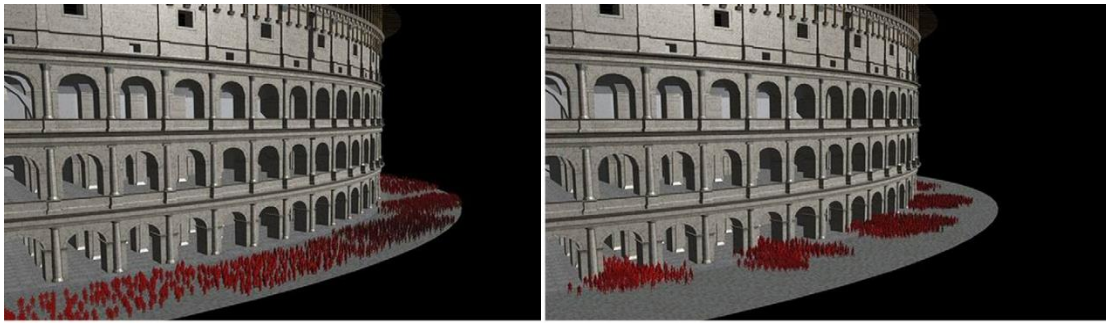
Sanal gerçeklik, kültürel miras hakkındaki farklı bilimsel tezleri doğrulama ve analiz yapma amacına yönelik, uzmanlar için uygun bir çalışma ortamı oluşturmaktadır. Böylece yıkılmış veya zarar görmüş tarihi öğeleri, ilk yapıldıkları haliyle ele alıp çıkarımlar yapmak mümkün olmaktadır.

Avrupa Birliği destekli CAHRISMA (Conservation of the Acoustical Heritage by the Revival and Identification of Sinan's Mosque's Acoustics) projesi akustik mirasın araştırılmasını amaçlamıştır. Bu bağlamda İstanbul'daki Osmanlı Dönemi'ne ait bazı cami ve Bizans Dönemi'ne ait bazı kiliselerin yaklaşık restitüsyonları üç boyutlu olarak yeniden canlandırılmıştır. Camilerde namaz kılma eylemi yapay karakterlerle ve gerçek ses kayıtlarıyla simule edilmiş, böylece mekanların ilk yapıldıkları haliyle akustik analizi yapılabilmiştir (Şekil 3.22). ERATO (Identification, Evaluation and Revival of the Acoustical Heritage of Ancient Theaters and Odea) projesi de Avrupa Birliği destekli bir proje olup, Akdeniz ülkelerinde bulunan antik tiyatro ve odeonların rekonstrüksiyonlarını ve akustik analizlerini içermektedir. Projede yapay karakterlerle antik döneme ait seyirciler ve bir eseri canlandıran sanatçılar bulunmaktadır (Şekil 3.23.) (Yüksel ve ark., 2003; Yüksel ve Erdoğan, 2005; Gutierrez ve ark., 2008)



Şekil 3.22. ve 3.23. CAHRISMA ve ERATO Projeleri (Gutierrez ve ark., 2008)

Sanal gerçeklik ortamları, antik yapıların görsel ve işitsel analizlerinin yanında, daha farklı araştırmalara da olanak sağlamaktadır. Gutierrez ve arkadaşları (2007) farklı bir yaklaşım göstererek, Roma'da bulunan Colosseum yapısını, ilk yapıldığı haliyle, ergonomi kriterleri bakımından incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada Colosseum'un sanal rekonstrüksiyonu ve yapay zekaya sahip karakterler kullanılmıştır. Tasarlanan simülasyonda yaklaşık 8000 adet davranış biçimleri önceden belirlenmiş yapay karakter, Colosseum'un girişinden oturacakları koltuklara kadar yollarını kendileri bulmuş ve yürümüşlerdir (Şekil 3.24. ve 3.25.). Bu karakterlerin izlemiş oldukları yollar neticesinde ergonomik analizler yapılmıştır.



Şekil 3.24 ve 3.25. Colosseum'da Yapay Karakterler (Gutierrez ve ark., 2007)

CAHRISMA, ERATO ve Colosseum projeleri, geçmişteki mimari tasarım birikim ve tecrübelerini açığa çıkarmak ve gelecek nesillere aktarmak yoluyla, kültürel mirasın sürekliliğini sağlamayı amaçlayan çalışmalardır.

3.7.4. Sanal Restorasyon Amaçlı Uygulamalar

Sanal gerçekliğin koruma alanında farklı bir kullanım şekli ise restorasyon aracı olarak kullanılmasıdır. Özellikle heykel, mozaik, kabartma, fresk, boyama ve tablo gibi yıpranması zor olmayan kültür varlıklarının korunması ve restorasyonu, titizlik ve

uzmanlık gerektiren meselelerdir. Yakın zamanda medya gündeminde de tartışmalara yol açan restorasyon hataları ve restorasyonun mümkün olmadığı durumlar, restorasyon için alternatif yöntemlerin araştırılmasını gerektirmektedir (Şekil 3.26). Sanal gerçeklik ortamında restorasyon, orijinal esere zarar vermeden, eserin tamamına ya da zarar görmüş kısmına uygulanabilmektedir. Sanal restorasyonun, fiziksel restorasyona göre maliyeti daha düşüktür ve eserin zarar görmesi bakımından da risksizdir.



Şekil 3.26. Hatay Arkeoloji Müzesinde Hatalı Restorasyon Yapılan Mozaikler (hurriyet.com)

İtalya'nın Lecce Kentindeki Santa Maria di Cerrate Kilisesi'nin güney duvarında bulunan XIV. yüzyıla ait freskler, geçmiş dönemlerde geçirdiği yıkımlar ve kompozisyona bağlı kalınmadan yapılan rekonstrüksiyonlar sebebiyle ifadesini yitirmiş ve yap-boz görünümünü almıştır (Şekil 3.27). Bu problemden yola çıkılarak fresklerin sanal restorasyonu ve rekonstrüksiyonu yapılmıştır. Rekonstrüksiyonun sunumu, fresklerin ifade ettiği anlam ve kimliğin daha iyi algılanmasına yardımcı olmaktadır (Gabellone, 2011).



Şekil 3.27. Santa Maria di Cerrate Kilisesi Freskleri'nin Sanal Restorasyon ve Rekonstrüksiyonu (Gabellone, 2011)

3.7.5. Sanal Müzeler

Kültür varlıklarının korunması ve topluma aktarılmasında müzeler önemli rol oynamaktadırlar. Bilgi Çağının sunduğu olanaklar müzelerin de sanal ortamlarda yer almalarını sağlamıştır. Kültürel miras alanında kabul gören önemli ve yaygın bir kullanım şekli sanal müzelerdir. Sanal müzeler kültür varlıklarını geniş kitlelere duyurmada etkilidirler. Genel olarak Web ortamında sunulmasının yanı sıra, müze bünyelerinde interaktif sunumlar gerçekleştirmek için yapılan uygulamalar da mevcuttur. Gelenekselleşmiş bir yöntem olan Web tabanlı sanal müzeler düşük maliyetlidirler ve tanınmayan kültürlerin tanıtılması için yüksek potansiyeller taşımaktadırlar. Bunun yanında araştırmacılar için de kolaylık sağlamaktadırlar. Görselleştirme araçlarının gelişmesi ve sanal gerçeklik ürünlerinin yaygınlaşmasıyla, Web tabanlı sanal müzeler gerçekçi deneyimler sunabilmektedirler.

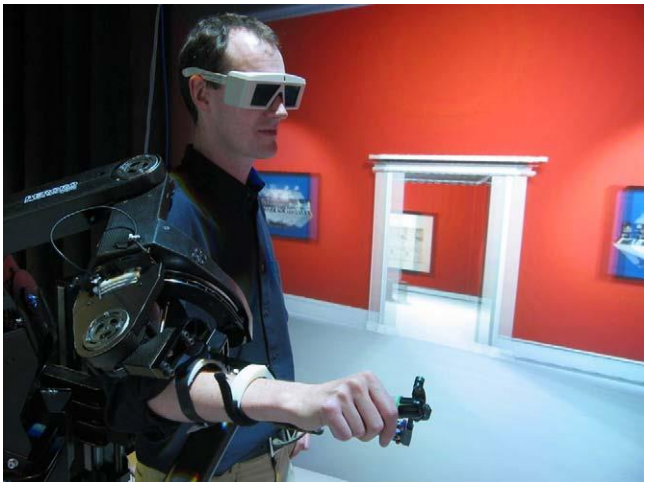
2006 yılında İtalya Dışişleri Bakanlığı ve İtalya Ulusal Araştırma Konseyi'nin destekleriyle kurulan Irak Sanal Müzesi, Neolitik Dönem'den Erken İslam Dönemi'ne

uzanan geniş bir kültür skalasına sahiptir. Eserler kronolojik sırasına göre sekiz ayrı sanal salonda sergilenmektedir (Şekil 3.28). Müzenin Web tabanlı olması Dünyanın herhangi bir yerindeki kullanıcının kolaylıkla sergilenen eserleri inceleyebilmesine olanak sağlamaktadır (Cultraro ve ark., 2009).



Şekil 3.28. Irak Sanal Müzesi (Cultraro ve ark., 2009)

Çağdaş müzeler, yaklaşık yirmi yıldır ziyaretçilerin katılımıyla gerçekleşen interaktif ve deneyimsel sunumlara ağırlık vermektedirler. Deneyimleyerek inceleme ve sunumun bir parçası olma, ziyaretçilerin kültür varlıklarını daha iyi algılamasını ve aidiyet hissetmesini sağlamaktadır. İspanya, İsveç, İngiltere ve İtalya'dan dört müzenin bu bağlamda ortak çalışması olan ve Avrupa Birliği tarafından desteklenen The Museum of Pure Form ziyaretçilere etkileşimli bir deneyim yaşatmak için geliştirilmiştir. Ziyaretçilerin, dokunulması yasak olan sanat eserlerine, sanal olarak dokunmalarını sağlayan bu sistem, dokunsal giyilebilir iskelet sistemi ve VR gözlüğünden oluşmaktadır (Şekil 3.29). Katılımcılar objeleri üç boyutlu algılayarak ve gerçeğe yakın dokunma hissiyle incelemektedirler. Böylece sanat eseri, katılımcının görsel belleğinin yanında dokunsal belleğinde de yer edinmektedir (Carrozzino ve Bergamasco, 2010).



Şekil 3.29. The Museum of Pure Form Deneyimi (Carrozzino ve Bergamasco, 2010)

3.7.6. Eğitici Oyunlar

Kültürel mirasın korunması, koruma olgusunun toplumun her kesimi tarafından benimsenmesine bağlıdır. ICOMOS Türkiye Mimari Mirası Koruma Bildirgesinde de (2013) belirtildiği üzere bu benimseme ve bilinçlenme, okul öncesi dönemden başlayan ve süreklilik gösteren bir eğitimle mümkün olmaktadır. Eğitici video oyunları (Serious Games) bu benimsemeyi sağlamak amacıyla kullanılan yüksek potansiyelli araçlardır. Bu oyunların kültürel içeriği eğlenceli biçimde sunması, özellikle genç bireylerin eğitimi için ilgi çekici ve faydalı bir alternatif oluşturmaktadır. Video oyunlarının VR teknolojileriyle buluşması bu potansiyeli güçlendirmiştir.

Kültürel bağlamda geliştirilen eğitici uygulamalar, kültürel (dil, kıyafet, gelenek, dini inançlar, folklor ve kanunlar) farkındalık sağlayan, miras (sanatsal, arkeolojik, mimari ve doğal miras) farkındalığı sağlayan ve tarihi rekonstrüksiyon içeren uygulamalar olarak sınıflandırılmıştır (Mortara ve ark., 2014). Antik Olimpiya (2004), bu sınıflandırmaların kesişiminde tasarlanması ve sanal gerçeklik teknikleri içermesi bakımından eğitici oyunlara örnek verilebilecek bir çalışmadır. Çalışmada Zeus ve Hera Tapınakları gibi önemli yapıların ve döneme ait heykel, vazo ve çanak gibi objelerin rekonstrüksiyonları bulunmaktadır. Kullanıcı bu yapıları özgürce deneyimleyebilmektedir. Objeleri ise yap-boz tarzı bir oyunla tamamlamaktadır. Mızrak, güreş ve uzun atlama gibi olimpik sporlar, kullanıcının da katılımıyla gerçekleştirilmektedir. Bu çalışmayla somut ve somut olmayan kültürel miras, bir oyun içerisinde sunulmuştur (Şekil 3.30.) (Gaitatzes ve ark., 2004).



Şekil 3.30. Antik Olimpiya Oyunundan Görüntüler (Gaitatzes ve ark., 2004)

3.7.7. Kültürel Mirası Korumada Kullanılan Sanal Gerçeklik Uygulamalarının Değerlendirilmesi

Son yıllarda teknoloji gündemlerinin ana unsurlarından biri haline gelen sanal gerçekliğin koruma alanındaki kullanımı, yapılmış çalışmalar üzerinden incelenmiştir. Sanal gerçekliğin kültürel mirasın korunması, yaşatılması ve aktarılmasının öneminin toplum tarafından benimsenmesinde kullanılan etkili bir yöntem olduğu görülmüştür. Bunun yanında sanal gerçekliğin bu alanda kullanımının çok yönlülük gösterdiği görülmüş ve bu nedenle içerik ve amaç bağlamında bir sınıflandırma yapılmıştır. Bu sınıflandırılmanın VR alanında araştırma yapanlar için kolaylık sağlayacağı düşünülmüştür.

Kültürel miras alanında VR uygulamalarının müzelerden video oyunlarına, belgelemeden sunuma farklı yollarla kullanıldığı görülmüştür. Bu farklılıklar belli amaç ya da konular dâhilinde yapılan çalışmaları başlıklar altında toplamayı gerektirmiştir. Literatür araştırması sonucu yapılan VR çalışmaları altı kategoride toplanmış ve örneklerle irdelenmiştir.

İncelenen çalışmalar içerik ve kapsam bakımından farklılık gösterdiği gibi teknik anlamda da farklılıklar göstermektedirler. Bazı uygulamalar yalnızca kişisel bilgisayarlara gereksinim duyarken bazıları çok daha karmaşık sistemlere gereksinim duymaktadırlar. Yerinde deneyimleme imkanı sağlayan çalışmalara karşın uzaktan

erişime açık çalışmalar da bulunmaktadır. Çalışmaların Whyte'ın (2002) ortaya koyduğu VR çeşitleri (saran, sarmayan ve AR) ve Sherman ve Craig'in (2002) belirlediği VR kriterleri (sanal dünya, sarma, duyusal geribildirim ve etkileşim) bakımından farklı seviyelerde olduğu görülmüştür. Tüm bu farklılıklar bağlamında çalışmalar Çizelge 1'de değerlendirilmiştir.

	VR ÇEŞİTLERİ			VR KRİTERLERİ *		ERİŞİM		
	Saran	Sarmayan	AR	Etkileşim	Duyusal Geribildirim	In Situ	Ex Situ	S.O.K.M.**
Sinhaya	✓						✓	
ArcheoGuide	✓		✓		✓	✓		✓
Pompeii	✓		✓		✓	✓		✓
CAHRISMA		✓					✓	✓
ERATO		✓					✓	✓
Collosseum		✓					✓	
Cerrate Kilisesi		✓				✓		
Irak Sanal Müzesi		✓					✓	
The Museum of Pure Form	✓				✓	✓		
Olimpiya	✓			✓			✓	✓

Çizelge 1. İncelenen VR Çalışmalarının Teknik ve İçerik Bakımından Değerlendirilmesi

**VR Kriterlerinden sanal dünya kriteri tüm çalışmalar tarafından sağlandığından, sarma kriteri ise VR Çeşitleri içinde yer aldığından buraya alınmamıştır.*
***Somut Olmayan Kültürel Miras*

Değerlendirmede saran sistemde yapılmış olan çalışmaların daha çok deneyim amacı güdülerek tasarlanan sistemler olduğu, analiz amaçlı sistemlerin ise sarmayan sistemler olduğu görülmektedir. Arttırılmış gerçeklik tabanlı sistemlerin ise diğerlerine nazaran daha az kullanıldığı görülmüştür. İncelenen çalışmaların yalnızca bir tanesinde etkileşim sağlanabilmektedir. Duyusal geribildirim sağlayan çalışmalar sayıca az olmakla birlikte bir tanesi dokunsal, iki tanesi ise görsel geribildirim sağlamaktadır. Uygulamaların dört tanesi kültür varlığının bulunduğu alanda (in situ), diğerleri ise uzaktan erişimle (ex situ) kullanılabilmektedirler. İncelenen çalışmaların beş tanesi somut olmayan kültürel miras öğelerini de içermektedir.

Değerlendirme sonucunda uygulamaların etkileşim (interaction) ve duyusal geribildirim (sensory feedback) kriterlerini yeterince sağlamadığı görülmüştür. Kültürel miras konularında yapılacak olan VR uygulamaları etkileşim ve duyusal geribildirim sağladığında, daha gerçekçi bir deneyim elde edilebilecektir. Aynı şekilde sarma

(immersion) etkisi gerçekçi bir deneyim için önemli bir faktördür. Özellikle mekanın algılanmasında algılayıcı hareketlerinin önemi göz önünde bulundurulursa VR uygulamalarında sarma ve duyusal geribildirimin ihmal edilmemesi gereken kriterler olduğu görülecektir. VR uygulamalarında sarma etkisi sağlamanın ya da en azından HMD türü donanımların kullanıcının isteğine bağlı olarak eklenmesine imkan sağlamanın, VR uygulamalarının gelişimi için fayda sağlayacağı görülmektedir.

Erken dönemde ortaya konulan VR çalışmalarıyla günümüz çalışmaları kıyaslandığında gerçekçilik, sarma ve etkileşim bakımından büyük gelişmeler kaydedildiği görülmüştür. Yakın süreç içerisinde kullanıma girmesi planlanan VR ürünleriyle, VR sistemlerinin ve kullanımının daha da ileriye gitmesi ve yaygınlaşması beklenmektedir. Bu koşullarla birlikte yakın gelecekte, kültürel miras alanında nicelik ve nitelik olarak daha üstün biçimde VR kullanımı, koruma olgusunun daha güçlü olarak benimsenmesinde önemli rol oynayacaktır.

4. ALAN ÇALIŞMASI: SALİH BOZOK VİLLASI

Türkiye'de gelişmekte olan koruma bilincinin, Cumhuriyet Dönemi öncesinden kalan mirasa daha çok duyarlık gösterdiği, Cumhuriyet Dönemi ve sonrasına ait mirasa ise hoyratça yaklaştığı bilinmektedir. Kaybedilen eserlerin çokluğu bunu kanıtlamaktadır.

Bu çalışmada modern mimarı mirasın korunamamasının altında yatan ideolojik, sosyolojik ve iktisadi nedenlere değinilmemiştir ancak böyle bir problemin bilinciyle yola çıkılarak bu konuda farkındalık oluşturmak amacıyla örnek çalışma için korunamamış ve kaybedilmiş Cumhuriyet Dönemine ait modern bir yapı seçilmiştir: Salih Bozok Villası.

Türkiye'de modernizm Batı'daki gibi organik bir şekilde kendi doğal sürecinin sonucu olarak ortaya çıkmamıştır. Yeni kurulan Cumhuriyet'in resmi ideolojisi olmuş ve bu uygulama yukarıdan aşağıya doğru uygulanmıştır. Bu uygulamanın mimarideki yansımaları da doğal olarak ilk devlet yapılarında belirmiştir. Bu çalışmada uygulaması yapılacak olan Salih Bozok Villasının mimarı Seyfi Arkan da Türkiye modern mimarlık hareketinin önemli aktörlerinden biri olmuş ve birçok modern yapıya imza atmıştır.

4.1. Seyfi Arkan ve Çalışmaları Hakkında

Seyfi Arkan Abdullah Nasih Bey ve Mevhibe Hanım'ın beş çocuğundan biridir. Tek yumurta ikizi kardeşi Bahaettin ile 1904 yılında İstanbul Üsküdar'da dünyaya gelmiştir. İlköğrenimini Kadıköy Fransız Mektebinde, ortaöğrenimini Galatasaray Lisesinde ve yükseköğrenimini 1928'de Sanayi-i Nefise Mektebinin (Bugünkü Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi) Mimarlık Şubesinde tamamlamıştır (Tekeli, 2012).

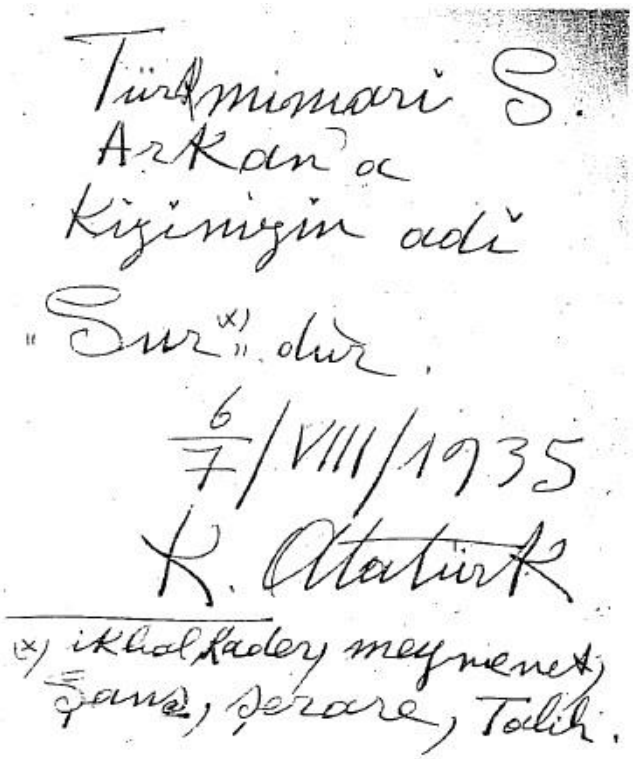
Sedad Hakkı Eldem, Burhan Arif, Şevki Balmumcu, Abidin Mortaş, Salim Akkaynak ve Zeki Sayar gibi Cumhuriyet Mimarlığının önemli isimleri Seyfi Arkan'ın dönem arkadaşları olmuş ve Arkan'la aynı yıl mezun olmuşlardır. O dönemde Sanayi-i Nefise Mektebi Mimarlık Şubesinde iki atölye bulunmaktadır: Vedat Tek atölyesi ve Giulio Mongeri atölyesi. Zeki Sayar ve Seyfi Arkan Vedat Tek atölyesinden mezun olurken Sedad Hakkı Eldem ve Şevki Balmumcu Giulio Mongeri atölyesinden mezun olmuşlardır (Sayar, 1992).

Seyfi Arkan öğrenciliği döneminde İnşaat İdare-i Fenniyesinde (müteahhitlik ve mühendislik bürosu) çalışmış ve bu durum pratik yönünün gelişmesinde etkili olmuştur. Devlet yönetiminin 1928 yılında I. Ulusal Mimarlık Akımını bırakıp modernist bir çizgiyi benimsemesi Seyfi Arkan için önemli bir noktadır. Modernist mimar Ernst

Egli'nin Türkiye'ye davet edilmesi ve Sedad Hakkı Eldem ve Burhan Arif gibi Türk mimarların Avrupa'ya eğitime gönderilmesi bu senede olmuştur. Avrupa'ya gönderilecek öğrenci seçimi için yapılan Çanakkale Şehitleri Abidesi yarışmasında Seyfi Arkan birinci seçilerek Avrupa'da eğitim almaya hak kazanmıştır ve 1929'da Avrupa'ya gönderilmiştir. Seyfi Arkan sahip olduğu Fransız kültürü altyapısına rağmen o dönemlerde bilim ve teknik yönünden tercih edilen Almanya'ya gönderilmiştir (Tekeli, 2012).

Almanya'da Berlin Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi bünyesinde, dönemin öncü modernist mimarı Hans Poelzig'in atölyesinde üç yıl çalışmıştır. Fakültenin yanısıra Poelzig'in özel bürosunda da çalışmış ve sergilerinde yer almıştır (Tekeli, 2012). Seyfi Arkan'ın modernist çizgisinin gelişiminde Hans Poelzig'in etkili olduğu düşünülmektedir (Gürel, 2005).

Arkan 1934'te Türkiye'ye dönmüş ve mecburi hizmetine Kültür Bakanlığı İnşaat Bürosuna atanarak başlamıştır. 1935 yılında Güzel Sanatlar Akademisi Mimarlık Şubesinde Ernst Egli'nin yardımcısı olarak şehircilik dersleri vermek üzere atanmıştır. Mısır Kral Hanedanı üyelerinden Prenses Neriman Hanım ile evlenmiş ve bu evlilikten 1935 yılında ismini Atatürk'ün verdiği Sur dünyaya gelmiştir (Tekeli, 2012). Şekil 4.1'de Atatürk'ün Sur ismini verdiği not gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Atatürk'ün Seyfi Arkan'ın Kızına Sur İsmini Verdiği Belge (Gürel, 2005)

Arkan 1934 yılında kısıtlı katılımlı Hariciye Köşkü Yarışmasını (Şekil 4.2) kazanmıştır. 1935 yılında Atatürk'ün kız kardeşi Makbule Atadan için Atadan Villasını (Şekil 4.3) yapmış, 1936 yılında Florya Cumhurbaşkanlığı Deniz Köşkü Yarışmasını kazanmıştır. Florya Köşkünün (Şekil 4.4) içinde bulunduğu kompleksin diğer yapılarının da planlama ve projelendirilme işleri Arkan'a verilmiştir. Arkan'ın Atatürk'ün mimarı olarak anılmaya başlaması da bu yıllara tekabül etmektedir (Tekeli, 2012).

Atatürk'ün ölümünden sonra Arkan'ın yaşamı da trajikleşmiştir. Eşi Nermin Hanım ile boşanmış ve kızları Sur annesinin yanında kalmıştır (Tekeli, 2012). Atatürk'ün ölümünden sonra devlet desteğinin azalmasıyla yapı etkinliği de azalmıştır (Gürel, 2005). Demokrat Parti döneminde devlet işleri alması 27 Mayıs 1960 ihtilali sonrası devletten iş alamamasına neden olmuştur. 1960 sonrası bürosunu ayakta tutmakta zorlanan Seyfi Arkan şeker ve kalp hastalığı neticesinde 15 Haziran 1966 yılında vefat etmiştir (Tekeli, 2012).

Seyfi Arkan aldığı klasik mimarlık eğitimine rağmen yaşamının sonuna kadar modernist çizgisini korumuştur. Türkiye'de yabancı mimarların etkin olduğu bir dönemde birçok kamu yapısı tasarlama şansı bulmuştur. Yapılarında kullandığı şema ve öğelerden hocası Hans Poelzig, Mies van der Rohe, Le Corbusier ve Wright gibi modernist mimarların çalışmalarını içselleştirdiği ve yakından takip ettiği görülmektedir. Hariciye Köşkü ve Salih Bozok Villası gibi bazı yapılarında klasik ve yerel unsurlara yer vermesi Arkan'ın modernist anlayışının uzlaşmacı olduğunu göstermektedir (Gürel, 2012).



Şekil 4.2. Hariciye Köşkü (Özkaya, 2011)



Şekil 4.3. Makbule Atadan Köşkü (Özkaya, 2011)



Şekil 4.4. Florya Deniz Köşkü (Özkaya, 2011)

4.2. Salih Bozok Villası

Atatürk ve yaveri Salih Bozok arasındaki dostluk Selanik'teki çocukluk dönemlerinde başlamış ve Atatürk hayata gözlerini yumduğu ana kadar da devam etmiştir. Bozok'un Atatürk'e olan bağlılığı oğlu Muzaffer'e yaptığı konuşmadan açıkça anlaşılmaktadır:

"Bak evladım artık koca adam oldun. Seninle açık konuşacağım. Hakikatleri bilmelisin: Atatürk çok hasta. Son günlerini yaşıyor. Onu ancak bir mucize kurtarır. Sağlığı için hep dua ediyoruz ama şayet ona bir şey olursa ben de yaşamamaya kararlıyım. Benim için ondan sonra hayat düşünülemez artık…"

Salih Bozok 10 Kasım 1938 günü Atatürk'ün vefatının hemen ardından daha önce doktorlara danışarak işaretlemiş olduğu yerden kalbine doğru bir el ateş ederek

intihar etmiş ancak ölmemiştir (Bozok ve Dündar, 2001). Hayatının neredeyse tamamını Atatürk'ün yanında geçiren biri olarak Salih Bozok'un evinin Atatürk'ün mimarı Seyfi Arkan tarafından tasarlanmış olması aralarındaki yakınlığın neticesidir. Salih Bozok 25 Nisan 1941 günü bu evde vefat etmiştir (Bozok ve Dündar, 2001).

Salih Bozok Villası Seyfi Arkan tarafından tasarlanmış ve 1936-1937 yılları arasında İstanbul Suadiye'de inşa edilmiştir. Konumu bugünkü Selim Ragıp Emeç Sokak ve Çetin Emeç Bulvarının kesişiminde bulunan 354/6 parseldir. 2012 yılında yıkılan bina ve parselin 2007 yılına ait uydu görüntüsü Şekil 4.5'te gösterilmiştir.

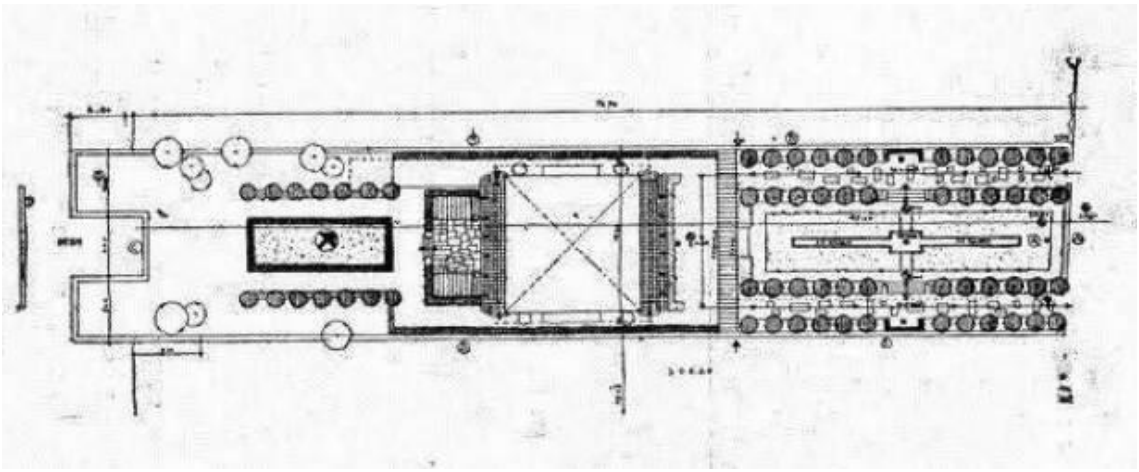


Şekil 4.5. Salih Bozok Villasının 2007 Yılına Ait Uydu Görüntüsü (Google Earth)

Salih Bozok Villasının Salih Bozok'un vefatından sonra varislerine daha sonra da Fenerbahçe Spor Kulübü eski başkanlarından Metin Aşık'a geçtiği bilinmektedir. Anıtlar Yüksek Kurulu tarafından 1977 yılında *ilk modern mimari örneklerinden* olduğu gerekçesiyle *aynen korunması gerekli sivil mimari örneklerinden* olduğuna karar verilmiştir. 1980'li yıllarda öncelikle III. grup daha sonra I/B olarak tescillenen yapı yıkılmasından önce üçlü bilirkişi heyetinin IV. grup olabileceğine yönelik verdiği rapor sonucunda sürece bağlı olarak 2012 yılında yıkılmıştır (arkitera.com-2).

Salih Bozok Villası iki katlı olup kare plana sahiptir. Şekil 4.6'da gösterilen vaziyet planına göre dar sokak cephesinden binaya girildiğinde sağ tarafta servis mekanları, sol tarafta çalışma odası ve karşısında ise kabul holü bulunmaktadır. Kabul

holünün sol tarafındaki iki basamakla yükseltilmiş bölümde şömine ve oturma elemanları, cepheye bitişik şekilde üst kata çıkan bir merdiven bulunmaktadır. Ayrıca kabul holünün üzerinde küçük bir galeri boşluğu bulunmaktadır. Kabul holünden sonra deniz cephesinde ise yemek ve oturma salonları bulunmaktadır. Üst katta yatma mekanlarının toplanmış olması, Arkan'ın insanın mahrem hayatını gizlemeye yönelik tasarım anlayışının bu yapı için de geçerli olduğunu göstermektedir (Tulum, 2012). Islak hacimler zemin kattaki servis mekanlarının üzerinde çözülmüştür. Üst katta bir holden beş adet yatak odasına ve deniz cephesindeki bir oturma bölümüne ulaşılmaktadır.



Şekil 4.6. Salih Bozok Villası Vaziyet Planı (Arkan, 1940)

Arkan'ın bu yapı öncesi ve sonrası tasarım pratiği boyunca hiç rastlanmamış simetrik yaklaşımı yapının Arkan pratiği için tekil bir örnek olarak kalmasını sağlamıştır. Vaziyet planından cephe düzenlemelerine tasarımda okunan simetri yapıya klasik ve görkemli bir ifade vermektedir (İmamoğlu, 2012). II. Dünya Savaşı nedeniyle tekrar ortaya çıkan milliyetçi duygular ve yabancı mimarlara karşı yerli mimarların başlattığı mücadeleyle doğan II. Ulusal Mimarlık Akımı klasik ve yerel arayışları beraberinde getirmiştir. Arkan'ın bu yapısı İmamoğlu'na göre çok erken bir örnek (İmamoğlu, 2012), Sayı'ya göre ise döneme Arkan tarafından getirilen bir yorum (Sayı, 2006) olarak görülmektedir. Kullanıcısının Atatürk'e yakın ve milliyetçi biri olması tasarımdaki klasik ifadenin nedeni için başka bir varsayım olmuştur (Tulum, 2012).

Yapının iki cephesinde iki kat yüksekliğinde ve üzerindeki saçakla balkonların üzerini örten kolonadlar bulunmaktadır (Şekil 4.7 ve 4.8). Bu kolonadlar Akhisar Tütüncüler Bankası ve Ankara Villaları gibi Arkan pratiğinde yeri olan ara mekân oluşturma isteğinin sonucudur (İmamoğlu, 2012). Ayrıca çift saçak kullanımı Wright'ın erken dönem villa uygulamalarıyla benzeşmektedir (Sayı, 2006).




Şekil 4.7 ve 4.8. Salih Bozok Villası Deniz ve Sokak Cephesi (Arkan, 1940)

Yapının denize açılan cephesinde bulunan betonarme kolonlar üzerinde duran betonarme pergola heykelsi bir ifade (Sayı, 2006) sağlamaktadır. Arkan ve Poelzig pratiğinde yeri olan bu arkitektonik eleman (Gürel, 2012) Tahran Büyükelçilik Binasında da kullanılmıştır.

Vaziyet planında arka cephenin açıldığı peyzaj alanı üzerine ilerleyen dönemlerde yeni bir bina inşa edildiği anlaşılmaktadır (Şekil 4.9). Ön cephenin açıldığı bahçenin ise Çetin Emeç Bulvarı yapılana kadar denize kıyısının olduğu, bulvarın yapılmasından sonra deniz ile yapı alanının arasına girdiği anlaşılmaktadır (Şekil 4.9).

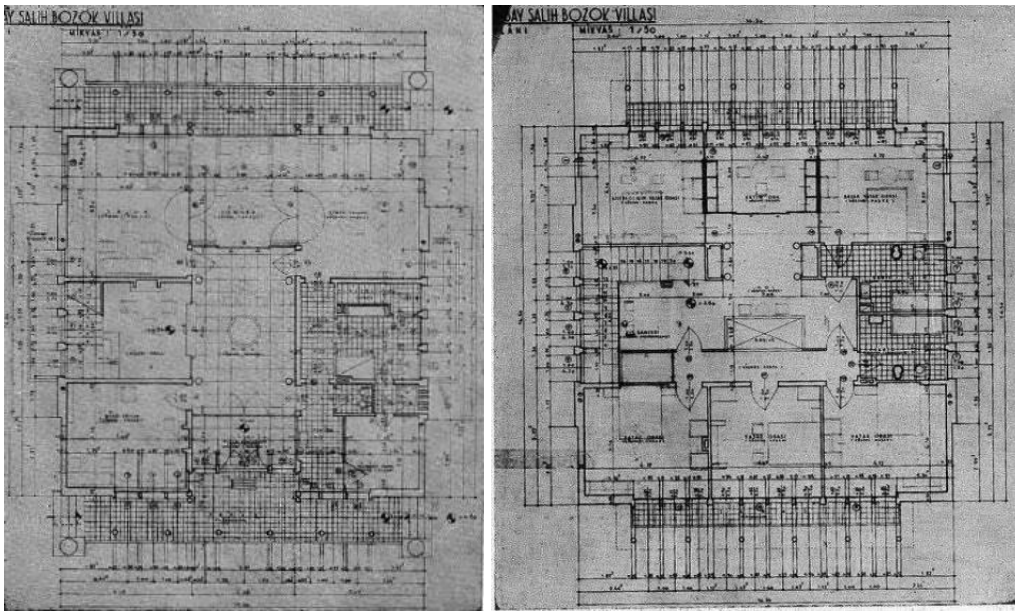


Şekil 4.9. Salih Bozok Villasının Çetin Emeç Bulvarı Yapılmadan Önce Denizden Görünümü (İstanbul 5 No'lu Koruma Kurulunun İzniyle)

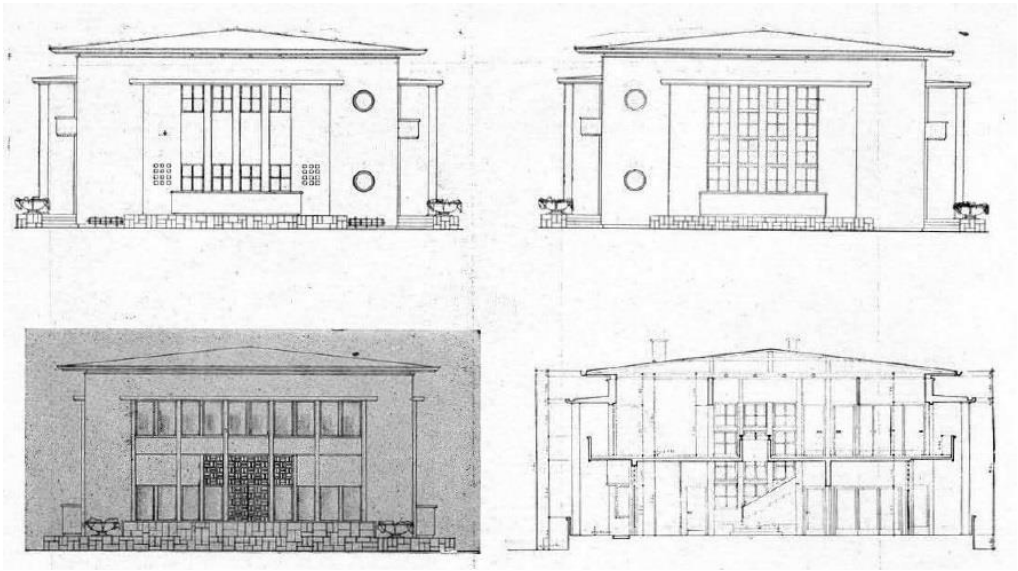
4.3. Alan Çalışması Süreci

4.3.1. Verilerin Toplanması

Salih Bozok Villası ilk olarak 1940 yılına ait Arkitekt dergisinde *Suadiye'de Bir Villa* başlığıyla tanıtılmıştır. Bu sayıda yapıya ait plan, kesit ve cephelerle birlikte yapının dışarıdan fotoğraflarına da yer verilmiştir. Dergideki tanıtımda planların başlıklarının yanlış yazıldığı görülmektedir (Zemin kat planına birinci kat planı yazılması gibi). Tanıtım yazısının Seyfi Arkan'a ait olmadığı tahmin edilmektedir. Derginin bu sayısına öncelikle Mimarlar Odası tarafından hazırlanan Arkitekt Veritabanından (dergi.mo.org.tr) ulaşılmış sonrasında eski kitapçılar araştırılarak derginin orijinaline ulaşılmıştır. Şekil 4.10 ve 4.11'de dergideki çizimler gösterilmiştir.



Şekil 4.10. Salih Bozok Villası Zemin ve Birinci Kat Planları (Arkan, 1940)



Şekil 4.11. Salih Bozok Villası Kesit ve Cephe Çizimleri (Arkan, 1940)

Seyfi Arkan ile ilgili tez, yayın ve kitaplar Salih Bozok Villası hakkında belgelerden ziyade yorumlar içermektedir. Mimarlar Odasının 2008-2010 yılları arasında gerçekleştirdiği *Seyfi Arkan Anma Programı* kapsamında üretilen ve derlenen bilgi ve belgelerden oluşan, Ali Cengizkan, A. Derin İnan ve N. Müge Cengizkan editörlüğünde kitap olarak 2012 yılında yayımlanan *Modernist Açılımda Bir Öncü Seyfi Arkan* adlı kitapta ise üretilen yorumlara ek olarak Cemal Emden'in villanın yıkılmasından önce çekmiş olduğu fotoğraflar yayımlanmıştır (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. Salih Bozok Villasının Yıkılmadan Önceki Fotoğrafları (Cengizkan ve ark., 2012)

Yapının kayıtlı olduğu Kadıköy Belediyesinde yapılan arşiv araştırmasında dosyada Y. Mimar Muzaffer Aksoy'un müellifi olduğu rölöve projesi ile bu rölöve esas alınarak çizilen Mimar Bahar Küçük'e ait tadilat projesinin dosyada yer aldığı görülmüştür. Rölöve projesi incelendiğinde yapının tadilat yapılana kadar büyük ölçüde orijinalliğini koruduğu görülmüştür. Tadilat projesinde ise iç mekanın büyük ölçüde değiştiği, çatı katının ve bodrumun kullanıma açıldığı görülmüştür.

İstanbul 5 No'lu Koruma Kurulunda yapılan arşiv araştırması sonucunda ise yine Y. Mimar Muzaffer Aksoy'a ait nispeten daha detaylı bir rölöve projesinin ve yapıya ait iç ve dış mekan fotoğraflarının dosyada bulunduğu görülmüştür. Fotoğrafların çoğunluğu dış mekan fotoğrafları olup iç mekan fotoğraflarının bilgi vermesi bakımından yetersiz olduğu görülmüştür. Şekil 4.13'te iç mekandaki merdiven ve Şekil 4.14'te kabul holünün tavanına sonradan eklenmiş olan aydınlatma boşluklarının bulunduğu tavan gösterilmiştir.



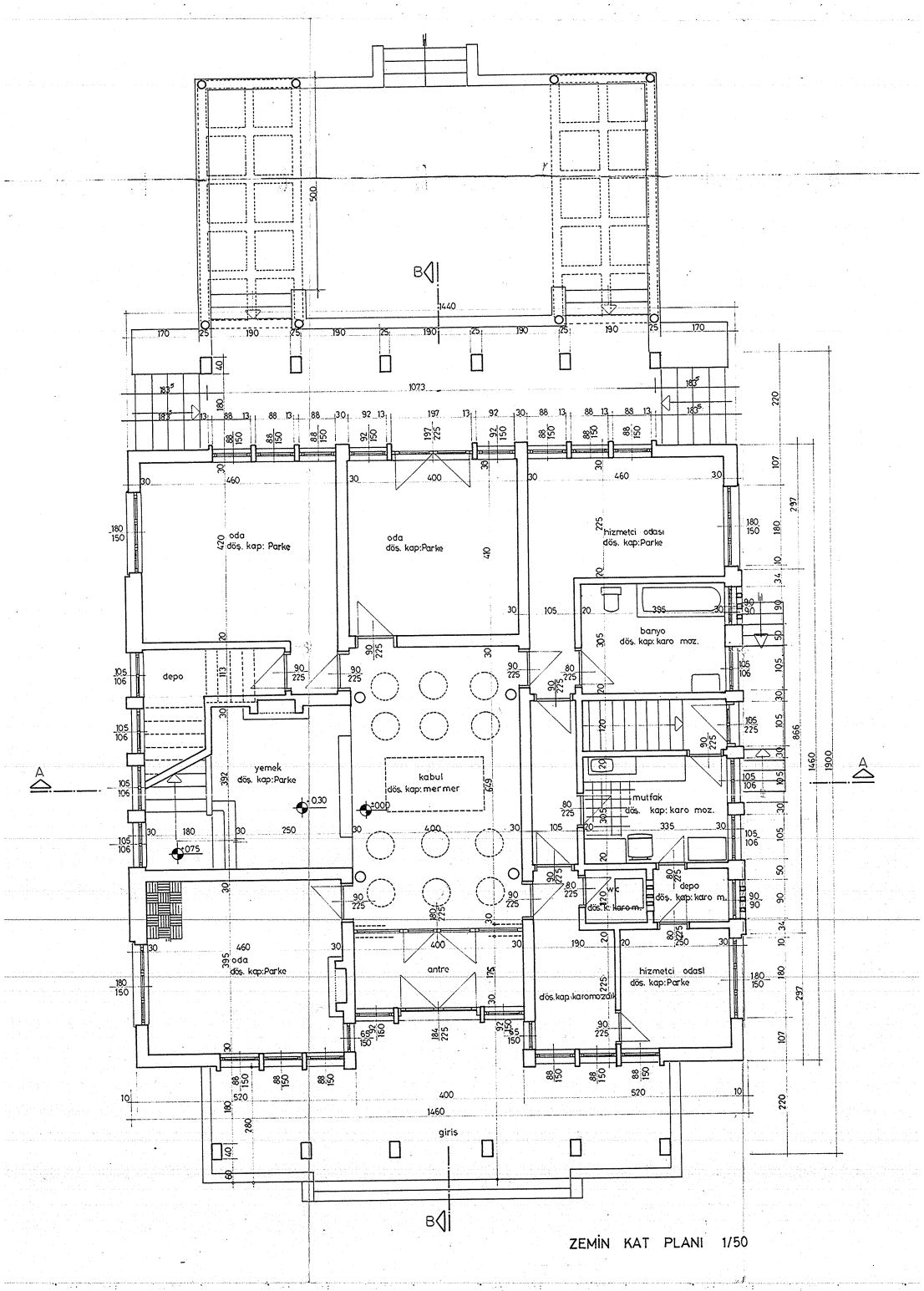
Şekil 4.13. Merdiven Detayını Gösteren 1986 Tarihli Fotoğraf (İstanbul 5 No'lu Koruma Kurulu İzniyle)



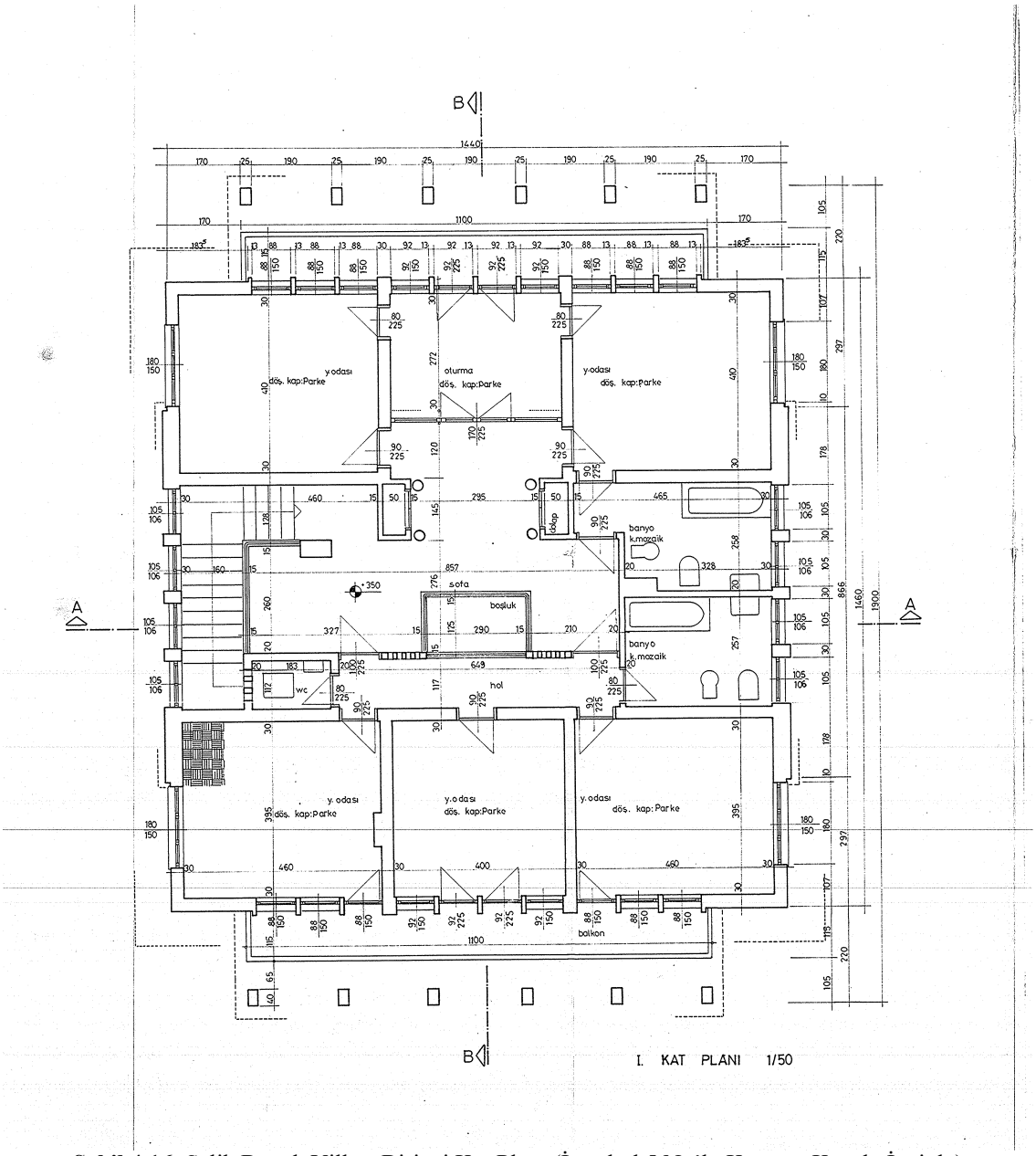
Şekil 4.14. Kabul Holündeki Tavan Detayını Gösteren Fotoğraf (İstanbul 5 No'lu Koruma Kurulu İzniyle)

4.3.2. Verilerin Sayısal Ortama Aktarılması

Salih Bozok Villasının sayısal ortama aktarılmasında, çizimlerde binanın orijinalliğini büyük öçlüde koruduğu görülmüş ve bu nedenle ağırlıklı olarak Y. Mimar Muzaffer Aksoy'un rölöve çizimleri (Şekil 4.15 ve 4.16) esas alınmıştır. Peyzaj çizimleri için ise Arkitekt dergisindeki vaziyet planı esas alınmıştır.

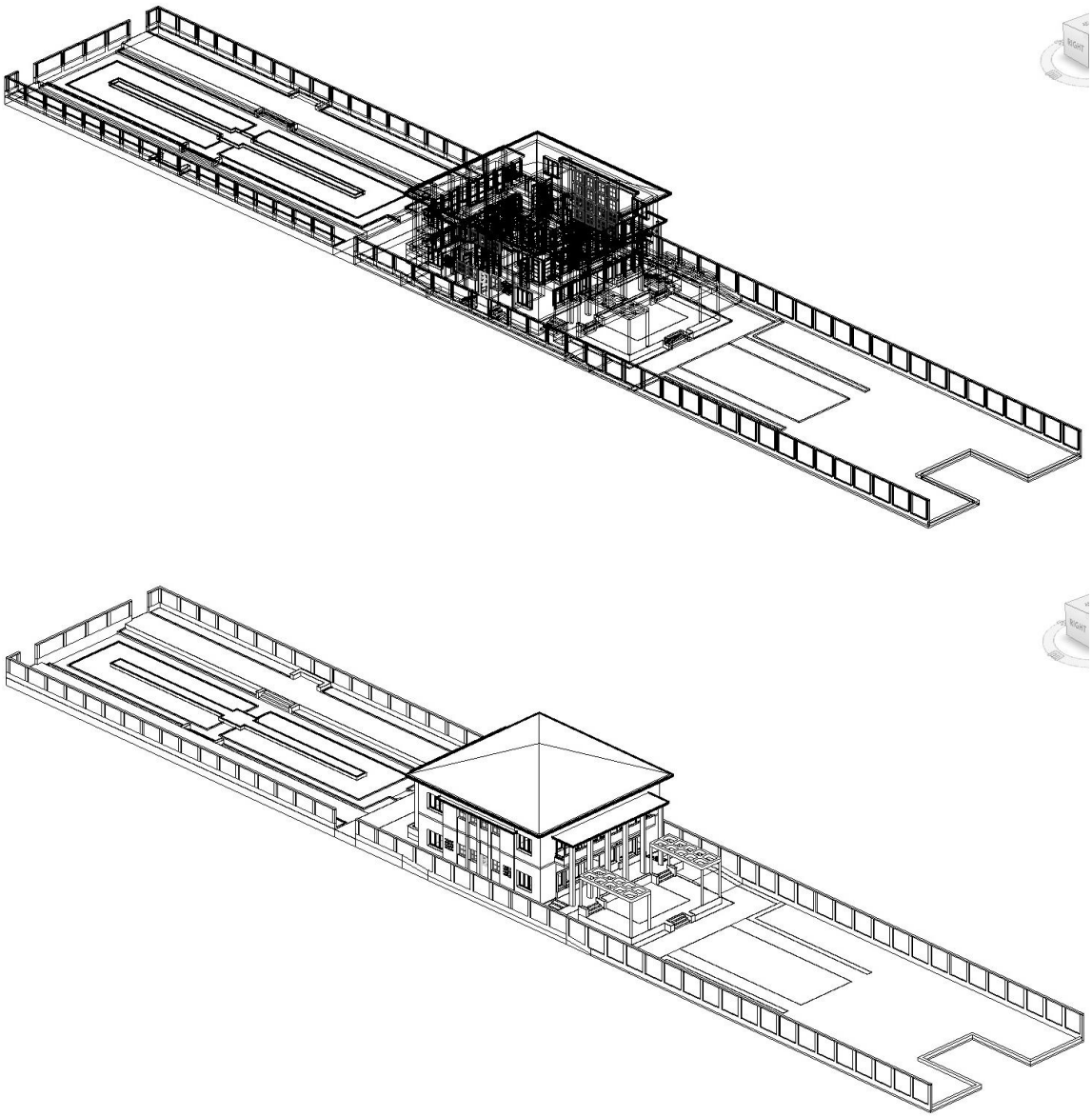


Şekil 4.15. Salih Bozok Villası Zemin Kat Planı (İstanbul 5 No'lu Koruma Kurulu İzniyle)



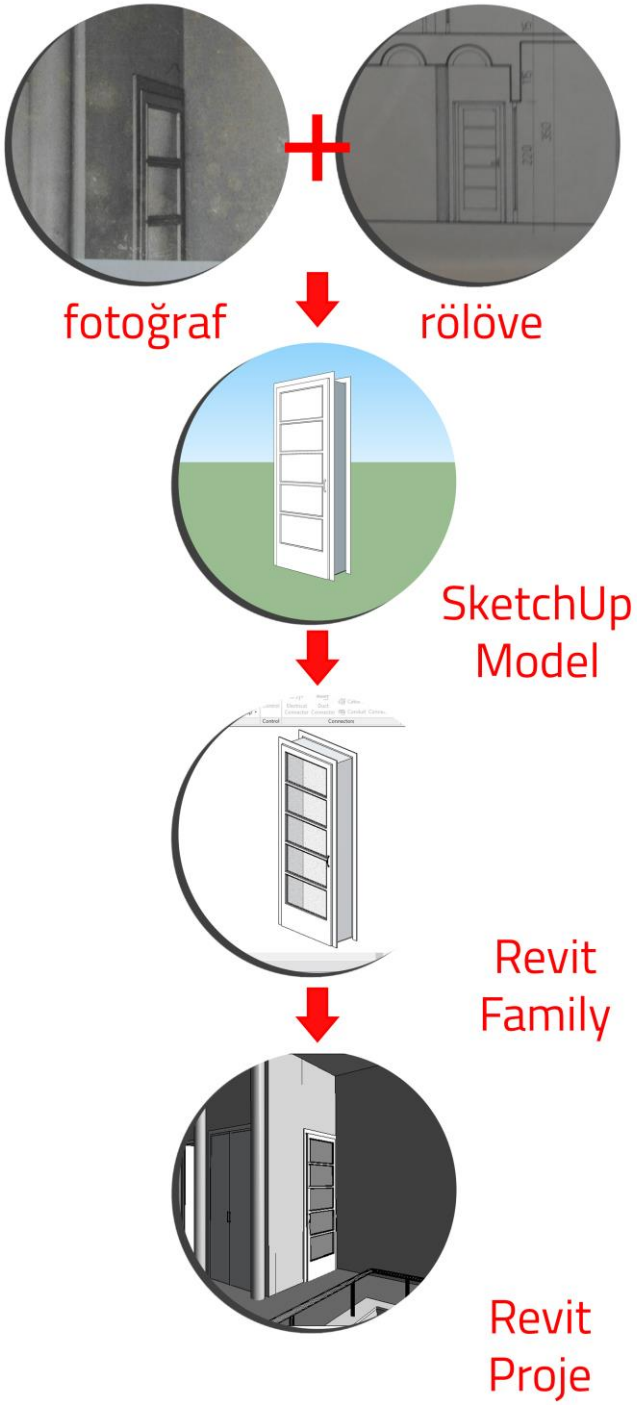
Şekil 4.16. Salih Bozok Villası Birinci Kat Planı (İstanbul 5 No'lu Koruma Kurulu İzniyle)

Rölöve çizimlerinin ve ölçülerin okunaklı olması uygulama sürecinde sayısal ortamda iki boyutlu çizimlerin (2d) yapılması işlemine gerek bırakmamıştır. Bu nedenle ilk işlem olarak BIM (Yapı Bilgi Sistemi) tabanlı üç boyutlu modelleme yazılımı Autodesk Revit ile yapının detaysız katı modeli yapılmıştır. Şekil 4.17'de yapılan üç boyutlu modelin tel çerçeve (wireframe) ve katı (solid) hali gösterilmiştir.



Şekil 4.17. 3 Boyutlu Modelin Tel Çerçeve (Wireframe) ve Katı (Solid) Görünümü

Villanın duvar ve döşeme gibi ana elemanları modellendikten sonra kapı, pencere, korkuluk vb. gibi elemanları modellenmiştir. Revit yazılımında bu gibi elemanlar projenin dışında tekil olarak üretilirler (family) veya standart BIM ürünleri kullanılır. Rekonstrüksiyon çalışmasında aslına uygun üretim gerektiğinden bütün objeler rölöve çizimleri ve fotoğraflar esas alınarak ve tekil olarak modellenmiştir. Bu işlemde öncelikle kapı ve pencereler SketchUp yazılımında modellenmiş daha sonra Revit'te açılan family dosyasının içine aktarılmıştır. Burada katmanları düzenlendikten sonra kaydedilip projedeki yerine yerleştirilmiştir. Bu işlemin akış şeması Şekil 4.18'de gösterilmiştir.



Şekil 4.18. Kapı Modeli Üretiminde İzlenen İş Akışı

Peyzaj elemanları için ArchVision kütüphanesindeki hazır elemanlar kullanılmıştır (Şekil 4.19). Gerçekçi deneyimi arttırmak için deniz ve kıyıdan görünen Kınalıada temsili olarak modellenmiştir. Mekanların tefrişi hakkında sağlıklı herhangi bir bilgi ve belgeye ulaşılamamıştır. Seyfi Arkan'ın Salih Bozok Villasını Florya Deniz Köşkü veya Üçler Apartmanı gibi *Gesamtkunstwerk* (bütünlüklü sanat eseri) anlayışıyla tasarlamadığı bilinmektedir (Tulum, 2012). Bu nedenle tefriş elemanları için dönemi

yansıtacağı düşünülen hazır ürünler kullanılmıştır (Şekil 4.20). Kapı, pencere, tefriş elemanları ve diğer objelerin modelleri tamamlanıp projeye aktarıldıktan sonra doku ve malzeme atamaları eldeki fotoğraflar esas alınarak yapılmıştır. Malzeme ve dokularda Revit materyalleri doğrudan ya da düzenlenerek kullanılmıştır.



Şekil 4.19. Salih Bozok Villasının Deniz Cephesinden Görünümü ve Hazır Peyzaj Elemanları



Şekil 4.20. Zemin Katta Deniz Cephesine Bakan Oturma Odasının Tefriş Edilmiş Hali

4.3.3. Sanal Gerçeklik Ortamının Oluşturulması

Sanal gerçeklik ortamı hazırlamak için bu tezin yapıldığı dönem itibariyle birkaç yazılım öne çıkmaktadır; Unreal Engine, Unity ve Autodesk Stingray. Bu yazılımların ortak bazı özellikleri bulunmaktadır. Eşzamanlı render, fiziksel çarpışma, yerçekimine bağlılık ve programlama yoluyla etkileşim önemli ortak özelliklerindendir. Bu yazılımlardan Unreal Engine ve Unity bu çalışmada kullanılacak olan sanal gerçeklik gözlüğü Oculus'un son sürümü Rift'i desteklemektedirler. Bu yazılımlar gerçekçi bir deneyimin yanında yapay hareketli karakterlere, açılan kapı ve pencereler gibi hareketli ögelere ve kullanıcının deneyim esnasında sanal ortama müdahale edip onu değiştirmesine imkan sağlamaktadırlar.

Bu çalışmada adı geçen yazılımlar ve daha fazlası araştırılmış ancak programlama yoluyla etkileşim sağlamanın gerektirdiği eğitim ve maliyet göz önünde bulundurulduğunda çalışmanın kapsamını aşacağı görülmüştür. Bu nedenle çalışmada öncelikli olarak sanal gerçeklik gözlüğü Oculus Rift (Şekil 4.21) ile gerçekçi bir deneyim sağlamak amaçlanmıştır.



Şekil 4.21. Oculus Rift ve Kullanımı (oculus.com-2)

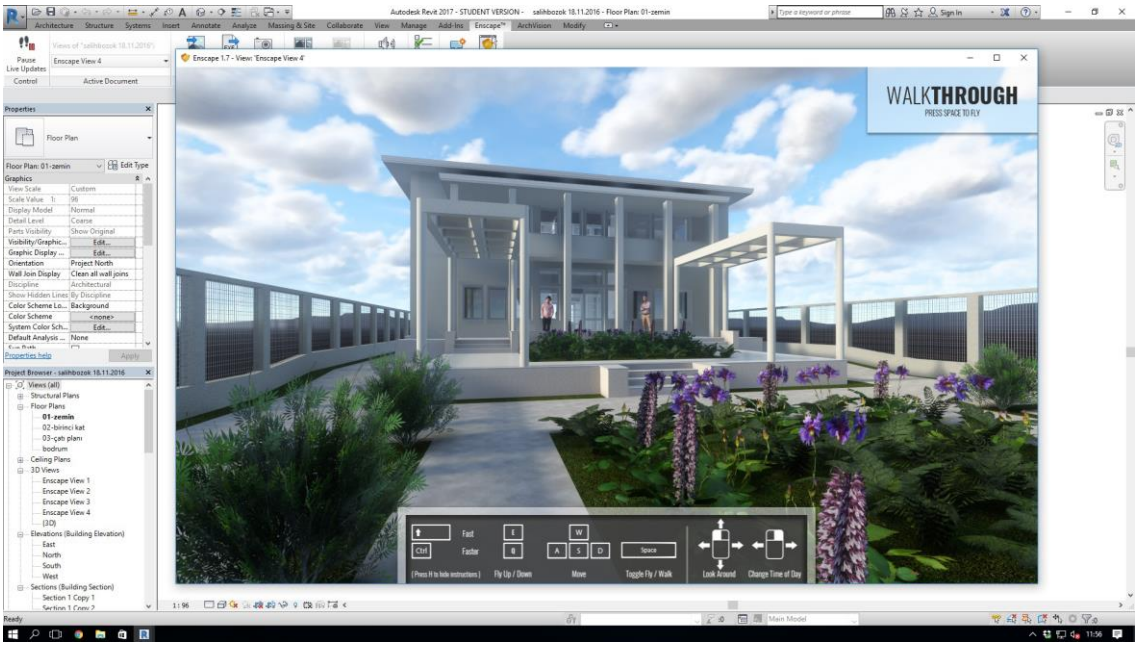
Oculus 2012 yılında Kickstarter adlı platformda tanıtılmış ve kampanya sonunda yaklaşık 2,5 milyon dolarlık destek almıştır. Geliştiriciler için ilk sürüm 2013 yılında dağıtılmıştır. 2014 yılında Facebook şirketi yaklaşık 2,5 milyar dolarlık ödeme ile Oculus şirketini satın almıştır. 2016 yılının ilk çeyreğinde ilk defa son kullanıcı için satışlar Oculus Rift CV1 sürümü ile başlamıştır. Bu sürümden önce geliştirici sürümleri olan DK1 ve DK2 sürümleri sınırlı sayıda geliştiriciye satılmıştır.

Oculus Rift CV1 1080x1200 piksel çözünürlüğünde iki tane OLED (Organic Light Emitting Diode) ekran, kafa hareketlerini tüm yönlerde algılayan sensörler ve 3D ses çıkışı sağlayan kulaklıktan oluşmaktadır.

Oculus Rift ile gerçekçi bir sanal gerçeklik deneyimi sağlayabilmek için programlama bilgisi gerektirmeyen yazılımlar incelendiğinde Autodesk Revit ile Enscape yazılımlarının bu çalışma için yeterli olacağı kanaatine varılmıştır.

Enscape yazılımı Revit'te oluşturulan modelin eşzamanlı (realtime) render edilerek sunulmasını sağlamaktadır. Bu özellikle model oluşturulduktan sonra ayrıca render etmek için zaman harcanmamaktadır. Revit ile eşzamanlı olarak modelde yapılan değişiklikler görselleştirilerek sunulur. Unreal Engine ve Unity gibi yazılımlar eşzamanlı render özelliğine sahip olmadıkları için model hazırlandıktan sonra render edilerek sunuma hazır hale gelmektedir. Bu durum herhangi bir değişiklikte tüm

modelin yeniden render edilmesini gerektirmektedir. Enscape ile modelde yapılan değişiklik anında sunuma aktarılır. Encape Revit'te oluşturulan materyal ve dokuları bütün özellikleriyle tanımaktadır. Materyal ve doku üzerinde yapılan değişiklik ve düzenlemeler eşzamanlı olarak sunumda görülebilmektedir. Şekil 4.22'de Enscape sunum penceresi gösterilmektedir.



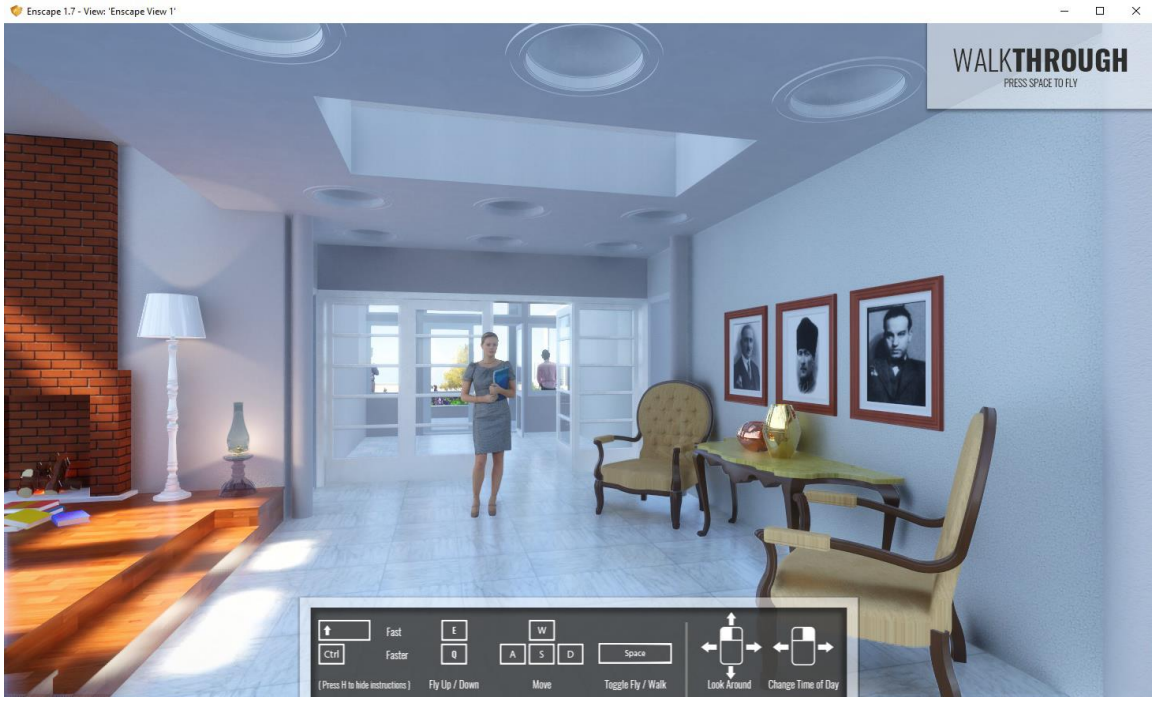
Şekil 4.22. Enscape Sunum Penceresi

Enscape yazılımında bulunan gerçekçi gökyüzü seçenekleri ve güneş ışığı, isteğe bağlı yerçekimi ve fiziksel çarpışma modları ile kullanıcı model içerisinde gerçekçi bir gezinim yapabilmektedir. Enscape içerisinde saat ayarı ile güneş açısı değiştirilebilmekte ayrıca yerleştirilen ses kaynaklarıyla .wav uzantılı ses dosyaları gezinim süresince fiziksel kurallara uygun biçimde oynatılabilmektedir. Bu uygulamada deniz modeline dalga seslerini içeren bir ses kaynağı da yerleştirilmiştir.

Enscape sunum ekranında masaüstü deneyimiyle klavye ve mouse yardımıyla gezinim sağlanabilmektedir. Walkthrough modu kullanıcının duvar, döşeme vb. katı cisimlerin içinden geçmesine izin vermezken Flymode modu bunlara izin vermektedir. Ayrıca Enscape ayarlarından kullanıcının boy yüksekliği de ayarlanabilmektedir. Şekil 4.23, 4.24, 4.25 ve 4.26'da iç mekan 4.27 ve 4.28'de dış mekan deneyiminden görüntüler verilmiştir.



Şekil 4.23. Zemin Kattaki Yemek Odasından Görüntü



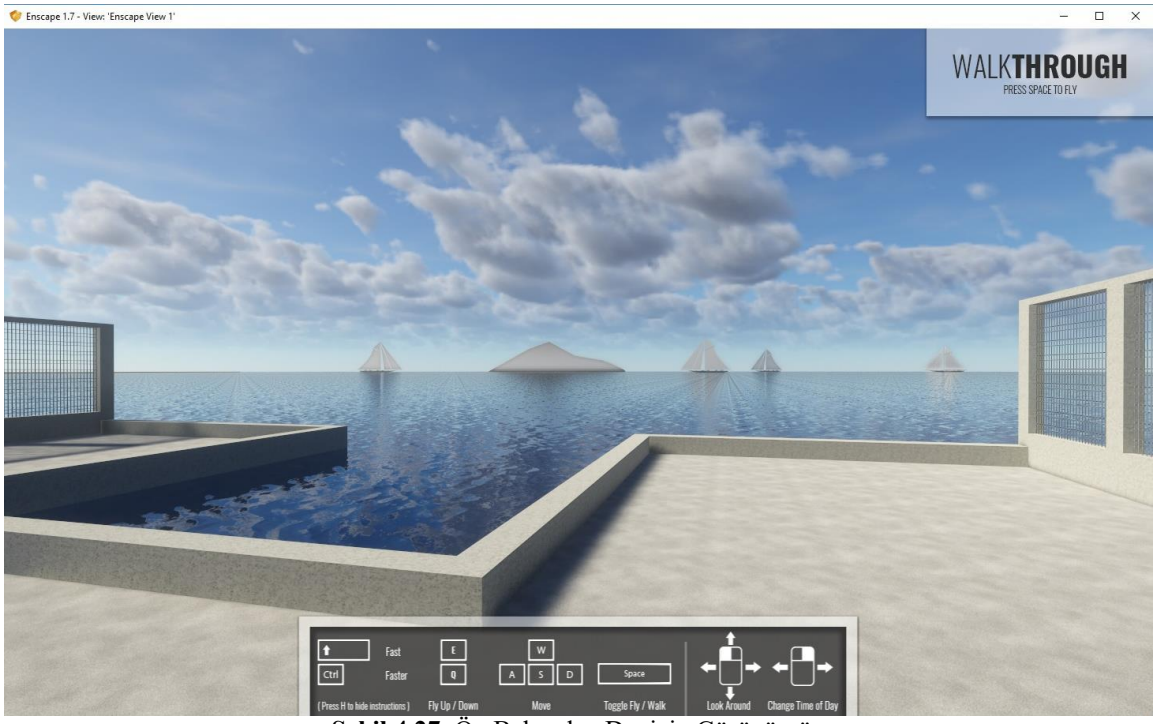
Şekil 4.24. Zemin Kattaki Kabul Holünden Görüntü



Şekil 4.25. Zemin Kattaki Oturma Odasından Görüntü



Şekil 4.26. Birinci Kattaki Yemek Odasından Görüntü



Şekil 4.27. Ön Bahçeden Denizin Görünümü



Şekil 4.28. Arka Bahçeden Yapının Görünümü

Enscape yazılımı Oculus Rift CV1 ile uyumlu çalışabilmektedir. Kullanıcı saran/dalınan (immersion) bir deneyimle kendini sanal ortama ait hissetmektedir. Kendi bakış açısı ile yönlenmeyi sağlarken Xbox One joystick ile hareketi sağlamaktadır. Enscape'in Walkthrough ve Flymode modları Rift kullanımı için de geçerlidir. Şekil 4.29'da uygulamayı Oculus Rift ile deneyimleyen kullanıcı gösterilmiştir.



Şekil 4.29. Oculus Rift ile Kullanıcı Deneyimi

4.4. Alan Çalışmasının Değerlendirilmesi

Türkiye'de koruma bilincinin geçmişe nazaran arttığını söylemek mümkün olsa da bu bilincin her dönemin mimari mirasına aynı hassasiyetle yaklaşmadığı bir gerçektir. Koruma denilince akla ilk olarak Osmanlı, Selçuklu ve Antik Dönem eserleri gelmekte, Cumhuriyet Dönemi'ne ait modern mirasın korunmasının gerekliliği ise uzun ve sonu gelmeyen tartışmaların konusu olmaktadır. Kaybedilen ve kaybedilmesi muhtemel onlarca modern yapı gelecek nesillerin mimari belleğinde kopukluklar meydana getirecektir. Bu problemden yola çıkılarak örnek çalışma için Cumhuriyet Dönemine ait ve kaybedilmiş modern bir yapı olan Salih Bozok Villası seçilmiştir.

Bu çalışma ile modern mirasın korunamamasına dikkat çekmek ve kaybedilen önemli bir yapının yeniden canlandırılması amaçlanmıştır. Üç boyutlu gezinim ile yapı, iki boyutlu çizimler ve fotoğraflara nazaran daha kolay ve kalıcı biçimde deneyimlenebilecektir. Kullanıcıların yapıyı iç ve dış mekandan üç boyutlu ortamda deneyimlemeleri Arkan'ın tasarım pratiğinin anlaşılmasını ve Arkan'dan öğrenmeyi sağlayacaktır.

Bu çalışmanın en önemli noktası, son yıllarda teknoloji firmalarının büyük yatırımlar yaparak piyasaya sürdüğü sanal gerçeklik gözlüklerinden birinin üç boyutlu

deneyime dahil edilmesidir. Sanal gerçeklik literatüründe *immersion* olarak bilinen sarma ya da dalma etkisinin gerçekleştirilmesiyle kullanıcının fizik dünyadan kopup kendisini sanal dünyanın bir parçası olarak içinde hissetmesi sağlanmıştır. İçinde olma hissi ve kullanıcının kendi bakış açısını oluşturması mimari mekanın daha iyi anlaşılmasını sağlamıştır.

5. SONUÇLAR

Kültürel mirasın korunması ilkesi ve korunamaması probleminden yola çıkılarak hazırlanan bu tez çalışmasında güncel teknolojilerden sanal gerçeklik ve kültürel miras alanında kullanımı detaylı olarak incelenmiş ve örnek bir çalışma yapılmıştır.

Çalışmanın ilk bölümünde tezin amacı, kapsamı, yöntemi ve literatür araştırması ile ilgili bilgi verilmiştir. İkinci bölümde sanal gerçeklik ele alınmış, kavramsal olarak ortaya çıkışı, tarihsel gelişimi, oluşturma yöntemleri incelenmiştir. Üçüncü bölümde sanal gerçekliğin kullanım alanlarına değinilmiş, kültürel mirası konu edinen sanal gerçeklik çalışmaları incelenmiş, tasnif edilmiş ve değerlendirilmiştir. Dördüncü bölümde ise örnek bir sanal gerçeklik çalışması yapılmıştır.

Üçüncü bölümde detaylı olarak anlatıldığı üzere sanal gerçekliğin, son yıllarda popülerliğinin artmasına karşın aslında uzun yıllardır, 1940'lardan günümüze aktif olarak tıp, eğitim, eğlence, üretim, savunma ve başka birçok alanda yoğun olarak kullanıldığı görülmüştür. Bu alanlarda yapılan uygulamalar incelendiğinde sanal gerçekliğin, oluşturması zor veya imkansız olan koşulları oluşturmada, kalıcı ve interaktif eğitimde etkili ve faydalı olduğu görülmüştür.

Teknolojinin gelişmesi sanal gerçeklik sistemlerinde kullanılan donanım ve yazılımların da gelişmesini sağlamaktadır. Kullanılan donanımların boyutları küçülmekte, yazılımların kapasitesi ve sunum gerçekçiliği ise artmaktadır. Erken dönemlerinde yüksek maliyetli olması ve uzmanlar tarafından geliştirilme aşamasında olması sanal gerçekliğin uzun yıllar boyunca büyük kurumların tekelinde kalmasına neden olmuştur. Son kullanıcıya yönelik düşük fiyatlı donanım ve yazılım ürünlerinin piyasaya sürülmesi ile sanal gerçeklik bu kurumların tekelinden çıkmış ve yaygınlaşmıştır.

Sanal gerçeklik ve kültürel miras arakesitindeki çalışmalar, sanal gerçekliğin bu konuda farklı seviyelerde ve farklı yöntemlerle kullanıldığını göstermiştir. Bu inceleme sonucunda içerik ve alt amaçlarına göre bir tasnif yapmak mümkün olmuştur:

1-Sanal rekonstrüksiyon amaçlı uygulamalar,

2-Yerinde (in situ) deneyimleme ve rehberlik sağlama amaçlı uygulamalar,

3-Bilimsel analiz amaçlı uygulamalar,

4-Sanal restorasyon amaçlı uygulamalar,

5-Sanal müzeler,

6-Eğitici oyunlar (serious games).

Bu sınıflandırma içerisindeki çalışmalardan sanal restorasyon amaçlı uygulamalar ile bilimsel analiz amaçlı uygulamalar konunun uzmanı kişiler için yeni yöntemler ortaya koymaktadır. Diğer çalışmaların ise uzman olmayan bireylerin kullanımına yönelik ve kültürel miras hakkında bilinçlendirme, farkındalık oluşturma ve eğitim amaçlı oldukları görülmüştür.

Sanal gerçeklik ürünlerinin ağırlıklı hedef kitlesi genç bireylerdir. Kültürel miras konusunda farkındalığın ve bilinçlendirmenin erken yaşlarda başlatılması ise önemli ve su götürmez bir gerekliliktir. Kültürel mirası direkt veya alt metinlerle dolaylı yoldan konu edinen sanal gerçeklik tabanlı video oyunlarının geliştirilmesi bu konuda bilinçli bireylerin yetişmesini sağlayacaktır.

Somut kültür mirasının korunmasında veya korunamamasında şüphesiz bütün bir toplumun payı vardır ancak sürece dahil olan konunun uzmanı kişilerin toplumun genelinden daha önemli rol oynadıkları bilinmektedir. Resmi kurum aktörleri olan bilirkişiler, kurul üyeleri, belediye ve bakanlık çalışanlarının, özel sektörde uygulamaya yönelik çalışan mimar, şehir plancısı ve iç mimarların meslek hayatları boyunca kültürel mirasın lehine hassasiyet göstermeleri gerekmektedir. Bu hassasiyetin geliştirilmesi için eğitim aşamasında sanal gerçeklik uygulamalarının kullanımı bu bireylerin bilinçlendirilmesinde önemli rol oynayacaktır. Örneğin mimarlık bölümlerinde mimarlık tarihi, rölöve ve restorasyon derslerinin sanal gerçeklik içeren uygulamalarla verilmesi kavramayı ve aidiyet hissini arttıracaktır.

Türkiye'de koruma konusundaki lisansüstü eğitimlerde sanal gerçekliğin daha fazla ele alınması, gelenekselleşmiş belgeleme odaklı çalışma alışkanlığını değiştirecektir. Tarihi yapıların belgelenmesi su götürmez bir gerekliliktir ancak zaten uzmanı olmayanların anlaması çok güç olan bu belgelerin tozlu raflara kaldırılması halkın koruma konusunda bilinçlenmesine katkı sağlamamaktadır. Sanal gerçeklik ortamında kültür mirasının sunulması geniş kitlelere ulaşmasını sağlarken anlaşılmasını da sağlayacaktır. Geçmiş mimarlık pratiklerini derinlemesine araştırma ise (akustik ve ergonomik araştırmalar gibi) unutulmuş yöntemlerin tekrar yorumlanabilmesine olanak sağlayacaktır.

Sanal müzelerin geniş kitlelere ulaşabildiği ve müzelerde yapılan interaktif uygulamaların da kalıcı bilinçlenme sağladığı görülmüştür. Türkiye'de bulunan birçok müzede çocuklar ve yetişkinler için interaktif uygulamalar yapıldığında daha kalıcı ve sağlıklı bir kültürel miras bilincinin gelişecektir. Türkiye ayrıca birçok medeniyete ev sahipliği yapmıştır. Bu medeniyetlerden kalan mirasın sanal müzelerde sergilenmesi

araştırmacılara ve bu konuda meraklı olanlara kolaylık sağlayacak, mirasın büyük kitlelere ulaşmasını gerçekleştirecektir.

Türkiye'de son dönemlerde yapılan restorasyon hataları sanal restorasyon gibi yeni yöntemlerin gerekliliğini kanıtlamıştır. Bu yöntemler kullanıldığında uygulama sonucu ortaya çıkacak restorasyon önceden görülebilecek ve kötü sürprizlerin önü alınmış olacaktır.

Türkiye'deki birçok arkeolojik sit alanı her yıl yurtiçi ve yurtdışından birçok misafir ağırlamaktadır. Bu ziyaretçiler ziyaretleri boyunca öbekler halinde, doğruluğu kanıtlanmamış ve bilimsellikten çoğu zaman uzaklaşan bilgiler sunan bir rehberin peşinden gitmektedirler. Arkeolojik sitler için arttırılmış gerçeklik tabanlı (AR) akıllı cep telefonlarıyla kullanılabilen uygulamalar geliştirilmesi ziyaretçilerin daha doğru ve kalıcı bilgiler edinmesini sağlarken büyük topluluklar halinde dolaşma zorunluluğunu da kaldıracaktır. Bu yöntem aynı zamanda somut olmayan kültürel mirasın aktarımı için de bir fırsattır.

Bruno Zevi 1948 yılında kaleme almış olduğu Mimarlığı Görebilmek (Zevi, 2015) adlı eserinde mekanın gösteriminde sinemanın keşfiyle yeni bir dönem açılabileceğinin önemine değinmiştir:

"Sinemanın keşfi, arkitektonik mekanların gösterimi açısından müthiş bir erime sahipti: Elinize kamerayı alıp bir binanın içinde dolaşır, sonra da çektiğiniz filmi oynatırsanız, bütün dolaştığınız yerleri yeniden yaşamakla kalmaz, dolaşırken edindiğiniz mekânsal deneyimin büyük bir bölümünü de yeniden yaşarsınız. Artık sinema öğrenim alanına giriyor; mimarlık tarihi kitaplardan değil de, filmlerden öğretildiğinde, "mekan" eğitimi büyük ölçüde kolaylaşmış olacak."

Zevi (2015) kitabın ileriki bölümünde ise mekanı deneyimlemede sinematografik gösterimin yetersizliği ve öznenin rolü üzerinde durur:

"…insanın koltuğunda oturması ve ekrana bakması başka bir şey, ama yaşaması ve eylemesiyse başka bir şeydir… Mekanı fiziksel açıdan deneyimlerken hissettiğimiz şu serbestlik bilinci, şu irade, şu tümüyle katılmış olmak duygusu sinematografik gösterimde bile yoktur."

Zevi'nin (2015) bu çıkarımları yaptığı dönemde sanal gerçeklik çalışmaları henüz doğma aşamasındadır. Sanal gerçekliğin günümüzde ulaşmış olduğu nokta, mekanı deneyimleyen öznenin mekana tamamen katılmış olma duygusuyla, kendi hür iradesi ve hareketleriyle mekanı kavramasını sağlayacak düzeydedir.

Dördüncü bölümde, Zevi'nin (2015) belirttiği şekilde deneyimleyenin aktarılan mekanı kendi iradesi, hareketleri ve katılmış olma hissiyle mekanı kavramasına yönelik bir çalışma yapılmıştır. Sanal gerçeklik çalışması için Cumhuriyet Dönemi mirasına ve korunmasına dikkat çekmek amacıyla 2012 yılında yıkılan Seyfi Arkan eseri Salih Bozok Villası seçilmiştir. Bu çalışmayla kaybedilen miras yeniden canlandırılmış, mimarı ve eserleri de tekrar hatırlanmıştır. Yapılan çalışmayla kullanıcılar sanal gerçeklik gözlüğü Oculus Rift ile yapıyı deneyimleyebilmektedir. Bu deneyimin tamamen öznel olması deneyimleyenin mekanı fiziksel olarak yaşamasına benzer şekilde hissetmesini böylece mekanı bütüncül ve kalıcı olarak kavramasını sağlamaktadır. Sonuç olarak sanal gerçeklik deneyiminin iki boyutlu çizim ve fotoğraflardan, üç boyutlu animasyonlardan daha kalıcı bir etki bıraktığı, yapının ve mekanların daha berrak kavranmasını sağladığı görülmüştür.

Bu çalışmanın yüksek lisans çalışması olması örnek çalışma kısmında şüphesiz bazı kısıtlamalar da doğurmuştur. Örnek çalışma içerisinde yalnızca görsel ve kısmi olarak işitsel etkileşim sağlanabilmiştir. Deneyimleyen kendi kafa hareketlerinin farkına vararak ve ses kaynaklarından gelen sesleri duyarak modelle etkileşim sağlamaktadır. Somut olmayan kültür mirasının aktarımı, hareketli yapay karakterler ve kullanıcının model üzerinde bazı değişiklikler yapabilme imkanı gibi özellikler ileri düzey programlama bilgisi gerektirmekte ve yüksek lisans seviyesindeki bir çalışmanın kapsamını aşmaktadır. Daha kapsamlı ve uzun soluklu çalışmalarda bu özelliklerin göz ardı edilmemesinin verimliliği arttıracağı düşünülmektedir.

Sanal gerçeklik uygulamalarından gerçeğin yerini tutmasını beklemek yerinde bir tutum değildir. Bu çalışmalar ne yazık ki bir şekilde kaybedilen mirasın yeniden canlandırılması ve daha fazla kaybın yaşanmaması için bilinç düzeyinin arttırılması amaçlanarak yapılmaktadır. Sanal gerçeklik ortamında canlandırma imkanının varlığı mirasa sahip çıkmamaya yol açmamalıdır.

KAYNAKLAR

amazon.com, http://www.amazon.com/3Dconnexion-3DX-700028-SpaceNavigator-3D-Mouse/dp/B000LB7G00: [07.02.2015].

Arkan, S., 1940, Suadiye'de Bir Villa, *Arkitekt Dergisi*, 113-114.

arkitera.com-2, http://www.arkitera.com/haber/9403/seyfi-arkanin-salih-bozok-villasi-yikildi: [06.03.2015].

arkitera.com, http://v3.arkitera.com/g57-sanal-mimarlik-ve-hiperyuzeyler.html?year=&aID=562: [13.12.2014].

Ayanoğlu, M., 2006, Mimarlık Eğitiminde Üç Boyutlu Bilgisayar Oyunlarının Kullanımı, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi*, İstanbul.

Aygün, H. M., 2011, Kültürel Mirası Korumada Katılımcılık.

Baudrillard, J. ve Adanır, O., 1998, Simülakrlar ve simülasyon, Dokuz Eylül Yayınları, p.

Baumann, J., 2010, Military applications of virtual reality, *Human Interface Technology Laboratory. www. hitl. washington. edu/scivw/EVE/II. G. Military. html*.

Bayraktar, E. ve Kaleli, F., 2007, SANAL GERÇEKLİK VE UYGULAMA ALANLARI.

Bierbaum, A. ve Just, C., 1998, Software tools for virtual reality application development, *Course Notes for SIGGRAPH*, 98.

Bozok, S. ve Dündar, C., 2001, Yaveri Atatürk'ü anlatıyor, Doğan Kitapçılık, p.

Burdea, G. C. ve Coiffet, P., 2003, Virtual reality technology, John Wiley & Sons, p.

Carrozzino, M. ve Bergamasco, M., 2010, Beyond virtual museums: Experiencing immersive virtual reality in real museums, *Journal of Cultural Heritage*, 11 (4), 452-458.

Cengizkan, A., Cengizkan, N. M. ve İnan, A. D., 2012, In: Modernist Açılımda Bir Öncü : Seyfi Arkan, Eds: Cengizkan, A., Cengizkan, N. M. ve İnan, A. D., p.

Charter, V., 1964, International charter for the conservation and restoration of monuments and sites, *Second international congress of architects and technicians of historic monuments*.

christiedigital.com, http://www.christiedigital.com/img/Customer%20Stories/Antycip%20implements%20Yview%20at%20Teesside%20University%20with%20Christie%20Mirages/gallery/Teesside-University-Education-Training-CAVE-Projection-Image5.jpg: [08.01.2015].

Cruz-Neira, C., Sandin, D. J., DeFanti, T. A., Kenyon, R. V. ve Hart, J. C., 1992, The CAVE: audio visual experience automatic virtual environment, *Communications of the ACM*, 35 (6), 64-73.

cs.anu.edu.au, http://cs.anu.edu.au/escience/lecture/cg/Display/Image/AndreOnBoom_lts.jpg: [20.01.2015].

Cultraro, M., Gabellone, F. ve Scardozzi, G., 2009, The virtual musealization of archaeological sites: between documentation and communication, *Proceedings of the workshop on "3D Virtual Reconstruction and Visualization of Complex Architectures"(TRENTO, 25-28 February 2009)*.

Çoruh, L., 2011, Sanat Tarihi Dersinde Bir Öğrenme Modeli Olarak Sanal Gerçeklik Uygulamasının Etkililiğinin Değerlendirilmesi (Erciyes Üniversitesi Mimarlık ve Güzel Sanatlar Fakülteleri Uygulamaları), Basılmamış Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi*, Ankara.

dailymail.co.uk, http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-1361500/MoD-launches-500-000-parachute-jump-simulator.html: [17.02.2015].

defense.gov, http://www.defense.gov/transformation/images/photos/2005-04/Hi-Res/SimulatorFA18.jpg: [17.02.2015].

escience.anu.edu.au, http://escience.anu.edu.au/lecture/cg/Display/workbench.en.html: [19.01.2015].

EU COUNCIL, E., 1995, Draft Resolution of 4 April 1995 on Culture and the Multimedia (95/C 247/01), http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A31995Y0923(01): [19.12.2016].

fakespacelabs.com, http://www.fakespacelabs.com/: [20.01.2015].

Franck, O. A., 2002, 'Düşünce İçin Mimarlık: Sanallığın Gerçekliği, *Çağdaş Mimarlık Sorunları Dizisi: Mimarlık ve Sanallık. Ankara, Boyut Yayın Grubu s*, 27-30.

Gabellone, F., 2011, The reconstructive study in arcaheology: case histories in the communication issues, *SCIRES-IT*, 1 (1), 53-78.

Gaitatzes, A., Christopoulos, D. ve Papaioannou, G., 2004, The ancient olympic games: being part of the experience, *Proceedings of the 5th International conference on Virtual Reality, Archaeology and Intelligent Cultural Heritage*, 19-28.

genius-polska.pl, http://www.genius-polska.pl/index.php?kategoria=detal&detal=1056&foto=MetalStrike3D_S_mini.jpg: [07.02.2015].

google.com/patents, http://www.google.com/patents/US1183492: [14.12.2014].

Gutierrez, D., Seron, F. J., Magallon, J. A., Sobreviela, E. J. ve Latorre, P., 2004, Archaeological and cultural heritage: bringing life to an unearthed Muslim suburb in an immersive environment, *Journal of Cultural Heritage*, 5 (1), 63-74.

Gutierrez, D., Frischer, B., Cerezo, E., Gomez, A. ve Seron, F., 2007, AI and virtual crowds: Populating the Colosseum, *Journal of Cultural Heritage*, 8 (2), 176-185.

Gutierrez, M., Vexo, F. ve Thalmann, D., 2008, Stepping into virtual reality, Springer Science & Business Media, p.

Gürel, Y., 2005, Türk Modernleşmesi ve Seyfi Arkan Özelinde 1930-40 Yılları Türkiye Mimarlığı, Basılmamış Doktora Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi*, İstanbul.

Gürel, Y., 2012, Seyfi Arkan: Bir Erken Modernist, In: Modernist Açılımda Bir Öncü : Seyfi Arkan, Eds: Cengizkan, A., Cengizkan, N. M. ve İnan, A. D., p.

Hsu, J., 2009, Active Interaction Devices.

hurriyet.com, http://www.hurriyet.com.tr/hatay-da-restorasyon-krizi-28918375: [20.01.2016].

ICOMOS, E. C., 2008, The ICOMOS Charter for the Interpretation and Presentation of Cultural Heritage Sites.

ICOMOS TÜRKİYE, I., 2013, Mimari Mirası Koruma Bildirgesi 2013, http://www.icomos.org.tr/?Sayfa=Tuzukler1&dil=tr: [19.12.2016].

İmamoğlu, B., 2012, Salih Bozok Villası, In: Modernist Açılımda Bir Öncü : Seyfi Arkan, Eds: Cengizkan, A., Cengizkan, N. M. ve İnan, A. D., p.

intel.com, http://iq.intel.com/will-wearables-overcome-the-hideous-history-of-videogame-peripherals/: [07.02.2015].

jvrb.org, http://www.jvrb.org/past-issues/6.2009/2257/figure02.jpg: [08.01.2015].

Kayın, E., 2004, Kentsel Mekandaki Koruma Eylemine İlişkin Güncel Sorunlar.

Kurbanoğlu, S. S., 1996, Sanal gerçeklik: Gerçek mi, değil mi?, *Türk Kütüphaneciliği*, 10 (1), 21-31.

mit.edu, http://web.media.mit.edu/~pliam/res/mas960Project.html: [09.02.2015].

Mortara, M., Catalano, C. E., Bellotti, F., Fiucci, G., Houry-Panchetti, M. ve Petridis, P., 2014, Learning cultural heritage by serious games, *Journal of Cultural Heritage*, 15 (3), 318-325.

oculus.com-2, https://www3.oculus.com/en-us/blog/oculus-rift-is-shipping/: [17.12.2016].

oculus.com, https://www.oculus.com: [20.01.2015].

Önder, A., 2002, Siberuzayda Mimarlık Sanal Dünyada Gerçek Mimarlar, *Mimarlık ve Sanallık", Boyut Kitapları Arredamento Mimarlık Çağdaş Mimarlık Sorunları Dizisi-1, Ocak.*

Özkaya, B. Ö., 2011, Seyfi Arkan Monografisi, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi*, İstanbul.

Papagiannakis, G., Schertenleib, S., O'Kennedy, B., Arevalo-Poizat, M., Magnenat-Thalmann, N., Stoddart, A. ve Thalmann, D., 2005, Mixing Virtual and Real scenes in the site of ancient Pompeii, *Computer Animation and Virtual Worlds*, 16 (1), 11-24.

Rheingold, H., 1991, Virtual Reality: Exploring the Brave New Technologies, Simon & Schuster Adult Publishing Group, p.

roadtovr.com, http://www.roadtovr.com/xsens-demonstrates-camera-less-full-body-motion-tracking-at-ces-2013/: [11.01.2015].

rpi.edu, http://www.rpi.edu/about/inside/issue/v4n13/virtual.html: [15.02.2015].

Satay, D., 2010, Etkileşimli Üç Boyutlu Sanal Çevrenin Oluşturulması ve Mimarlıkta Kullanımı, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi*, İstanbul.

Sayar, Z., 1992, Anılarda Seyfi Arkan ve Dünyası, *Arredamento Dekorasyon*, 35.

Sayı, Ö., 2006, Seyfi Arkan Mimarlığında Biçimin Çoğul Kaynakları, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi*, İstanbul.

Sherman, W. R. ve Craig, A. B., 2002, Understanding virtual reality: Interface, application, and design, Elsevier, p.

solidworks.com, http://blogs.solidworks.com/solidworksblog/wp-content/uploads/sites/2/6a00d83451706569e2017ee8115a91970d.jpg: [08.01.2015].

TDK, 2014, Türk Dil Kurumu, Güncel Türkçe Sözlük.

Tekeli, İ., 2009, Kültür politikaları ve insan hakları bağlamında doğal ve tarihi çevreyi korumak, Tarih Vakfı Yurt Yayınları, p.

Tekeli, İ., 2012, Seyfi Arkan'ın Yaşamı ve Mimarlığının Toplumsal Bağlamı, In: Modernist Açılımda Bir Öncü : Seyfi Arkan, Eds: Cengizkan, A., Cengizkan, N. M. ve İnan, A. D., p.

Tulum, H., 2012, Seyfi Arkan Mimarlığında Modernliğin Örtülü/Örtük İmgesi Olarak "Ev": "Yitik Yuva"dan "Konut"a Geçiş(Genlik)ler, Basılmamış Yüksek Lisans Tezi, *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi*, İstanbul.

Uluoğlu, B., 2002, Miş Gibi, *Çağdaş Mimarlık Sorunları Dizisi: Mimarlık ve Sanallık, Boyut Yayınları, Boyut Matbaacılık, İstanbul*.

Vlahakis, V. I., N.; Karigiannis, J.; Tsotros, M.; Gounaris, M.; Stricker, D.; Almeida, L. , 2002, Archeoguide: an augmented reality guide for archaeological sites, *IEEE Computer Graphics and Applications*.

vrac.iastate.edu, http://www.vrac.iastate.edu/2006/05/the-most-realistic-virtual-reality-room-in-the-world/: [19.02.2015].

Wang, X., 2009, Augmented reality in architecture and design: potentials and challenges for application, *International Journal of Architectural Computing*, 7 (2), 309-326.

Whyte, J., 2002, Virtual reality and the built environment, Routledge, p.

wikipedia.org-2, http://en.wikipedia.org/wiki/Mouse_%28computing%29#mediaviewer/File:3-Tastenmaus_Microsoft.jpg: [07.02.2015].

wikipedia.org, http://en.wikipedia.org/wiki/Joystick: [07.02.2015].

wired.com, http://www.wired.com/2012/01/army-virtual-reality/: [17.02.2015].

ytimg.com, http://i.ytimg.com/vi/4d3Wli7s6KY/maxresdefault.jpg: [20.01.2015].

Yüksel, Z. ve Erdoğan, S., 2005, Virtual Conservation of Acoustical Heritage: CAHRISMA and ERATO Projects, *Forum Acusticum 2005*.

Yüksel, Z. K., Binan, C. ve Ünver, R., 2003, A research project in the intersection of architectural conservation and virtual reality: CAHRISMA, *19th International Symposium CIPA*.

Zevi, B., 2015, Mimarlığı Görebilmek, Daimon Yayınları, p.

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı	**:**	Onur SÜRÜCÜ
Uyruğu	**:**	T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi	**:**	İzmir, 29/04/1988
Telefon	**:**	0 507 154 51 45
Faks	**:**	-
e-mail	**:**	onur.surucu@hotmail.com

EĞİTİM

Derece		**Adı, İlçe, İl**	**Bitirme Yılı**
Lise	:	İzmir Anadolu Lisesi, Karabağlar, İzmir	2006
Üniversite	:	D.E.Ü. Mim. Fak. Mim. Böl., Buca, İzmir	2013
Yüksek Lisans	:	S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Selçuklu, Konya	2017
Doktora	:	-	