

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BULUNUŞLULUK VE EYLEMLİLİK KAVRAMLARI BAĞLAMINDA
MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE SANAL GERÇEKLİK KULLANIMI

Bestegül Hilal USTA

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Mimarlık Anabilim Dalı
Mimari Tasarım Programı

Danışman
Doç. Dr. Feride Pınar ARABACIOĞLU

Ocak, 2023

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BULUNUŞLULUK VE EYLEMLİLİK KAVRAMLARI BAĞLAMINDA
MİMARİ TASARIM SÜRECİNDE SANAL GERÇEKLİK KULLANIMI**

Bestegül Hilal USTA tarafından hazırlanan tez çalışması 30.01.2023 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Mimarlık Anabilim Dalı, Mimari Tasarım Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Feride Pınar ARABACIOĞLU
Yıldız Teknik Üniversitesi
Danışman

Jüri Üyeleri

Doç. Dr. Feride Pınar ARABACIOĞLU, Danışman
Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç.Dr. Togan TONG, Üye
Yıldız Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üye. Begüm BAYRAKTAROĞLU, Üye
Yeditepe Üniversitesi

Danışmanım Doç. Dr. Feride Pınar ARABACIOĞLU sorumluluğunda tarafımda hazırlanan Tasarım Sürecinde Mimari Temsil Biçimi Olarak Sanal Gerçeklik Kullanımı başlıklı çalışmada veri toplama ve veri kullanımında gerekli yasal izinleri aldığımı, diğer kaynaklardan aldığım bilgileri ana metin ve referanslarda eksiksiz gösterdiğimi, araştırma verilerine ve sonuçlarına ilişkin çarpıtma ve/veya sahtecilik yapmadığımı, çalışmam süresince bilimsel araştırma ve etik ilkelerine uygun davrandığımı beyan ederim. Beyanımın aksinin ispatı halinde her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Bestegül Hilal USTA

İmza



Sevgili aileme

TEŞEKKÜR

Tez dönemim boyunca hem mesleki hem manevi desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, tez kapsamımı çalışmaya başladığım noktadan ileri taşımama yardımcı olan, bilgi birikimiyle her noktada yoluma ışık tutan saygıdeğer danışman hocam Doç. Dr. Feride Pınar ARABACIOĞLU'na,

Tez jürisinde önemli yönlendirmeleri ile çalışmamın gelişmesine katkı sağlayan, değerli vakitlerini ayıran saygıdeğer Doç. Dr. Togan TONG ve Dr. Öğr. Üye. Begüm BAYRAKTAROĞLU'na,

Çalışma alanım kapsamında paylaştıkları fikirler, yaptıkları önemli yorumlar ile tezimi geliştirmemde yardımcı olan Arş. Gör. Hasan TAŞTAN ve Dr. Öğr. Gör. Erdal Devrim AYDIN'a,

Hayatımın her döneminde olduğu gibi yüksek lisans eğitimimde de desteklerini her zaman yanı başımda hissettiğim; dedem Alaeddin GÜN, anneannem Ayşe GÜN, babam Yakup USTA, annem Şule USTA, kardeşim Ecem USTA, dayım Arıkan GÜN, teyzem Evren GÜN ve tüm aileme,

Her ihtiyaç duyduğumda motivasyonumu toplamama yardım eden, her zaman yanımda olan sevgili Cemil SABANER'e, hayatımın her dönemini paylaştığım dostum Beyza ÖZYÜREK'e ve yanımda olan tüm arkadaşlarıma,

Sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bestegül Hilal USTA

İÇİNDEKİLER

1 GİRİŞ	14
1.1 Literatür Özeti.....	16
1.2 Tezin Amacı.....	18
1.3 Hipotez.....	20
2 KURAMSAL ÇERÇEVE	21
2.1 Sanal Gerçeklik.....	21
2.1.1 Sanal Gerçekliğin Tarihsel Gelişimi.....	23
2.1.2 Sanal Gerçeklik Bileşenleri.....	30
2.2 Mimari Temsil Biçimleri.....	52
2.3 Bölüm Sonucu.....	58
3 BULUNUŞLULUK VE EYLEMLİLİK BAĞLAMINDA KAVRAMSAL İLİŞKİLER	59
3.1 Bulunuşluluk (Presence) ve Eylemlilik (Agency) Kavramları.....	59
3.2 Mimari Temsillerde Bulunuşluluk ve Eylemlilik.....	67
3.3 Sürükleyici Öğrenmenin Bilişsel Duyuşsal Modeli (CAMIL) Temelinde Kavramsal İlişkiler.....	78
3.4 Bölüm Sonucu.....	83
4 TASARIM SÜRECİNDE SANAL GERÇEKLIK KULLANIMI ÖRNEK İNCELEMESİ	85
4.1 Miras Alanında Sanal Gerçeklik Destekli Mimari Tasarım	90
4.2 Çocukların Tasarım Sürecine Katılımı İçin Bir Araç Olarak Sanal Gerçeklik.....	92
4.3 Kullanıcı Deneyimi Analizi İçin Sanal Gerçeklik Kullanımı.....	94
4.4 Temel Tasarım Sürecinde Sanal Gerçeklik Kullanımı.....	96
4.5 İşbirlikçi Tasarım Sürecini Desteklemek İçin Sanal Gerçeklik Kullanımı..	98
4.6 Bölüm Sonucu.....	100
5 SONUÇ VE ÖNERİLER	109
KAYNAKÇA	115
TEZDEN ÜRETİLMİŞ YAYINLAR	124

KISALTMA LİSTESİ

CAMIL	The Cognitive Affective Model of Immersive Learning (Sürükleyici Öğrenmenin Bilişsel Duyuşsal Modeli)
CAVE	Cave Automatic Virtual Environment (Mağara Benzeri Sanal Mekan)
IEQ	Immersive Experience Questionnaire (Sürükleyici Deneyim Anketi)
NURBS	Non-uniform rational B-spline (Vektörel Olmayan Modelleme Sistemi)
SG	Sanal Gerçeklik



ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1.1 Çalışmanın üzerine kurulduğu çatılar (yazar tarafından üretilmiştir).	18
Şekil 2.1 Milgram sanallık sürekliliği diyagramı (Milgram, P., & Kishino, F., 1994).....	23
Şekil 2.2 Sensorama patent çizimi (Heilig, M. L., 1962).	25
Şekil 2.3 Sensorama deneyimi sırasında çekilen bir fotoğraf (Kock, N., 2008)...25	
Şekil 2.4 Sanal gerçeklik teknolojisinin tarihsel süreçte gelişimi (yazar tarafından üretilmiştir).	26
Şekil 2.5 Sanal gerçeklik deneyiminin var olması için Sherman ve Craig'in belirttiği unsurlar (yazar tarafından üretilmiştir).	27
Şekil 2.6 Sanal gerçeklik bileşenleri (yazar tarafından üretilmiştir).	30
Şekil 2.7 Louvre Müzesi panoramik sanal gezi sitesi arayüzü (Youvisit, 2022)..32	
Şekil 2.8 Hera Tapınağı'nın sanal gerçeklik ile rekonstrüksiyon çalışması. (a. mevcut durum, b. sanal gerçeklik deneyimindeki rekonstrüksiyon.) (Vlahakis, V.ve diğerleri, 2020)	33
Şekil 2.9 Pellegrinaio'nun 360 derece görünümü (Fineschi, A., & Pozzebon, A., 2015).....	34
Şekil 2.10 Kızılderili sepetinin sanal müze için fotogrametrik yöntem ile modellenmesi (Isler, V., Wilson, B., & Bajcsy, R., 2006).	36
Şekil 2.11 CAVE sistem ile sanal mekan deneyimi (Blog laval virtual, 2020).....	39
Şekil 2.12 Oculus, Meta Quest 2 model sanal gerçeklik gözlüğü (NY times, 2020).....	42
Şekil 2.13 (a) Senso Glov isimli sanal gerçeklik eldiveni (Senso me, 2020), (b) VRTOUCH isimli yüksük (Go touch vr, 2016), (c) Cyber Grasp isimli dış iskeletli sistem (Cyber gloves systems, 2017) (yazar tarafından üretilmiştir).	44
Şekil 2.14 Ultraleap haptik duyu sağlayıcısı (Ultraleap, 2019).	45
Şekil 2.15 Teslasuit donanımı (Teslasuit, 2023).	46
Şekil 2.16 Oculus, sanal gerçeklik kontrol kumandası (Meta, 2023).....	49
Şekil 2.17 Kulaklık sistemi ile birlikte çalışan sanal gerçeklik gözlüğü (Upload vr, 2020).....	51
Şekil 2.18 Smell-o-vision görseli (Aravinda, C., & Krishnaiah, R. V. 2013)	52
Şekil 2.19 Tarihsel süreçte mimari temsillerin oluşumu (yazar tarafından üretilmiştir).	54

Şekil 2.20 Karma gerçeklik örneği olarak Microsof Hololens 2 modelinin kullanımı (Microsoft, 2023).....	58
Şekil 3.1 Lee'nin tanımı temelinde bulunuşluluk diyagramı (yazar tarafından üretilmiştir).	62
Şekil 3.2 Eylemlilik duygusunun oluşum aşaması (David, Newen & Vogeley, 2008)	65
Şekil 3.3 Mimari temsil yöntemlerinde bulunuşluluk ve eylemlilik kavramlarının yeri (yazar tarafından üretilmiştir.)	74
Şekil 3.4 CAMIL Diyagramı. (Makransky, G., & Petersen, G. B., 2021) (Çalışma kapsamında kesikli çizgi ile belirtilen alan incelenecektir.)	79
Şekil 3.5 Temsili Uygunluk (Dalgarno ve Lee, 2010)	80
Şekil 3.6 Kontrol Faktörleri (Witmer, B. G., & Singer, M. J., 1998)	81
Şekil 3.7 CAMIL modeli temelinde oluşturulan sanal gerçeklik kavramları ilişkileri.....	82
Şekil 4.1 Miras alanında sanal gerçeklik destekli mimari tasarım: Sagrada Familia örnek çalışmasının içerdiği kavramsal ilişkiler.....	91
Şekil 4.2 Çocukların anaokulu tasarım sürecine katılımı için bir araç olarak sanal gerçeklik çalışmasının içerdiği kavramsal ilişkiler.	94
Şekil 4.3 Kentsel hava hareketliliği altyapısı tasarımı: dünyanın ilk kentsel havalimanında kullanıcı deneyimi analizi için sanal gerçekliğin kullanılması çalışmasının içerdiği kavramsal ilişkiler.	96
Şekil 4.4 Temel tasarım stüdyosundaki tasarım süreci yaratıcılığında sanal gerçeklik kullanımının etkisi deneyimi analizi için sanal gerçekliğin kullanılması çalışmasının içerdiği kavramsal ilişkiler.	98
Şekil 4.5 İşbirlikçi tasarım sürecini desteklemek için sanal gerçeklik: güçlendirme vaka çalışması deneyimi analizi için sanal gerçekliğin kullanılması çalışmasının içerdiği kavramsal ilişkiler.	99

TABLO LİSTESİ

Tablo 3.1	Bulunışluluk kavramına dair sunulan alt kavramlar.....	61
Tablo 4.1	İncelenen örneklerin mevcudiyet etkenleri analizi.	100
Tablo 4.2	İncelenen örneklerin temsili uygunluk etkenleri analizi.	103
Tablo 4.3	İncelenen örneklerin kontrol faktörleri analizi.	105
Tablo 4.4	İncelenen örneklerin bulunışluluk analizi.	107
Tablo 4.5	İncelenen örneklerin eylemlilik analizi.....	107
Tablo 5.1	Tasarım sürecinde sanal gerçeklik temsili kullanımının potansiyel faydaları ve yaygın sorunları.....	112



Bulunuşluluk ve Eylemlilik Kavramları Bağlamında Mimari Tasarım Sürecinde Sanal Gerçeklik Kullanımı

Bestegül Hilal USTA

Mimarlık Anabilim Dalı

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Doç. Dr. Feride Pınar ARABACIOĞLU

Tasarımcılar tarih boyunca fikirlerini çevreye aktarmak için temsiller kullanmıştır. Eskiz gibi basit yöntemler ile başlayan mekanı temsil etme serüveni, küreselleşme ve teknolojik gelişmelerin ilerlemesi ile beraber gelişerek sanal mekanlarda üretilmeye ve deneyimlenmeye başlamıştır. Sanal gerçeklik, tasarım alanında kullanılan en güncel ve teknolojik donanımlara sahip temsil biçimlerinden biridir. Sahip olduğu donanımlar ile mimarlık alanında geleneksel temsil yöntemlerinden farklı dinamikte temsiliyetler oluşmasını sağlamakta, küreselleşme sonrası değişen mekanların temsili için etkileşimli deneyimler sunmaktadır. Çalışmanın amacı mimarlık disiplinde kullanılan en güncel temsil yöntemlerinden biri olan sanal gerçekliği tarihsel süreçteki mekan algısı üzerinden incelemek, tasarım aşamasında temsil yöntemi olarak kapladığı yeri analiz etmek, sanal gerçeklik tasarımında yol gösterici kavramsal ilişkileri sınıflandırmak ve potansiyel faydaları ile yaygın sorunlarını tartışmaya açarak yeni çalışmalar için yol göstermektir. Mimari temsiller tarihsel süreç boyunca beden ile ilişkilerini güçlendirerek

gelişmişlerdir. Sanal gerçeklik temsiliinde bulunan güçlü beden-temsil ilişkisi ile deneyim sırasında bulunuşluluk ve eylemlilik duygusu oluşur. Tez kapsamında, tasarım aşamasında sanal gerçekliğin bir temsil biçimi olarak kullanıldığı örnekler, Makransky ve Petersen (2021)'in geliştirdiği öğrenme modeli (CAMIL) üzerinden bulunuşluluk ve eylemlilik kavramları merkezinde kavramsal analiz yoluyla incelenmiştir. Tasarım sürecinde kullanılan temsil yönteminin mevcudiyet, temsili uygunluk ve kontrol faktörleri üzerinden analizi yapılmış, sanal gerçeklik deneyimini etkileyen etkenler sınıflandırılmıştır.

Çalışma sonucunda yapılan çıkarımlardan biri tasarım sürecinde sanal gerçeklik kullanımı geleneksel temsil yöntemlerinden farklı potansiyellere sahip olduğudur. Tasarım aşamasında, tasarımın sunumunda ve işbirlikçi çalışma gerektiren alanlarda kullanıma uygun bir temsildir. Sanal gerçekliğin tüm faydaları ve sorunları incelendiğinde, sorunların teknolojik gelişmeler ile çözülebilecek sorunlar olduğu söylenebilir. Faydalar ise geleneksel temsil yöntemlerine kıyasla önemli dinamikler içermektedir. Bu sayede zaman içerisinde sanal gerçeklik temsiliinin daha yaygın kullanılacağı, özellikle tasarım aşamasında hem sunum hem tasarım geliştirmede mimarlık disiplinine yenilikler katacağı ön görülmektedir. Sanal gerçeklik temsiliinin önemli bileşenleri olan bulunuşluluk ve eylemliliğin deneyim tasarlanırken ön planda tutulması ve çalışma kapsamında analiz edilen, bulunuşluluğu destekleyen etkenlere sanal gerçeklik tasarımında öncelikli olarak yer verilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Sanal gerçeklik, mimari temsil, tasarım süreci, bulunuşluluk, eylemlilik.

Using Virtual Reality within the Context of Presence and Agency in the Architectural Design Process

Bestegül Hilal USTA

Department of Architecture

Master of Science Thesis

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Feride Pınar ARABACIOĞLU

Designers throughout history have used representations to convey their ideas to the environment. The adventure of representing the space, which started with simple methods such as sketching, developed with the progress of globalization and technological developments and started to be produced and experienced in virtual spaces. Virtual reality is one of the most up-to-date and technologically equipped representation forms used in the field of design. With the equipment it has, it ensures the formation of representations in different dynamics from the traditional representation methods in the field of architecture. It offers interactive experiences for the representation of changing spaces after globalization. The aim of the study is to examine virtual reality, one of the most current representation methods used in the discipline of architecture, through the perception of space in the historical process, to analyze the place it occupies as a representation method in the design phase, and to classify the guiding conceptual relationships in virtual reality design. It is to guide for new studies by discussing its potential benefits and common problems. Architectural representations have developed throughout the historical process by strengthening their relationship with the body. With the

strong body-representation relationship in virtual reality representation, a sense of presence and agency occurs during the experience. Within the scope of the thesis, the examples in which virtual reality is used as a form of representation in the design phase were examined through conceptual analysis in the center of the concepts of presence and agency through the learning model (CAMIL) developed by Makransky and Petersen (2021). The representation method used in the design process was analyzed on the basis of presence, representation fidelity and control factors, and the factors affecting the virtual reality experience were classified.

One of the inferences made as a result of the study is that the use of virtual reality in the design process has different potentials than traditional representation methods. It is a representation suitable for use in the design phase, in the presentation of the design, and in areas that require collaborative work. When all the benefits and problems of virtual reality are examined, it can be said that the problems can be solved with technological developments. Benefits, on the other hand, include significant dynamics compared to traditional representation methods. In this way, it is foreseen that virtual reality representation will be used more widely in time, and it will add innovations to the discipline of architecture in both presentation and design development, especially in the design phase. It is suggested that presence and agency, which are important components of virtual reality representation, should be prioritized while designing the experience, and factors that support presence, analyzed within the scope of the study, should be given priority in virtual reality design.

Keywords: Virtual reality, architectural representation, design process, presence, agency.

Teknolojik gelişmeler sonucunda ortaya çıkan sibermekan kavramıyla birlikte mekan tanımlarına yenileri eklenmiştir. Sanal mekanların ortaya çıkmasıyla oluşan yeni temsiller, yeni temsillerin gelişmesiyle de yeni mekanlar ortaya çıkmıştır. Bu sayede mekan ve temsil tarihsel süreçte karşılıklı devinim halinde gelişmişlerdir. Bilgisayar kullanımının yaygınlaşmasıyla gündelik hayata hızla uyum sağlayan bilgisayar programları sayesinde güncel olarak kullanılan temsil yöntemlerinden biri de sanal gerçekliktir. Sanal gerçeklik, diğer teknolojik iletişim araçlarından farklı donanımlara sahip olması nedeniyle, bir taraftan etkileşim donanımları üzerinden tanımlanırken diğer taraftan da yeni teknolojinin bir getirisi olarak var ettiği bulunuşluluk¹ (presence) kavramı ile birlikte anılmaktadır.

Çalışma kapsamında sanal gerçekliğin çeşitli donanımları ve oluşturduğu kavramsal değerler sınıflandırılarak, tasarım aşamasında temsil yöntemi olarak kullanımı incelenmektedir. Mimarlık disiplininde kullanılan geleneksel temsil yöntemleri ile sanal gerçeklik temsili karşılaştırılmış, sunduğu faydalar ve eksik kaldığı noktalar analiz edilerek tasarım aşamasında kullanımı için yol gösterici sınıflandırmalar yapılmıştır. Sanal gerçeklik üzerine güncel olarak birçok çalışma yapılıyor olsa da, literatür taramaları sonucunda, tasarım aşamasında temsil yöntemi olarak kullanılması konusunda kavramsal sınıflandırma çalışmalarının sayıca az olduğu ve sanal gerçekliğin geleneksel temsiller ile kavramsal karşılaştırılması üzerine yeterince çalışma olmadığı gözlemlenmiştir. Sherman ve Craig'in sanal gerçekliğin içerdiği dört temel unsur olarak belirledikleri sanal dünya, mevcudiyet, etkileşim ve duyuşsal geri bildirim unsurları temelinde sanal gerçeklik temsili incelenmiştir. Bulunuşluluk kavramı, Lee'nin

¹ Bulunuşluluk kavramı çalışma boyunca presence kavramının karşılığı olarak kullanılmaktadır.

tanımına göre, fiziksel bulunuşluluk, sosyal bulunuşluluk ve öz bulunuşluluk alt başlıkları ile incelenmekte, örnek çalışmalar Makransky ve Petersen (2021)'in geliştirdiği sanal gerçeklikte öğrenme modeli (CAMIL) üzerinden oluşturulan kavramlar ilişkiler bağlamında değerlendirilmektedir. CAMIL diyagramında yer alan temsili uygunluk etkenleri Dalgarno ve Lee, (2010)'nin, kontrol faktörleri ise Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998)'nin sınıflandırmasına göre genişletilmiştir. Sanal gerçeklik temsili bulunuşluluk ve eylemlilik duyguları temelinde kavramsal ilişkiler analiz edilmiştir. Literatürde kabul gören tanımlamalar ve sınıflandırmalar temelinde beş örnek incelenmiş, tüm örnekler sanal gerçekliği mimari tasarım sürecinde temsil yöntemi olarak kullanmıştır.

Çalışmanın ikinci bölümünde; sanal gerçekliğin tarihsel süreçteki gelişimi ve günümüzdeki kullanım biçimleri analiz edilmektedir. Sanal gerçeklik deneyiminin bileşenleri olan mekansal bileşenler ve etkileşim donanımları açıklanmaktadır. Deneyimin en önemli özelliklerinde biri olan beş duyuya hitap edebilir olması nedeniyle, donanımların duyular ile olan etkileşimi analiz edilmekte, teknolojik olarak gelişim süreçleri incelenmektedir. Mimari temsillerin zaman içerisinde geçirdikleri değişimler analiz edilerek sanal gerçekliğin geleneksel temsiller ile ortak ve farklı yönleri tespit edilmiş, mimari temsile getirdiği yenilikler tartışılmaktadır. x

Çalışmanın üçüncü bölümünde; mimari temsillerin zaman içerisinde geçirdikleri değişimler analiz edilmekte, sanal gerçekliğin geleneksel temsiller ile ortak ve farklı yönleri tespit edilerek, mimari temsile getirdiği yenilikler tartışılmaktadır. Sanal gerçekliği diğer temsillerden ayıran en önemli özelliği, bulunuşluluk duygusu yaratmasıdır. Bulunuşluluk duygusunun temsillerdeki yeri tartışılmakta, beden-mekan-temsil ilişkileri irdelenmektedir. Makransky ve Petersen (2021) tarafından oluşturulan öğrenme modelinin etkenleri incelenmiş, kavramlar arası ilişkiler analiz edilmiştir. Analiz edilen ilişkiler üzerinden üretilen yeni kavramsal ilişkiler diyagramı oluşturulmuştur.

Çalışmanın dördüncü bölümünde ise; Farklı alanlarda sanal gerçeklik temsili kullanımları sınıflandırılmış, temsil biçimi olan sanal gerçekliğin mimari tasarım sürecinde kullanım örnekleri incelenerek, Makransky ve Petersen (2021)'in

geliştirdiği öğrenme modeli (CAMIL) temelinde yeniden düzenlenen diyagram ile sanal gerçekliğin sahip olduğu kavramsal ilişkiler incelenmiştir. Temsilde bulunuşluluk ve eylemlilik varlığının mimari tasarım aşamasında mekansal bilgileri aktarırken ve fikir geliştirirken katkı sağlayacağı hipotezi ile beş farklı örnek incelenmektedir. Öğrenme alanındaki sanal gerçeklik kullanımında etkili olan kavramların tasarım aşamasındaki yeri, kavramsal ilişkilerin tasarım sürecine katkıları tartışılmaktadır.

Yapılan literatür taramaları, örnek incelemeleri ve kavramsal ilişki çözümlemeleri sonucunda, sanal gerçekliğin tasarım sürecinde kullanımında önemli olan etkenler analiz edilmiş, bulunuşluluk oluşturmak için öncelikli olarak kullanılan ve kullanılması önerilen etkenler sınıflandırılmıştır. Tasarım aşamasında sanal gerçeklik temsili kullanmayı hedefleyen kişilere yol göstermesi ve temsili geliştirme çalışmalarına katkı sağlaması için, sanal gerçekliğin sahip olduğu potansiyel faydalar ve yaygın sorunlar tespit edilmiştir.

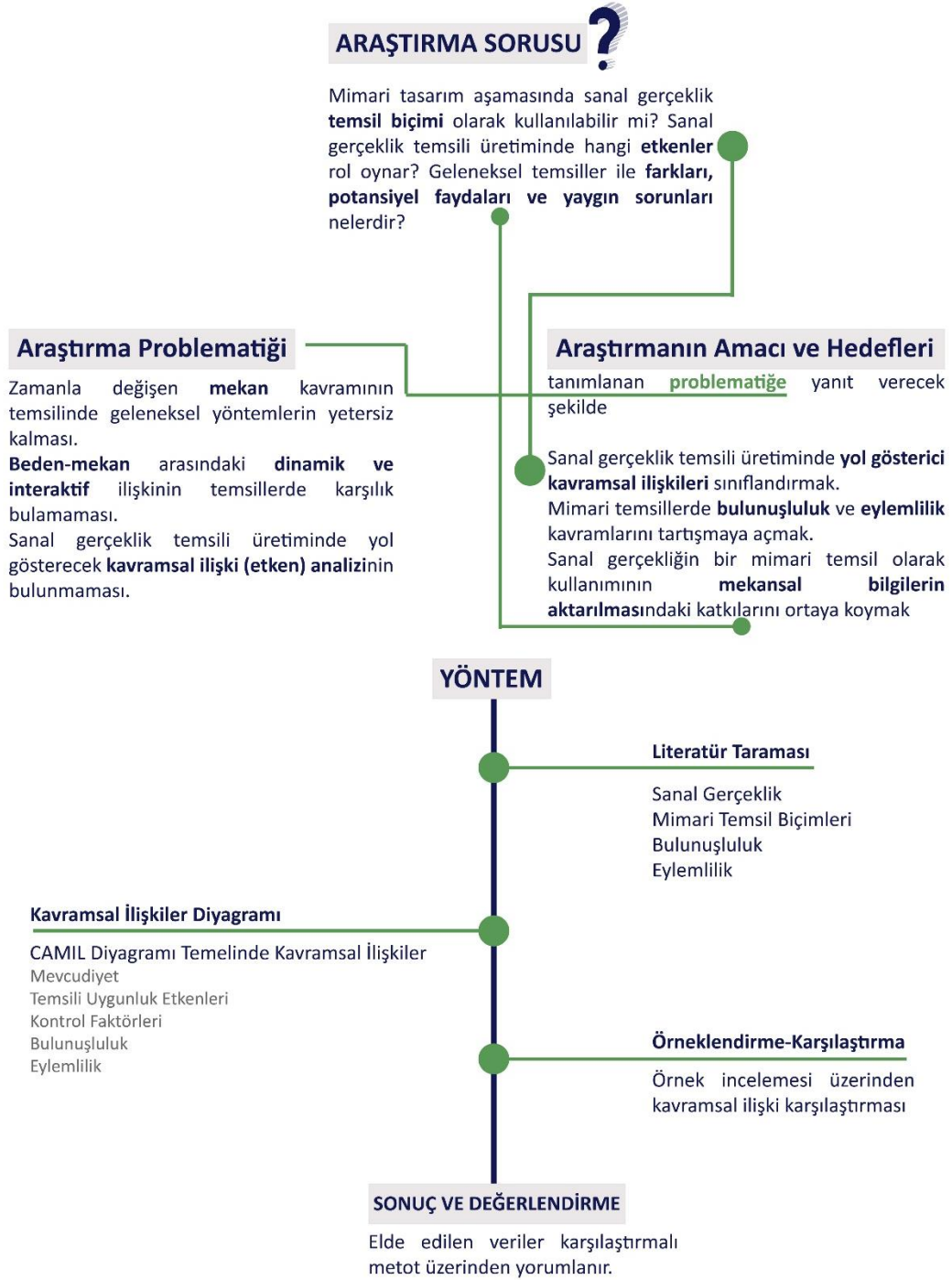
1.1 Literatür Özeti

Sanal gerçeklik, birçok alanda kullanılan multidisipliner bir kavramdır. Tarihsel sürecine bakıldığında ilk kullanım amacı hikaye anlatımıdır. Bilgisayar biliminden, tıp alanına, mimarlıktan oyun sektörüne kadar geniş bir yelpazede kullanılmakta ve tanımlanmaktadır. Sanal gerçekliğin kapsamlı bir tanımının yapılması için içinde bulunduğu tüm alanlardaki tanımları, yapma biçimleri, hangi kavramlar ile iletişimde olduğu incelenmiştir. Genel tanım çıkarımı yapıldıktan sonra sanal gerçeklik, mimari tasarım sürecinde temsil biçimi olarak kullanılması üzerinden incelenmiştir. Sanal gerçekliğin temsil biçimi olarak kullanımı çok eski tarihlere dayanmamaktadır, son 60 yıldır var olan kavramın nasıl temsil biçimi olarak kullanılabilir olduğunu açıklamak için mimari temsillerin tarihsel gelişimi ve temsil etme biçimleri sınıflandırılmıştır. Burnett (2012), imgelerle olan iletişimde hayaller ve düşünce süreçlerinin de sürece dahil olduğunu, izleyicinin bedenle veya bedensiz imge ile etkileşime geçtiğini söylemektedir. Sanal gerçeklik de imgelerle beden aracılığıyla etkileşim kuran temsillerdendir. Bu nedenle temsil biçimleri incelenirken özellikle beden kavramı temelinde ele alınmış, tarihsel süreçteki beden-mekan-temsil ilişkisi incelenmiştir. Sherman ve Craig (2018)'e

göre sanal gerçekliğin var olması için dört temel unsur içermesi gerekmektedir. Bu dört unsur: Sanal dünya (virtual world), mevcudiyet (immersion), etkileşim (interactivity) ve duyuşsal geri bildirimdir (sensory feedback). Bu tanıma dayanarak, sanal gerçekliğin teknolojik donanımları mekansal bileşenler ve etkileşim donanımları olarak iki ana başlık altında incelenmiştir. Steuer (1992)'e göre "Sanal gerçekliği teknolojik donanımdan ziyade insan deneyimi açısından tanımlamanın anahtarı bulunuşluluk kavramıdır". Bowman ve McMahan (2007) bulunuşluluk duygusunu, "orada olma" deneyimiyle ilgili, bireysel ve içeriğe bağlı bir kullanıcı tepkisi olarak tanımlamaktadır. Bulunuşluluk kavramı için birçok tanım yapılmıştır, çoğu tanım içerik olarak aynı şeyi söylüyor olsa da kavram farklı alt başlıklarla incelenmiştir. Tez kapsamında Lee (2004)'nin bulunuşluluk sınıflandırması temel alınmaktadır. Lee bulunuşluluğu fiziksel bulunuşluluk, sosyal bulunuşluluk ve öz bulunuşluluk olmak üzere üç alt başlıkta incelenmektedir. Çalışma kapsamında incelenen örneklerde bulunuşluluk kavramı bu üç başlık alt başlığa göre analiz edilmiştir. Literatürden seçilen sanal gerçeklik örnekleri, sahip oldukları donanımlar, yarattıkları bulunuşluluk hissi ve eylemlilik seviyesine göre analiz edilmiştir. Bu analiz yapılırken Makransky ve Petersen (2021)'in sundukları Sürükleyici Öğrenmenin Bilişsel Duyuşsal Modeli (CAMIL) isimli model temel alınmıştır. CAMIL diyagramı sanal gerçekliğin eğitim alanındaki kavramsal ilişkilerini açıklamak için ortaya çıkmıştır. CAMIL diyagramı, teknolojik etkenler, sürükleyici sanal gerçeklik olanakları, duyuşsal bilişsel faktörler ve öğrenme çıktıları olmak üzere dört başlıktan oluşmaktadır. Çalışma kapsamındaki örnekler teknolojik etkenler ve sürükleyici sanal gerçeklik olanakları incelenmektedir. Teknolojik etkenler kendi içinde üç başlığa ayrılır; mevcudiyet, temsili uygunluk ve kontrol faktörleri. Dalgarno ve Lee (2010), çoklu ortamda temsili uygunluk başlığının altı alt maddesi bulunduğunu öne sürmüştür, örneklerin temsili uygunluk analizi bu maddeler ile yapılmıştır. Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998) "Sanal mekan ile etkileşimde kullanıcının ne kadar fazla kontrol yetkisi varsa bulunuşluluk deneyimi o kadar etkili olur" hipotezi ile kontrol faktörleri için beş altbaşlık önermiştir. Örnekler incelenirken kontrol faktörleri de bu alt başlıklar çerçevesinde analiz edilmiştir. Sanal gerçekliğin mimari tasarım aşamasındaki kullanımları analiz edileceğinden, dört ayrı başlıktan oluşan CAMIL

diyagramının ilk iki ana başlığı ele alınmış, tasarım aşamasına uygun olarak düzenlemeler yapılmıştır. Literatür araştırmaları ile genişletilen sanal gerçeklik etkenleri, tasarım aşamasında sanal gerçekliğin bulunuşluluk hissi yaratmak için ihtiyaç duyduğu ilişkileri analiz etmektedir.

1.2 Tezin Amacı



Şekil 1.1 Çalışmanın üzerine kurulduğu çatılar (yazar tarafından üretilmiştir).

Mimari fikirlerin tasarımcıdan kullanıcıya veya paydaş katılımcılara aktarımını sağlayan temsiller zamanla değişmekte, birden fazla temsil biçimi bir arada kullanılarak mekanla ilgili tüm bilgiler aktarılmaya çalışılmaktadır. Sanal gerçeklik temsili de geleneksel temsil yöntemlerinin yetersiz kaldığı noktalarda onlarla birlikte veya tek başına bir temsil yöntemi olarak kullanılmaya başlamıştır. Şekil 1.1’de gösterildiği üzere mimari tasarım aşamasında sanal gerçeklik bir temsil biçimi olarak kullanılabilir mi sorusu ile çalışma başlamıştır. Kullanılabilirse üretiminde hangi etkenler rol oynar ve geleneksel temsiller ile farkları, ortak yönleri nelerdir soruları ile çalışma genişlemiştir. Çalışmanın problematiği geleneksel temsillerin mekan bilgileri aktarımında yetersiz kalması, sanal gerçeklik üretiminde yol gösterici kavramsal ilişkilerin literatürdeki eksikliğidir. Çalışmanın amacı ise problematiğe yanıt olacak şekilde tasarım alanında kullanımı yeni yaygınlaşan bir araç olarak sanal gerçekliğin yapma biçimlerinin, kavramsal ilişkilerinin sınıflandırılması, bulunuşluluk ve eylemlilik kavramlarının tartışmaya açılması, sanal gerçekliğin potansiyellerinin ve eksiklerinin analiz edilerek literatüre kazandırılmasıdır. Mimari temsil olarak sanal gerçekliğin tasarım aşamasında kullanımında hangi etkenlerin ön planda olduğu, kullanılan donanımların deneyime ne denli etki ettiği, tasarım süreci için tasarlanan sanal gerçeklik deneyimlerinde kullanım amacına göre yapma biçimlerindeki farklılıklar ve temsil yöntemi olarak kullanılan sanal gerçekliğin potansiyel fayda ve yaygın sorunları analiz edilmektedir. Sanal gerçekliğin mimari tasarım aşamasında kullanımını sınıflandırmak, kullanmayı planlayan tasarımcılar için yol gösterici kaynak oluşturmak hedeflenmiştir.

Araştırma yöntemi olarak literatür taraması ile sanal gerçekliğin tarihsel gelişimi, mimari temsillerin zamanla dönüşerek geldikleri güncel nokta ve sanal gerçekliğin donanımsal bilgileri listelenmiştir. Sanal gerçeklik, mimari temsil biçimleri, bulunuşluluk ve eylemlilik kavramları merkezinde literatür taraması yapılmıştır. Yapılan literatür çalışması temelinde, tasarım sürecindeki örnekler incelenerek, fenomenolojik yaklaşımla, literatürde kabul gören tanımlar birbirleri ile genişletilerek tasarım aşamasında sanal gerçeklik temsili kullanımı için değerlendirme diyagramı oluşturulmuştur. Diyagram mevcudiyet, temsili uygunluk, kontrol faktörlerinin bulunuşluluk ve eylemliliğe katkı sağladığı

hipotezi üzerine kurgulanmıştır. Bu faktörler incelenerek, sanal gerçeklik tasarımında bulunuşluluk hissinin oluşması için kullanılması gereken öncelikli etkenler tespit edilmiştir. Son bölümde ise oluşturulan kavramsal ilişkiler üzerinden mimari tasarım sürecinde sanal gerçeklik kullanımı örnekleri incelenmiştir.

1.3 Hipotez

Tarih boyunca mekan tanımları ile mekan temsilleri birbirleri ile paralel değişimler geçirmiştir, siber mekanın ortaya çıkmasıyla sanal gerçeklik temsilleri var olmuştur, sanal mekan temsillerinin gelişmesiyle de sanal mekan kullanımı yaygınlaşmıştır. Çalışma, sanal gerçeklik temsili için sahip olduğu etkenlerin, kullanıldığı alana, aktardığı bilgiye, teknolojik donanımlara, temsili uygunluk etkenlerine ve kontrol faktörlerine bağlı olarak değiştiğini savunmaktadır. Bu faktörlere bağlı olarak oluşan bulunuşluluk ve eylemlilik duyguları sanal gerçekliği geleneksel temsil yöntemlerinden ayıran önemli noktalardandır. Çalışma kapsamında sanal gerçeklik temsili için mimari tasarım aşamasında kullanımına odaklanarak, tasarım sürecinde kullanılan temsilde rol alan etkenleri sınıflandırılmaktadır. Geleneksel temsil yöntemlerine kıyasla, sanal gerçeklik temsili için mekan ile ilgili fenomenolojik bilgiler aktardığını, gerçek mekan deneyimine en yakın temsil biçimi olduğunu ve bunun mekan tasarımında önemli gelişmelere yol açacağı savunulmaktadır. Tasarım aşamasında etkili olan etkenler analiz edilerek, etkenlerin ilişkisi göz önüne alınarak üretilen sanal gerçeklik temsillerinin tasarım sürecinde daha verimli olacağı öngörülmektedir. Sanal gerçeklik temsili için potansiyel faydaları ve yaygın sorunları analiz edilerek gelecek çalışmalar için çalışma problematikleri önerilmektedir.

Sanal gerçeklik sahip olduğu donanımlar ile diğer temsil yöntemlerinden farklılaşır, teknolojik donanımlar sayesinde etkileşimli bir mekan deneyimi sunmaktadır. Etkileşimli mekan deneyiminin ilk şartları sanal mekan varlığı ve donanım kullanımıdır. Bu bölümde sanal gerçeklik temsili için temel olan sanal mekanın üretim yöntemleri ve mekan ile etkileşimde kullanılan donanımların sınıflandırılması yapılmaktadır. Sanal mekan üretimi fotoğraflama yöntemi ile mekan üretimi, üç boyutlu modelleme ile mekan üretimi olmak üzere iki ana yöntem üzerinden incelenmektedir. Etkileşimli donanımlar ise, ekranlar, sanal gerçeklik gözlüğü, dokunsal teknoloji donanımları, hareket sağlayıcılar, ses aktarım araçları ve diğer duyu aktarım araçları olmak üzere altı alt başlıkta incelenmektedir. Donanımlar sanal gerçeklik deneyimi gerçek mekan deneyimine yaklaştıran araçlardır, günümüzde hala sanal mekan deneyiminin iyileştirilmesi için yeni donanımlar üretilmekte, var olan donanımlar iyileştirilmektedir. Çalışma kapsamında incelenen donanımlar bugünün teknolojisi ile değerlendirilmiştir.

2.1 Sanal Gerçeklik

Sanal gerçeklik, 20. yüzyılda ortaya çıkmış, günümüzde farklı disiplinler tarafından kullanılan, interaktif bir hikaye anlatma aracıdır. Tasarımcının kararları doğrultusunda her sanal gerçeklik üretimi biriciktir, birden fazla yapma biçimi olduğundan tek bir tanımla kısıtlanamaz. Sanal gerçekliği diğer deneyimlerden ayıran en önemli özelliği interaktif (etkileşimli) olma durumudur. Sanal gerçeklik deneyiminde etkileşim, kullanıcı ile sanal mekan arasındaki iletişimdir. Kullanıcının hareketlerinin sanal mekanda karşılık bulmasıyla oluşmaktadır. Kullanıcının mekanı etkileyebildiği gibi sanal mekanda kullanıcı üzerinde etkiye sahiptir, çift taraflı gerçekleşmektedir. Fiziksel dünyada olduğu gibi, kullanıcının kararları doğrultusunda sanal nesneler hareket ettirilebilir, kullanıcı mekanda gezinebilir, böylece kullanıcıda bulunuşluluk hissi yaratılır. İnsan-makine iletişimindeki en önemli gelişmelerden biri bulunuşluluk hissinin

var olmasıdır. Deneyim etkileşimli olduğunda insan pasif izleyici olma konumundan çıkar ve tasarımın içinde var olan, anlık tepkileriyle tasarımı değiştirebilen aktif kullanıcı konumuna geçer. Tüm bu getirilerine rağmen sanal gerçekliğin günümüz dönemine kadar yaygın kullanılmamasının nedenleri, donanımların yüksek maliyeti, kullanıcıda dikkat süresinin kısa olması, donanımların ergonomik olmaması olarak sıralanabilir (Roussou, M., 2004). Teknolojik gelişmelerin ilerlemesi, sanal gerçeklik donanımları üzerine yapılan çalışmaların ve yatırımların artmasıyla, sanal gerçeklik donanımları herkes tarafından ulaşılabilir olmaya başlamıştır.

"Sanal gerçeklik ortamının geleneksel olarak benimsenen görüşü, katılımcı gözlemcinin tamamen sentetik bir dünyaya tamamen daldığı ve onunla etkileşime girebildiği bir görüştür. Böyle bir dünya, mevcut veya kurgusal bazı gerçek dünya ortamlarının özelliklerini taklit edebilir; bununla birlikte, normal olarak uzayı, zamanı, mekaniği, maddi özellikleri vb. yöneten fiziksel yasaların artık geçerli olmadığı bir dünya yaratarak fiziksel gerçekliğin sınırlarını da aşabilir." (Milgram, P., & Kishino, F., 1994)

Milgram, gerçek ortam ve sanal ortam arasında bulunan teknolojileri gerçek ve sanal kavramları ile yakınlığı açısından tanımlamak için Şekil 2.1'de görülen sanallık sürekliliği diyagramını üretmiştir. Gerçek mekan diyagramının solunda bulunurken sanal mekan gerçek mekanın en uzak noktasında bulunmaktadır, artırılmış gerçeklik gerçek mekana daha yakın, artırılmış sanallık ise sanal mekana daha yakın konumlandırılmıştır. Artırılmış gerçeklik deneyimi, gerçek mekan görüntüsü üzerine eklenen sanal görsellerden meydana gelir, gerçek mekan ile etkileşim tamamen kesilmediği için gerçek mekana yakındır. Sanal gerçeklikte ise kullanıcı gerçek mekandan tamamen soyutlanır ve sanal mekan ile çevrili bir deneyim yaşar. Bu nedenle sanal gerçeklik artırılmış sanallık noktasında değerlendirilebilir. Milgram, artırılmış sanallığı, gerçek ortama yakın özellikleri bulunan olarak tanımlamaktadır. (Milgram, P., & Kishino, F., 1994) Karma gerçeklik ortamları, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçekliği de kapsayan etkileşimli ortamlardır.



Şekil 2.1 Milgram sanallık sürekliliği diyagramı (Milgram, P., & Kishino, F., 1994).

Sanal gerçeklik her ne kadar formüle edilmiş yapma biçimlerine sahip olmasa da temelde sahip olduğu belirli bileşenler bulunmaktadır. Sanal gerçeklik deneyiminin var olması için ilk olarak mekansal bir üretim yapmak şarttır. Bu mekan, bir sanal mekan üretimidir ve birkaç farklı yolla üretilebilir. Üretilen sanal mekanın kullanıcı² ile iletişime geçmesi için ise insan-makine etkileşimini sağlayan çeşitli donanımlar kullanılmalıdır. Tasarımcının kararına bağlı olarak etkileşim donanımlarının biri veya birkaçı aynı deneyim içerisinde kullanılabilir, seçilen donanımlara göre sanal gerçeklik deneyiminin aktardığı bilgiler ve deneyim niteliği değişiklik gösterir. Bu bölümde bahsedilen donanımlar güncel teknolojik yeterliliklerle üretilen donanımlardır, üzerinde çalışılan fakat henüz yaygın olarak kullanılmayan donanımlardan bahsedilmemektedir. Her geçen yılda sanal gerçeklik için donanım seçeneklerinin artacağı, sanal gerçekliğin etkileşimli olma halinin zamanla farklılaşacağı öngörülmektedir.

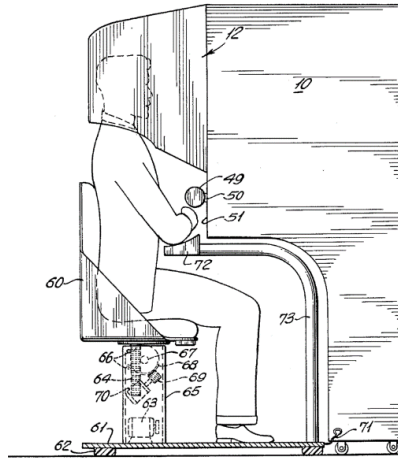
2.1.1 Sanal Gerçekliğin Tarihsel Gelişimi

Hikaye anlatıcılığı insanoğlunun varoluşundan itibaren mağaralara çizilen resimler ile başlamış ve teknolojik gelişmeler ile günümüzdeki medya araçlarına dönüşmüştür. Aylett ve Louchart (2003)'a göre, güncel hikaye anlatım yöntemleri olan tiyatro, edebiyat, sinema gibi sanal gerçeklik de yeni bir anlatım biçimi oluşturur ve sahip olduğu farklı potansiyellerinin ortaya çıkarılması gerekir. Geleneksel hikaye anlatım yöntemleri ile sanal gerçeklik arasındaki en belirgin

² Çalışma kapsamında sanal gerçeklik deneyimini gerçekleştiren kişi *kullanıcı* olarak tanımlanmaktadır.

fark sanal gerçekliğin etkileşimli bir araç olmasıdır. "Sanal gerçeklik" ismi ilk kez 1980 yılında Jaron Lanier tarafından kullanılmıştır. Varoluş süreci bilgisayar bilimcisi Ivan Sutherland ve film yapımcısı Morton Heilig'e kadar uzanmaktadır. Bu bilgi temelinde sanal gerçeklik kavramı 1980'lerde kullanılmaya başlanmasına rağmen 1950'lerden itibaren üzerinde çalışmalar yapılmaktadır (Heim. M, 1993). Bilinen ilk sanal gerçeklik örneği, 1950'li yılların ortasında Morton Heilig tarafından üretilen 'Sensorama' isimli makinedir. Sensorama, New York'ta geçen bir motosiklet yolculuğunun simülasyonudur. Kullanıcı, makine ile simülasyona daldırılarak yolculuk süresince görülecek manzarayı, çevreden gelen ses ve kokuları deneyimleyebilmektedir. Böylece kullanıcıyı mevcudiyet yöntemi ile sanal bir mekanda var eden ilk makine üretilmiştir. İlk örnek olarak tanımlanan Sensorama'da kullanıcı hareketleri ile mekanda değişiklikler meydana getirmeyi sağlayan kullanıcı-makine etkileşimi bulunmamaktadır (Şekil 2.2, Şekil 2.3). 1965 yılında Ivan Sutherland tarafından geliştirilen "The Ultimate Display" insan-makine etkileşimli ilk sanal gerçeklik örneğidir. (Sherman and Craig, 2018) Sutherland tarafından geliştirilen ilk sanal gerçeklik gözlüğü, Demokles'in Kılıcı (The Sword of Democles) ise ilk başa takılan ekran (head mounted display) olarak literatürde yer almaktadır. 1994 yılında piyasaya sürülen ve yalnızca bir yıl boyunca piyasada kalabilen, Nintendo firmasının Virtual Boy konsolu ise üretilen ilk sanal gerçeklik oyun konsoludur. İlk olması nedeniyle sanal gerçeklik tarihinde önemli bir yer kaplıyor olsa da piyasaya sürüldüğü yıllarda kullanışsız olduğu hakkında eleştirilere maruz kalarak eleştirilmiş ve yeterli satış olmadığı için piyasadan kaldırılmıştır. Oyun deneyimini farklı üç boyutlu ortama taşımayı amaçlayan konsol, tarihsel olarak önemli bir yere sahiptir. Sanal gerçekliğin ilk örneklerinin üretim amacı çoğunlukla hikaye anlatıcılığıdır. Etkileşimli ilk hikaye

Sutherland tarafından üretildikten sonra medya araçlarındaki hızlı değişim başlamıştır.



Şekil 2.2 Sensorama patent çizimi (Heilig, M. L., 1962).

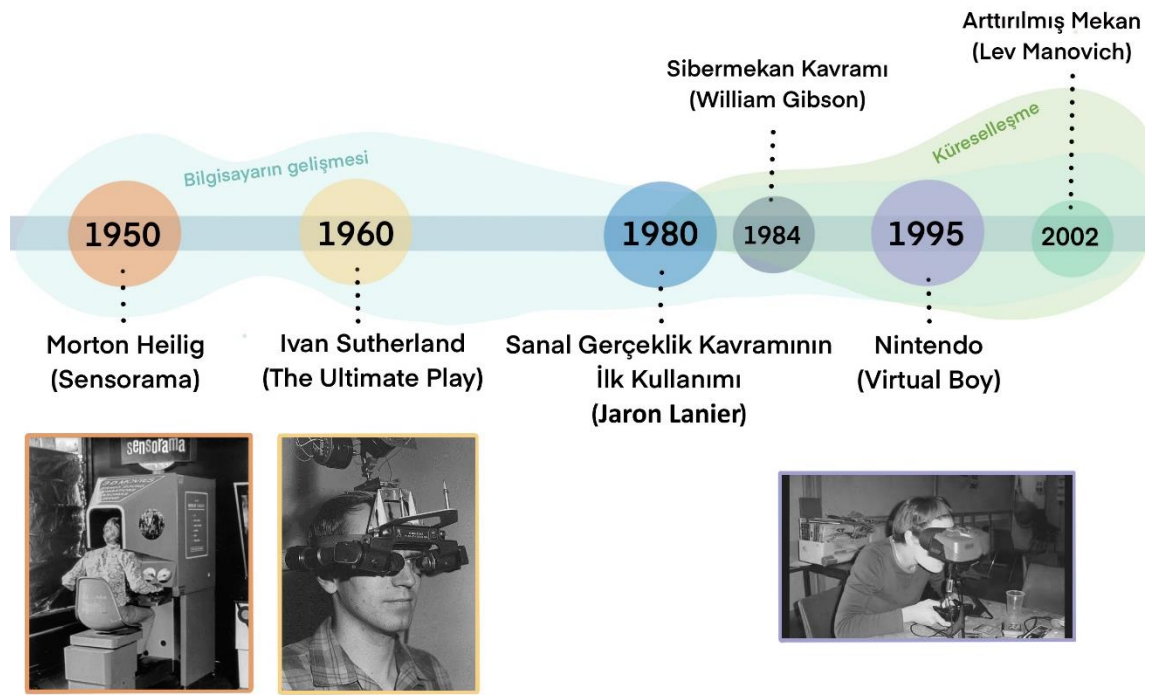


Şekil 2.3 Sensorama deneyimi sırasında çekilen bir fotoğraf (Kock, N., 2008).

Teknolojik gelişmelerle birlikte sanal gerçeklik uygulamalarında insan-makine etkileşimi yer alarak mevcudiyet derinliği³ artırılmış, interaktif bir deneyim ortaya çıkmıştır. Etkileşimli ortamların oluşmasıyla, kullanıcılar medya araçlarından bilgi alırken pasif izleyici olma durumundan aktif kullanıcı olma rolüne geçmiştir. Böylece 20. Yüzyıl itibarıyla hem mimari mekan anlayışında hem de sanal mekanlarda insan, kullanıcı olarak mekanı dönüştürmeye başlamıştır. 2002

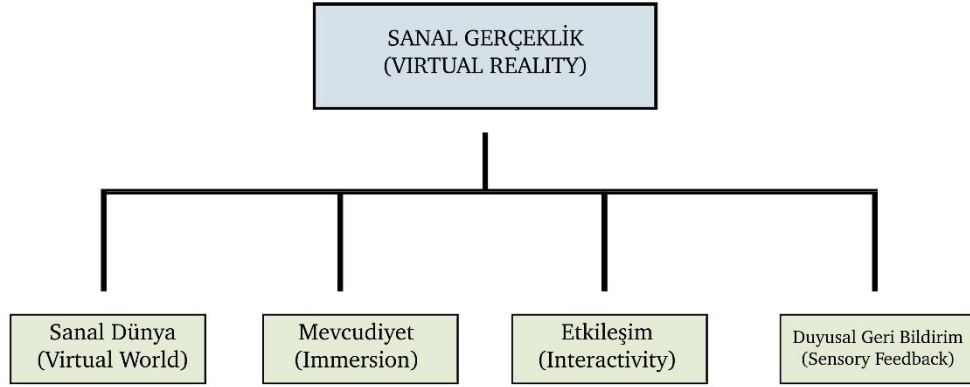
³ Mevcudiyet derinliği: Bir şeye derin zihinsel katılım.

yılında yeni medya eleştirmeni Lev Manovich yayınında artırılmış mekan kavramına yer vermiştir. Lev Manovich (2006)'e göre "artırılmış mekan, 'veri yoğunluğu' olan fiziksel alandır, çünkü artık her nokta potansiyel olarak kendisine başka bir yerden iletilen çeşitli bilgileri içermektedir. Aynı zamanda, video gözetimi, izleme ve çeşitli sensörler, yüz hareketlerini, jestleri ve diğer insan faaliyetlerini, sıcaklığı, ışık seviyelerini vb. kaydederek uzaydaki herhangi bir noktadan bilgi alabilmektedir. Bu nedenle, çeşitli izleme teknolojilerinin 3 boyutlu bir fiziksel alana yeni boyutlar katarak onu çok boyutlu hale getirdiğini söyleyebiliriz.



Şekil 2.4 Sanal gerçeklik teknolojisinin tarihsel süreçte gelişimi (yazar tarafından üretilmiştir).

Sherman ve Craig (2003), sanal gerçekliği "katılımcının pozisyonunu ve eylemlerini algılayan ve bir veya daha fazla duyuya verilen geri beslemeyi değiştiren veya artıran, etkileşimli bilgisayar simülasyonlarından oluşan bir ortam" olarak tanımlamaktadır. Sherman ve Craig (2018)'e göre sanal gerçekliğin var olması için dört temel unsur içermesi gerekmektedir. Bu dört unsur: Sanal dünya (virtual world), mevcudiyet (immersion), etkileşim (interactivity) ve duysal geri bildirimdir (sensory feedback). (Şekil 2.5)



Şekil 2.5 Sanal gerçeklik deneyiminin var olması için Sherman ve Craig'ın belirttiği unsurlar (yazar tarafından üretilmiştir).

Belirtilen dört unsurdan birincisi sanal dünya, tasarımcının kararlarına göre farklı yapma biçimleri kullanılarak oluşturulan sanal mekandır. Sanal mekanın oluşturulmasında yöntem seçimini belirleyen en önemli unsurlardan biri tasarımcının kullanıcıya vermek istediği bilginin içeriği ve bilgiyi aktarma yöntemidir. Böylece ana problem, kullanıcının mekanda hangi bilgiler ile karşılaşacağı ve bu bilgileri ne şekilde deneyimleyebileceğidir, bu kararlar verildikten sonra sanal mekan yaratma teknolojileri kullanılarak mekanlar oluşturulabilir. Sanal mekan var olmadan bahsedilen diğer unsurlar ve sanal gerçeklik deneyimi de var olamaz. Bu nedenle bir sanal gerçeklik deneyiminin temel elemanı üç boyutlu sanal dünyadır.

İkinci unsur, mevcudiyet (immersion) kavramı yalnızca sanal gerçeklik deneyimleri için değil, kitap, film, oyun gibi kullanıcıya belirli çerçevede yeni bir deneyim ve var olduğu gerçekliğin dışında bir hikaye aktarmak isteyen alanlar için de önemli bir kavramdır. Mevcudiyet, suya batırılmanın fiziksel deneyiminden türetilen metaforik bir terimdir. "Okyanusa veya yüzme havuzuna atlarken yaptığımız psikolojik olarak sürükleyici bir deneyimde de aynı duyguyu ararız: Suyun havadan farklı olması gibi tamamen başka bir gerçeklikle çevrili olma hissi, tüm dikkatimizi çeker." (Murray, J. H.,2017) Kitap ve filmlerdeki mevcudiyet etkisi oyun ve sanal gerçeklik deneyimlerine kıyasla daha güçsüz olarak tanımlanabilir, çünkü kitap veya film ile izleyici arasında tek yönlü bir iletişim bulunmaktadır. Tek yönlü deneyim nedeniyle izleyicinin konsantrasyonu kolay

dağılabilir ve deneyimi yüksek seviyede bir dalma ile yaşayamayabilir. Oyunlarda ise mevcudiyet, "oyuncunun etrafındaki gerçek dünyayı ihmal ederek oynama faaliyetine tamamen dahil olma veya kendini kaptırma anlamına gelen “oyunda” olma duygusudur." (Cairns, P., Cox, A. L., ve diğerleri, 2013) Oyun deneyiminde mevcudiyet kavramı önemli bir yere sahiptir, öyle ki mevcudiyet kavramını araştırmak için IEQ (Immersive Experience Questionnaire) isimli anketler oluşturulmuştur. Bu anketler oyunlara dahil olma (mevcudiyet) deneyimini ölçmek için kullanılmaktadır. Yapılan anketler sayesinde yeni üretilen oyunların mevcudiyet katsayısını artırılarak, oyuncunun oyunda daha konsantre şekilde var olması hedeflenmektedir. Oyundaki mevcudiyet seviyesinin düzeyi oyuncunun oyundan aldığı haz seviyesini artırmakta, daha fazla zaman geçirmesini sağlamaktadır. Benzer şekilde sanal gerçeklik deneyimleri de mevcudiyet katsayısını artırarak kullanıcının sanal mekanda olabildiğince uzun zaman geçirmesini ve sanal mekanla maksimum seviyede iletişim kurmasını hedeflemektedir. Sanal gerçeklik tasarımının amacının ne olduğuna göre sanal mekanda geçirilmesi istenen süre değişiklik gösteriyor olsa da mevcudiyet katsayısı yüksek olduğunda kullanıcının sanal mekanda geçirdiği zamanda aldığı verim yükselecektir. "Sanal gerçekliğin kuşkusuz basit bir tanımı, alternatif bir gerçekliğe veya bakış açısına mevcudiyet olabilir."(Sherman ve Craig, 2003.) Burnett (2012), imgelerle olan iletişimde hayaller ve düşünce süreçlerinin de sürece dahil olduğunu, izleyicinin bedenle veya bedensiz imge ile etkileşime geçtiğini söylemektedir. Tüm temsil yöntemleri (imgeler) için bu etkileşim geçerlidir ve izleyicinin düşünce sürecine göre farklılık gösterir fakat sanal gerçeklik temsilde geleneksel yöntemlerden farklı olarak imgeler ile olan iletişim dinamiktir, iki taraflıdır ve kişiye özel karşılaşmalar barındırır. Bu dinamizmle kullanıcı imgelerle kurduğu ilişkiyi daha konsantre ve dış dünyadan yalıtılmış şekilde kurar. Böylece kullanıcı, mevcudiyet yöntemi ile dış dünyanın etkenlerinden sıyrılarak mekanı algılayabilir, etkileşimli olması nedeniyle mekanı istediği her açıdan görerek deneyimleyebilir.

Etkileşim, sanal gerçeklik deneyiminde, mekan ile kullanıcının birbirlerini aynı deneyim içinde etkilemesi ve bu etkileme sonucunda birbirlerini dönüştürmesi olarak tanımlanabilir. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte insan-makine

etkileşimleri zamanla gelişmiş ve birbirlerini anlık olarak etkilemeye başlamıştır. Sanal gerçeklik deneyiminde de etkileşimli teknolojiler kullanılarak mekanı deneyimleyen kişinin mekan ile direkt iletişim kurması ve sanal mekan deneyiminin gerçek mekan deneyimine yaklaşması hedeflenmektedir. Kullanılan donanımlar ile kullanıcı fiziksel olarak hareket ettiğinde sanal mekan içinde de aynı hareketin karşılığını görmekte, mekan tasarımına eklenen eklentiler ile mekandaki objelerin yerlerini değiştirebilmekte, hareket ettiğinde çevreden gelen ses uyaranlarını mekandaki yoğunluklarına göre duyabilmekte, son gelişmeler ile birlikte mekandaki nesnelerin dokularını hissedebilmektedir. Teknolojik gelişmelerle birlikte, gerçek mekan deneyiminde sahip olunan etkileşim yöntemlerinin sanal mekanda da var olmasını sağlayan yeni teknolojiler üretilmeye devam edecektir. Sanal gerçeklik deneyiminin etkileşimli olmasının en önemli sonuçlarından biri, kişinin mekanı kendi istekleri doğrultusunda, kendi görmek istediği açılardan, insan ölçeği ile ve tüm duyuşsal veri bilgilerini aynı anda alarak deneyimleyebilmesini sağlamasıdır.

Duyusal geri bildirim, etkileşimli bir mekan deneyiminin getirisi olarak karşımıza çıkmaktadır. Kullanıcı, etkileşimli bir sanal mekan ile iletişime girdiği anda mekan da kullanıcıya karşılık verir. Duyusal geri bildirim ağırlıklı olarak görme duyusu üzerinden ortaya çıksa da sanal gerçeklik deneyimlerinde tüm duyular için geribildirim sağlayabilen donanımlar mevcuttur. Kullanıcının hareketlerine karşılık olarak mekandan geri bildirim almasıyla birlikte sanal gerçeklikteki mekan deneyimi gerçek mekan deneyimine yaklaşmış olur.

Yukarıdaki açıklamalar ve Sherman ve Craig'in tarifi temelinde sanal gerçeklik deneyimi için kapsayıcı bir tanım yapmak gerekirse, sanal gerçeklik, kullanıldığı alana ve kullanım amacına bağlı olarak içeriği ve arayüzleri⁴ farklılık gösteren, sanal dünya üzerinden kullanıcıya özgü deneyim sunan, interaktif temsil aracıdır. Çalışma kapsamında incelenen sanal gerçeklik temsilleri, Sherman ve Craig'in

⁴ Arayüz: Kullanıcı ile tasarlanan kurgunun etkileşime girdiği sanal mekan ortamı.

tanımında bulunan ve yukarıda açıklanan dört temel unsur üzerinden sınıflandırılmaktadır.

2.1.2 Sanal Gerçeklik Bileşenleri

Sanal gerçeklik mekânsal bileşenler ve etkileşim donanımları olmak üzere iki ana faktörden meydana gelir (Şekil 2.6). Birinci faktör deneyimin yaşandığı sanal mekan, ikinci faktör ise kullanıcının sanal mekan ile etkileşime geçmesine olanak tanıyan donanımlardır. Bu iki bileşen olmadan sanal gerçeklik deneyiminin var olması mümkün değildir. Fakat sanal mekan üretimi ve kullanılan donanımlar sanal gerçeklik deneyiminin tasarımına, kullanıcının sahip olduğu teknolojik yeterliliklere göre değişiklik göstermektedir. Her sanal gerçeklik deneyimi bu iki ana bileşene sahip olsa da bileşenlerin üretim biçimi, sahip olduğu nitelikler, kullanıcı ile etkileşim düzeyi farklıdır. İlerleyen zamanlarda sanal gerçeklik deneyimine yeni bileşenlerin geleceği öngörülse de tez kapsamında günümüz teknolojisinde güncel olarak kullanılan bileşenler incelenmektedir.



Şekil 2.6 Sanal gerçeklik bileşenleri (yazar tarafından üretilmiştir).

Sanal gerçeklik bileşenleri mekânsal bileşenler ve etkileşimli donanımlar olmak üzere iki ana başlıkta ele alınmaktadır. Mekansal bileşenler de fiziksel olarak var

olan bir mekanın yeniden üretimi ve var olmayan bir mekanın yeniden üretimi olarak iki alt başlığa ayrılmaktadır. Sanal gerçeklik deneyimlerinde üretilecek olan mekanın gerçekte var olup olmaması kullanılacak olan yöntemleri değiştirebilmektedir. Var olan bir mekan için fotogrametri gibi fotoğraflama temelli yöntemler ve modelleme yöntemleri kullanılabilirken, hiç var olmamış bir mekanın üretiminde üç boyutlu modelleme yöntemi kullanılmaktadır. Sanal mekan tasarımı tamamlandıktan sonra çeşitli uygulamalar kullanılarak mekan içerisine eklentiler dahil edilmektedir. Bu eklentiler tasarımcının belirlediği deneyim tasarımına bağlı olarak farklılıklar gösterir. Deneyime sanal mekanda bulunan nesnelerle ilgili bilgi metinleri, bekleme odası gibi ayrı bir mekan eklentisi, farklı sanal mekanlar arası geçişi sağlayan geçiş noktaları, deneyimcinin avatari⁵ gibi farklı ekler yapılabilir. Sanal mekan deneyiminde birçok farklı insan-makine etkileşimi sağlayan donanım bulunmaktadır, bu donanımlar ekranlar, başa takılan ekranlar (sanal gerçeklik gözlüğü), kulaklık, hareket sağlayıcılar ve dokunsal teknoloji donanımları olmak üzere beş alt başlıkta incelenmektedir. Tasarımlar daha geniş kitlelere ulaşabilmek için birden fazla donanım ile kullanılabilir olarak tasarlanmaktadır. Kullanıcı sahip olduğu etkileşim aracına uygun seçeneği seçerek deneyimi yaşayabilir. Örneğin, Şekil 2.7’de yer alan sanal müze deneyimi hem bilgisayar ekranı ve fare ile hem de sanal gerçeklik gözlüğü ile deneyimlenebilir şekilde tasarlanmıştır. Sanal gerçeklik gözlüğünün gelecek yıllarda daha erişilebilir olması öngörüldüğü için birçok sanal müze deneyim tasarımını sanal gerçeklik gözlüğü donanımına uygun olarak yayınlamaktadır. Mekanı deneyimlerken kullanılan donanım mekan deneyiminin niteliğini değiştirmektedir. Sanal mekan deneyimini bilgisayar ekranı üzerinden yapan bir kişi, sanal gerçeklik gözlüğü ile deneyimleyen kişiye göre daha az mevcudiyet hissi yaşar çünkü sanal gerçeklik gözlüğü kişiyi fiziksel mekandan görsel olarak koparır ve sanal mekan deneyimi ile çevreler, böylece kullanıcı sanal mekanı dış etkenlerden yalıtılmış şekilde deneyimleme fırsatı bulur. Sanal gerçeklik deneyimi kaç farklı duyuya hitap ediyorsa o kadar gerçek mekan deneyimine yakın ve dalma

⁵ Avatar: Sanal mekanda kullanıcının fiziksel varlığını tanımlayan beden temsili.

katsayısı yüksektir. Günümüzde yaygın olarak kullanılan donanımlar öncelikli olarak görme duyusuna sonrasında sırayla işitme, dokunma duyusuna hitap etmektedir. Koku ve tat duyuları sanal mekanda taklit edilmesi ve etkileşimli donanımlar ile kullanıcıya aktarılması en zor olan duyular olması nedeniyle sanal mekan deneyimlerinde kullanımları diğer duysal bilgiler kadar yaygınlaşmamıştır. Sanal gerçeklik deneyiminde gerçek mekan deneyimindeki tüm duysal bilgilerin aktarımını sağlamak için donanım geliştirme çalışmaları devam etmektedir.

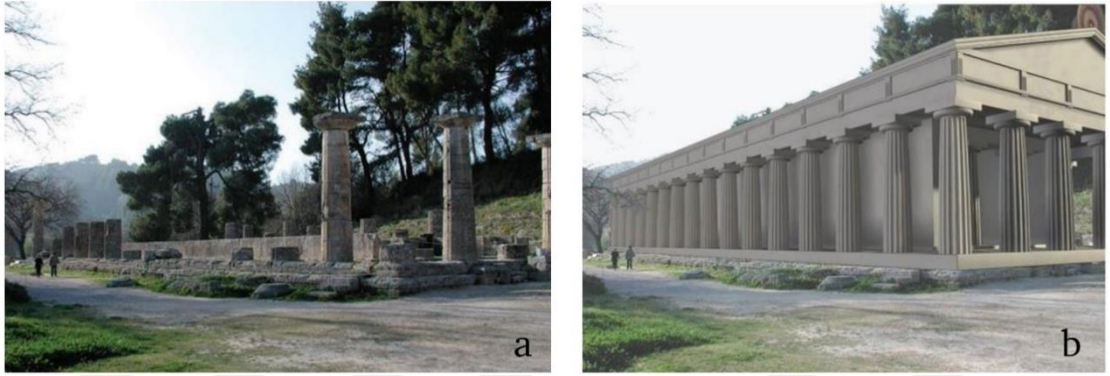


Şekil 2.7 Louvre Müzesi panoramik sanal gezi sitesi arayüzü (Youvisit, 2022).

2.1.1.1 Mekan Temelli Bileşenler

Sanal gerçeklik deneyimi sanal mekandan bağımsız düşünülemez. Sanal gerçekliğin deneyimlendiği sanal mekanı üretmek için öncelikle tasarımcı deneyimin kurgusuna uygun olarak mekansal kararlarını vermektedir. Sanal mekan iki farklı şekilde sınıflandırılabilir: Bunlardan ilki var olan bir mekanın sanal mekanda yeniden üretilmesi ve gerçekte var olmayan, hayali bir mekanın sanal mekanda üretilmesidir. Var olan bir mekanın sanal mekanda yeniden üretimi için fotoğraflama yöntemleri ve üç boyutlu modelleme yöntemleri, hayali bir mekan kurgusunun sanal mekan olarak üretilmesinde ise üç boyutlu modelleme yöntemleri kullanılır. Üç boyutlu modellemede kullanılacak olan program, mekan bilgilerinin modele işleme seviyesi, mekan ile kurulacak olan etkileşimler tasarımcının kararlarına bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Mekan üretimi sırasında esas alınan ilk duyu organı görmedir. Mekan öncelikli

olarak görsel duyuya hitap eden yönleri ile tasarlanır. "Sanal gerçeklik, nihayetinde, profesyonel ve akademik literatürde son zamanlarda bir patlama yaşayan teknik bir görselleştirme türüdür" (Portman, M. E., ve diğerleri, 2015). Görselleştirme süreci, üç boyutlu sanal mekanın oluşturulması, mekanın malzeme bilgilerinin eklenmesi, tasarıma uygun olarak etkileşimli eklentilerin eklenmesi, ışık ve malzeme ayarlarının yapılarak final renderının⁶ alınması aşamalarından meydana gelir. Sanal mekan üretiminde kullanılan görselleştirme yöntemlerini fotoğraflama yöntemi ile sanal mekan üretimi ve üç boyutlu modelleme yöntemi ile sanal mekan üretimi olarak iki ana başlık altında sınıflandırılmaktadır. Bu iki yöntem bir arada kullanılarak hibrit üretimler de yapılabilir (Şekil 2.8).



Şekil 2.8 Hera Tapınağı'nın sanal gerçeklik ile rekonstrüksiyon çalışması. (a. mevcut durum, b. sanal gerçeklik deneyimindeki rekonstrüksiyon.) (Vlahakis, V.ve diğerleri, 2020)

- **Fotoğraflama Yöntemi ile Sanal Mekan Üretimi**

Fotoğraflama yöntemini kullanmak için üretilecek olan sanal mekanın bir kısmının veya tamamının fiziksel dünyada var olması gerekmektedir. Fiziksel olarak var olan mekanlar çeşitli fotoğraflama yöntemleri ile belgelenebilir. Fotoğraflama, sıkça kullanılan bir belgeleme yöntemidir, fakat sanal mekan üretimi için fotoğraflamayı belirli yöntemler ile kullanmak gerekmektedir. Bir mekanı üç boyutlu olarak yeniden fotoğraflarla üretmek için sıkça kullanılan iki fotoğraflama

⁶ Render: Üç boyutlu model sunumlarında ışık, renk, malzeme dokusu gibi bilgilerin son haline getirilerek belirli programlar yardımıyla sunuma hazır hale getirilmesidir.

yöntemi bulunur. Birinci yöntem panoramik fotoğraflama (Şekil 2.4), ikinci yöntem ise hem fotoğraflamayı hem de metrik ölçümleri içeren fotogrametri yöntemidir. İki yöntemde de mekan veya nesne olabildiğince fazla noktadan görüntülenerek görüntülerin belirli teknikler ile birleştirilmesiyle sanal mekan oluşturulmaktadır. Panoramik fotoğraflama yönteminde mekan belirli bir noktadan birbiriyle kesişecek açılarla birçok kez fotoğraflanmakta ve birleştirilmektedir, fakat bu yöntemde fotoğrafların çekildiği sırada yaşanan ışık değişimleri, hareket eden nesneler sonuç üründe hatalı görüntülere neden olabilir (Fineschi, A., & Pozzebon, A., 2015).

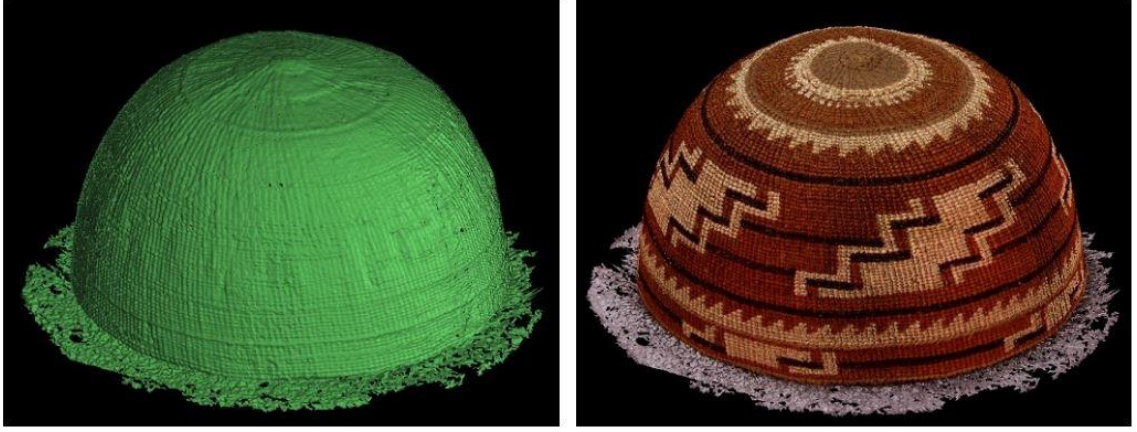


Şekil 2.9 Pellegrinaio'nun 360 derece görünümü (Fineschi, A., & Pozzebon, A., 2015).

Panoramik fotoğraflama ile oluşturulan sanal gerçeklik deneyimleri kullanıcıya 360 derecelik bir görüş alanı sağlayarak, geleneksel temsillere kıyasla yüksek düzeyde gerçeklik hissi sağlar (Mouratidis, K., & Hassan, R., 2020). Bu yöntem ile kullanıcı var olan bir mekanı tasarımcının yorumu katılmadan gerçek mekansal durum ile deneyimleyebilmektedir. Kurgusal bir mekan oluşturmak için uygun bir yöntem değildir. Genel olarak fiziksel çevre ile ilişkili alanlarda kullanılmaktadır. Örneğin dünya genelinde birçok müzenin sanal gezileri panoramik fotoğraflama yöntem ile üretilmektedir. Kullanıcı panoramik fotoğraflama yöntemi ile oluşturulan sanal mekanı istediği perspektiften deneyimleyebilmektedir, fakat fotoğraflama yöntemine göre kullanıcının mekanı görebildiği açılar değişiklik

göstermektedir. Bu yöntemin dezavantajlarından biri, mekan fotoğraflanıp birleştirildikten sonra bazı açılarda görüntülerin kayması nedeniyle mekandaki nesnelerin olduğundan farklı boyutlarda ve farklı oranlarda görülmesidir. Mekan ne kadar sürekli ve birbirine yakın noktalardan fotoğraflanırsa o kadar gerçekçi ve akıcı bir görüntü sağlanmaktadır. Panoramik fotoğraflama yöntemi ile üretilen sanal mekanlarda kullanıcı mekandaki nesneler ile etkileşime geçemez, çünkü nesneler hareket edebilir değildir. Genel olarak kent mekanlarını, müzeleri ve sergileri sanal mekan ile insanlara ulaştırmak amacıyla kullanılır ve interaktif olması için bilgi metinleri eklenebilir. Yapılan araştırmalar sonucunda kişilerin daha önce ziyaret etmedikleri mekanları sanal mekan üzerinden deneyimlemesi onları gerçek mekanda turistik bir gezi planlamak için teşvik etmektedir (Thomas, W. A., & Carey, S., 2005).

Fotogrametri, bir nesneyi veya mekanı belgelemek için kullanılan, panoramik fotoğraflamaya kıyasla mekan ölçülerinde daha doğru sonuçlar veren bir belgeleme yöntemidir. "Mimari Fotogrametri, sayısal ve analog görüntüler üzerinde var olan, mimari nesneye ait görsel bilgilerin, mimari nesnenin geometrik çözümlemesinin yapılması için değerlendirilmesi tekniklerinin bütünüdür" (Turan, M. H.,2004). Sanal gerçeklikte deneyimlenen mekanın doğru ölçülerde modellenmesi için kullanılmaktadır. Sürücü, O ve Başar, M.E. (2016)'ye göre fotogrametrik yöntemler ile sanal gerçeklik üretimi altı alt başlıkta incelenebilir. Bu başlıklar; "Sanal rekonstrüksiyon amaçlı uygulamalar, yerinde deneyimleme ve rehberlik sağlama amaçlı uygulamalar, bilimsel analiz amaçlı uygulamalar, sanal restorasyon amaçlı uygulamalar, sanal müzeler (Şekil 2.10), eğitici oyunlardır."



Şekil 2.10 Kızılderili sepetinin sanal müze için fotogrametrik yöntem ile modellenmesi (Isler, V., Wilson, B., & Bajcsy, R., 2006).

Var olan bir yapıyı veya fiziksel çevreyi en doğru şekilde modelleme yöntemi olduğu için fotogrametri sanal mekan üretimi için önemli bir yapma biçimidir. Geleneksel yöntemler kullanılarak uzun sürede modellenen sanal mekanlar, fotogrametrik yöntemler ve yazılımlar ile kısa sürede ve hata payı düşük bir şekilde üretilmektedir. Bu teknikler ile üretilen sanal mekan aynı zamanda bir belgeleme niteliği de taşımaktadır.

- **Üç Boyutlu Modelleme Yöntemi ile Sanal Mekan Üretimi**

Sanal mekan üretiminde kullanılan üç boyutlu modelleme yöntemi, bilgisayar destekli tasarımların gelişmesi ile ortaya çıkmıştır. Vektörel tabanlı grafik yazılımlar ve NURBS⁷ modelleme yöntemleri ile oluşturulmaktadır. "Vektörel yazılımlarda, bina elemanları çizgiler (segment, edge) ve çizgilerin kesişimi noktalardan (vertex, node) oluştuğundan sık sık biçimsel değişikliklere olanak tanımaktadır... NURBS yazılımları ise; vektör yazılımların benzeri olmakla birlikte; düzenli geometrik formların dışında kalan eğrisel, organik ve irrasyonel formların yaratılmasında kullanılmaktadır" (Yıldırım, M., 2004). Üç boyutlu modelleme yöntemleri hem yazılım hem de görselleştirme yöntemleri ile gruplara

⁷ NURBS: Non-Uniform Rational B-Splines'in kısaltmasıdır. Organik şekillerin modellenmesi için kullanılan matematiksel ifadedir.

ayrılabilir. Üretilen sanal mekan modelleri, malzeme ile giydirilme yöntemine bağlı olarak, foto-gerçekçi olan üç boyutlu modeller ve foto-gerçekçi olmayan üç boyutlu sanal modeller olarak ikiye ayrılmaktadır. Foto-gerçekçi modelleme yönteminde üç boyutlu modelleme yapıldıktan sonra sanal nesneler üzerine belirlenen doku (texture) giydirilerek gerçek nesneye benzemesi sağlanır. Böylece soyut bir model olarak görünmekten çıkıp gerçek bir nesnenin sanal ortamda üretilmiş haline dönüşür. Modelin foto-gerçekçi olmasında önemli olan bir diğer nokta da ışıktır. Gerçek mekan aydınlatmasına benzer bir ışık tasarımı ile sanal mekan görsel olarak gerçek mekana yaklaşabilir. Fotoğraf ve sinemada ışık kullanımı yalnızca mekanı aydınlatmak için değil, izleyiciye görsel yönelim yaratmak için de kullanılmaktadır (Aydın, E. D., 2012). Sanal gerçeklik deneyimlerinde de kullanıcı, mekan kurgusuna bağlı olarak, ışık ile belirli noktalara yönlendirilebilir.

Üç boyutlu modelleme yöntemini, fotoğraflama ile sanal mekan üretiminden ayıran özellikler; gerçek mekanda bulunan her nesneyi sanal deneyime dahil etme zorunluluğu yoktur, gerçek mekan kurgusunda önemli bulunan belirli noktalar sanal deneyime eklenebilir, deneyimin amacına uygun olarak ışık, renk, doku ayarı ve oyun deneyimi gibi gerçek mekandan farklı bir kurgu öneriliyorsa sanal mekanda ona uygun olarak eklentiler yapılabilir.

2.1.1.2 Kullanıcı ile Sanal Mekan Arasındaki Etkileşimi Sağlayan Donanımlar

Bilgisayar tabanlı bir dünya olan sanal gerçeklik deneyiminde mekan, kullanıcının hareketlerine göre dönüşür ve etkileşimli bir deneyim yaşanır. Kullanıcı hareketleri ile sanal mekanı dönüştürmek için mekan ile iletişim kurmasına yarayan donanımlara ihtiyaç duyar. Tasarımın kurgusuna bağlı olarak kullanıcı, kafa hareketlerini değiştirerek mekanda gördüğü açıyı değiştirebilir, fiziksel olarak yürüyerek veya kumanda yardımıyla sanal mekanda ilerleyerek mekanı dolaşabilir, mekandaki nesneleri kavrayıp yerlerini değiştirebilir, bilgi metinlerini içeren pencereleri açıp kapatabilir, bir sanal mekandan başka bir sanal mekana geçiş yapabilir. Bu ve benzeri etkileşimler sanal mekan ile kullanıcı arasındaki iletişimi sağlar ve mekanı deneyimlerken mevcudiyetin oluşmasına yardımcı olmaktadır. Etkileşimin kullanıcı üzerinde etki ettiği duyu sayısı ne kadar artarsa,

kullanıcının sanal mekan deneyimi o kadar gerçek mekan deneyimine yaklaşmaktadır.

Mekanın yalnızca görülen veya izlenen bir kavram olmadığı düşüncesi ile mekandaki farklı dinamikleri tasarlama ve deneyimleme ihtiyacı doğmuştur. Bu ihtiyaca karşılık olarak, gelişen sanal gerçeklik teknolojisi tasarımcının kararlarına göre beş duyuya birden hitap edebilir. Her duyu birbirini tetikleyerek mekanın daha bütüncül algılanmasını sağlamaktadır. Sanal gerçeklik deneyimlerinde aktarılmak istenen duysal bilgilere göre kullanılacak olan donanımlar değişiklik göstermektedir. “On dokuzuncu yüzyılın sonlarında, Batı toplumunda görmenin rolü, fotoğraf ve sinema gibi son derece etkili görsel teknolojilerin gelişmesiyle daha da genişledi” (Howes, D., 2002). Böylece teknolojik ilerlemelerde görme duyusu ön plana alınmış, birçok medya aracı öncelikli olarak görme duyusuna hitap etmeye başlamıştır. Sanal gerçeklik deneyiminde de görme duyusu öncelikli olarak gelişmiş olsa da teknolojik ilerlemeler sayesinde sanal mekanda duysal bilgi aktarımı için birçok farklı donanım mevcuttur. Bölüm kapsamında geçmişten günümüze kadar geliştirilen sanal gerçeklik donanımları incelenmektedir. Sanal gerçekliğin en güçlü hitap ettiği duyu olan görme duyusu için farklı birkaç seçenek bulunmaktadır. Kullanıcı sanal mekanı bilgisayar/tablet/telefon ekranından, CAVE⁸ ismi verilen büyük ekranlar veya sanal gerçeklik gözlüğü ile deneyimleyebilmektedir. Hangi aracın seçileceği tasarımcının kullanıcıya vermek istediği bilgiye, sanal gerçeklikteki mekan tasarımına ve teknolojik yeterliliklere göre değişiklik gösterebilir. Dokunsal (taktıl) bilgiler için genelde eldiven, yüksük ve dış iskeletli sistemler kullanılmaktadır. Sanal mekandaki mevcudiyeti artıran önemli etkenlerden biri olan hareket için de fare, sanal gerçeklik gözlüğü, el kumandası (joystick) gibi farklı donanımlar kullanılmaktadır. Sanal mekanın ses bilgilerinin aktarılmasında kulaklıklar ve hoparlörler kullanılmaktadır.

⁸ CAVE: Cave Automatic Virtual Environment (Mağara benzeri sanal mekan) kısaltması olarak kullanılmaktadır.

- **CAVE Sistemi (Büyük Ekranlar)**

CAVE, kullanıcının bulunduğu odanın duvarlarını bir veya daha fazla projeksiyon ile sabit ekrana dönüştürerek kullanıcıyı sanal mekan içinde hissettirmeyi amaçlayan bir çeşit sanal gerçeklik uygulamasıdır. "Tipik bir CAVE, dört projektör ve dört projeksiyon ekranı kullanır ve oda boyutuna bağlı olarak bir düzine izleyiciyi barındırabilir" (Gupta, S., ve diğerleri, 2008). Birinci olarak görme duyusuna hitap eder ve sanal mekanın görselleri ile kullanıcıyı sarmalar. Eklenen farklı donanımlar ile ses, doku, koku gibi diğer duyulara da hitap edebilir. Günümüz teknolojisinde CAVE kullanıcının dört bir yanını sarar ve 360 derecelik bir görüntü sağlar, böylece dalma hissini yoğun şekilde hissettirebilir. CAVE gibi büyük ekranlı sistemlerde kullanıcılar aynı anda aynı sanal ortamı deneyimleyebildiği için ortak çalışma alanı olarak kullanıma uygundur (Craig, A. B. ve diğerleri., 2009). CAVE sistemi, birden fazla kullanıcının aynı fiziksel mekan içinde bulunarak, aynı sanal mekanı aynı anda deneyimlemelerine olanak sağlamaktadır (Şekil 2.11). Bu nedenle diğer sanal gerçeklik donanımlarından ayrılmakta, işbirlikçi çalışmalarda kullanımı en kolay sistemlerden biri olarak ön plana çıkmaktadır.



Şekil 2.11 CAVE sistem ile sanal mekan deneyimi (Blog laval virtual, 2020).

- **Sanal Gerçeklik Gözlüğü (Head Mounted Display)**

Sanal gerçeklik mekanlarında görsel duyu aktarımını sağlamak için yaygın olarak kullanılan araç, sanal gerçeklik gözlüğüdür. Sanal gerçeklik deneyimini diğer sanal mekan deneyimlerinden farklı kılan en önemli özelliği, sanal gerçeklik gözlüğü ile kullanıcıyı fiziksel dünyadan görsel olarak soyutlayarak sanal dünya içerisinde var edebilmesidir. Sanal gerçeklik gözlüğü sanal mekandaki mevcudiyeti sağlamakta önemli rol oynadığından, sanal gerçeklik deneyimlerinde sıkça tercih edilmektedir. Kullanıcı sanal gerçeklik gözlüğünü taktığı an itibarıyla gerçek dünya ile görsel iletişimi keser ve sanal mekan içerisinde var olmaya başlamaktadır. "Algıya dayalı uzamsal bulunuşluluğun oluşması için görsel-motor uyumu olması gereken bir şarttır" (Murphy, D. J., 2017). Wirth ve diğerleri (2007)'ne göre, sanal gerçeklik deneyiminde uzamsal bulunuşluluk oluşması için kullanıcıların mekanı, sürükleyici sanal ortamda birinci tekil şahıs bakış açısı ile (benmerkezci) deneyimlemesi önemli bir etkidir. "Sanal gerçeklik gözlükleri, her bir göze aynı sahnenin farklı iki boyutlu görüntü setini gönderir ve optikler, gözlerin çok çabuk yorulmadan çok kısa mesafelere odaklanmasını sağlar" (Gupta, S., ve diğerleri, 2008). Bilinen ilk sanal gerçeklik gözlüğü Ivan Sutherland (1960) tarafından, The Ultimate Display isimli çalışmasında kullanılmıştır. Demokles'in Kılıcı (The Sword of Damocles) isimli sanal gerçeklik gözlüğü, taşınamayacak kadar ağırdır ve bilgisayardan gelen bilgileri kablo yardımıyla gözlüğe aktardığından tavana mekanik kollar ile sabitlenerek kullanılmaktadır. Bu kollar kullanıcının hareketlerini kısıtlasa da dönemin teknolojisine göre 360 derecelik bir görüş açısı yaratması nedeniyle önemlidir. Fakat günümüzdeki sanal gerçeklik tanımında yer alan dış dünyadan soyutlanma özelliği bu buluşta henüz tam olarak bulunmamaktadır, çünkü gözlük takıldıktan sonra dahi bulunan fiziksel çevrenin görüntüsü tamamen kaybolmamakta, gözlükte görülen üç boyutlu model fiziksel çevre görüntüsünün üzerine binmektedir. Bu özelliği nedeniyle Demokles'in Kılıcı artırılmış gerçeklik (AR) teknolojisinin de atası olarak görülmektedir.

Günümüzde Google, Apple, Samsung, Oculus VR (Şekil 2.11), Microsoft gibi birçok önemli şirket sanal gerçeklik gözlüğü geliştirmektedir. Sanal gerçeklik gözlüğü literatürde giyilebilir (wearable) olarak adlandırılmaktadır. Giyilebilirlik,

kolay taşınabilme, esneklik ve vücudu saran bir deneyimin parçası olmak anlamlarına gelmektedir. "Kullanıcılar bir ürünü vücut aksesuarlarına benziyorsa ve vücudun bir uzantısı olarak kullanılabiliriyorsa giyilebilir olarak düşünürler. Bu nedenle ürünlerin vücutla uyumlu olması son derece önemlidir" (Kuru, A., & Erbuğ, Ç., 2013). Sanal gerçeklik gözlüğü, deneyiminin başından sonuna kadar kullanıcının üzerinde bulunması gereken bir araçtır. Tüm sanal gerçeklik deneyimi boyunca kişinin üzerinde olması nedeniyle ergonomik olması kullanıcı konforu için önemlidir. Sanal gerçeklik gözlükleri tasarım olarak ilk örneğinden bu yana hafiflik, esneklik, bağımsız hareket edebilme, birden çok duyuya hitap edebilme, yüksek çözünürlükte görüntü kalitesi sağlama gibi açılardan geliştirilmiştir. Örneğin, piyasaya sürülen ilk sanal gerçeklik gözlükleri bilgisayara kablo ile bağlanmak zorunda olduğu için, hareket özgürlüğünü kısıtlamaktaydı, güncel olarak kullanılan sanal gerçeklik gözlükleri ise kablosuz olduğu için kullanıcıya bağımsız bir alan tanımlamaktadır. Fakat günümüzde hala kullanıcıların günlük hayatlarında uzun süre kullanabilecekleri kadar ergonomik bir seçeneğin üretilmediği söylenebilir. Giyilebilir bir ürünün kullanıcılar tarafından tercih edilmesi için yalnızca ergonomik olması yeterli olmaz, modaya uyum sağlayan bir tasarıma sahip olması da bu açıdan önemlidir (Herz, M., & Rauschnabel, P. A., 2019). Sanal gerçeklik gözlüğü kullanımının yaygınlaşması ve günlük hayata uyum sağlamasında gözlüğün tasarımı da etkilidir. Yapılan araştırmalar sonucunda kullanıcılar giyilebilir araçlar için öncelikli olarak kişisel konforu sağlaması gerektiğine dikkat çekerler. Kişisel konfor için gerekli ön koşullar ise kişiselleştirilebilirlik, uyarlanabilirlik, değiştirilebilirlik ve insan anatomisine uygunluk olarak belirlenmiştir (Kuru, A., & Erbuğ, Ç., 2013).



Şekil 2.12 Oculus, Meta Quest 2 model sanal gerçeklik gözlüğü (NY times, 2020).

Sanal gerçeklik gözlüğü, mekanda var olma hissini kullanıcının hareketleri ve sanal mekan arasında kurduğu etkileşim ile gerçekçi kılar. Sanal mekanda var olma ve hareketlerin karşılığını bulduğunu birinci tekil şahıs perspektifinden görebilmek için sanal gerçeklik gözlüğü kullanımı önemli yer tutmaktadır. Aynı zamanda sanal mekanda sahip olunan avatari birinci tekil şahıs perspektifinden görmeyi sağlayan gözlük, sanal mekanda bulunuşluluk hissi oluşmasında önemli rol oynamaktadır. Sanchez ve diğerleri (2017)'nin kentsel mekan üzerinde yaptıkları deney sonuçlarına göre sanal gerçeklik deneyimi kullanıcılar tarafından oldukça gerçekçi olarak yorumlanmıştır fakat bazı kullanıcıların üzerinde durduğu konu, sanal gerçeklik gözlüklerinin görüntü kalitesinin sanal gerçeklik deneyiminin gerçekliğini etkilediği yönündedir. Bu geri bildirime göre, tasarımcı gerçekçi bir sanal mekan oluştursa da mekan gözlük ekranı üzerinden görüntülendiği için ekran kalitesi büyük önem taşımaktadır.

- **Dokunsal (Taktıl) Teknoloji Donanımları**

Dokunma, insan vücudunda en fazla yer kaplayan, kinestetik ve dokunsal sistem olmak üzere iki sistemi birden etkileyen önemli bir duyudur. Dokunma, en ilkel ve temel iç güdüdür. Dokunma duyusu diğer duylara nazaran insanda en erken oluşan duyudur. Henüz doğmamış bir bebekte

dahi dokunma duyusunun 7. haftadan itibaren oluştuğu bilimsel olarak kanıtlanmıştır (Özyazıcı, K., ve diğerleri, 2021).

Dokunma duyusu insanların dünyayı algılamasında ve varlığını fiziksel olarak hissetmesinde önemli bir yer kaplamaktadır. Sanal gerçeklik deneyimine dokunma duyusunun eklenmesi sanal mekan deneyiminin gerçek mekan deneyimine daha yakın hale getirir. Sanal gerçeklikte dokunma duyusunu geliştiren teknoloji genel olarak dokunsal teknoloji (haptik teknoloji) adı altında incelenmektedir. Dokunsal teknoloji dokunmatik telefon, tablet gibi teknolojik aletlerin geliştirilmesinde de rol oynamıştır. Sanal gerçeklik deneyimi için de deneyimin mevcudiyet seviyesini artırmak, mekan ile ilgili daha çok bilgi aktarımı yapmak için geliştirilmektedir. Dokunma reseptörleri parmak uçlarında yoğun bulundukları ve objelerin dokularını algılamak için genellikle eller kullanıldığı için, sanal gerçeklik deneyiminde parmak uçları üzerinden dokunma hissini veren donanımlar öncelikli olarak geliştirilmiştir. Martínez ve diğerleri (2020)'ne göre, film, sanal gerçeklik gibi deneyimlerde dokunma duyusu kullanıcının dalma katsayısını artırırken izlediği veya deneyimlediği karakter ile empati kurmasını da güçlendirir. Perret ve Vander Poorten (2018), dokunsal (haptik) eldivenleri, geleneksel eldivenler (a), yüksükler (b) ve dış iskeletli sistemler (c) olarak üç farklı grupta incelemektedir (şekil 2.13).

GELENEKSEL ELDİVENLER (a)	
YÜKSÜKLER (b)	
DIŞ İSKELETLİ SİSTEMLER (c)	

Şekil 2.13 (a) Senso Glov isimli sanal gerçeklik eldiveni (Senso me, 2020), (b) VRTOUCH isimli yüksük (Go touch vr, 2016), (c) Cyber Grasp isimli dış iskeletli sistem (Cyber gloves systems, 2017) (yazar tarafından üretilmiştir).

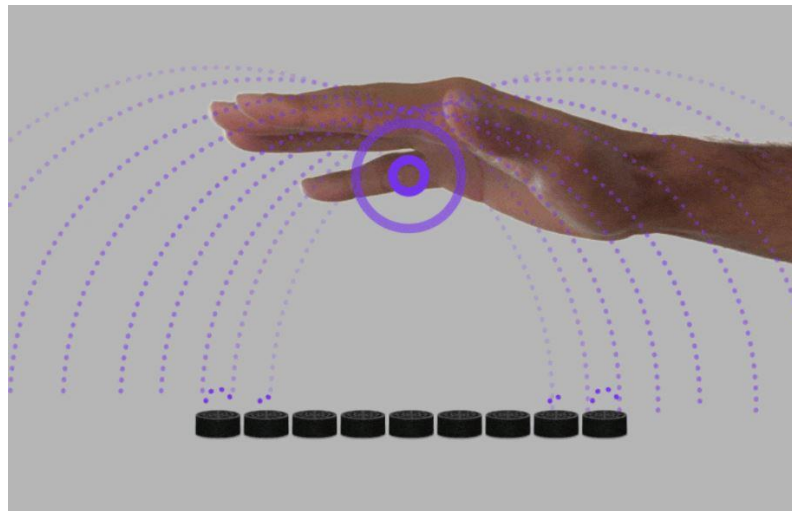
Geleneksel eldivenler, ele giyilen esnek kumaştan yapılmış sensörlerin ve aktüatörlerin⁹ kumaş eldiven içinde bulunduğu eldivenlerdir. Tüm parmaklar için duyu hassasiyeti sağlar ve el hareketlerini sanal mekana aktarır. Sanal gerçeklik deneyimlerinde eldivenler, fare ve kumandalardan farklı olarak nesneleri kavrayabilir, işaret edebilir, sanal mekan ile daha doğal bir etkileşime izin verir. Richard Sayre, Dan Sandin ve Tom DeFanti tarafından 1976'da Sayre Glove isimli ilk etkileşimli eldiven üretilmiştir.

Eldivenin her bir parmağı boyunca monte edilen, bir ucunda ışık kaynağı ve diğer ucunda bir fotosel bulunan esnek tüpler kullanılmış her tüp büküldükçe kaynağı ile fotosel arasından geçen ışık miktarı azalmıştır.

⁹ Aktüatör: Enerji kaynağından aldığı enerji ile sistemin hareket etmesini sağlayan motor.

Böylece, her bir fotoselden gelen voltaj, parmak bükme ile ilişkilendirilmiştir (Dipietro, L ve diğerleri, 2008).

Eldiven gündelik hayatta da kullanılan ergonomik bir eşya olduğundan sanal gerçeklik deneyiminde de kullanım kolaylığı sağlar. Kullanıcıların donanımı kullanırken araca yabancı hissetmemeleri sanal mekan deneyimini gerçek mekan deneyimine yaklaştırır. Yüksükler, eldivenler gibi tüm eli sarmazlar, yalnızca parmak uçlarına yerleştirilirler. İsteğe bağlı olarak tüm parmak uçlarına veya deneyime göre belirli parmak uçlarında kullanılabilirler. Yüksükler farklı parmak boyutlarına uygun olmadığından ve küçük boyutta oldukları için tüm sistem onun içinde çözülmediğinden yaygın kullanılmamaktadır. Ayrıca parmaklara takılan sistem iki parmak birbirine yaklaştığında çarpışarak kullanıcının deneyimdeki konsantrasyonunu bozabilir. Dış iskeletli sistemler, kullanıcının eline giydiği iskeletli sistemdir, iskeletin amacı eldeki hareketleri kısıtlamadan duysal bilgileri parmaklara aktarmaktır. Dokunsal teknolojiler giyilebilen ürünler olduğu gibi mekanda bulunan, giyilemeyen araçlar da olabilirler. Örneğin, zemin titreşimleri yaratan araçlar da kullanıcının deneyim sırasında duysal algısını etkiler. Yönlendirme veya deneyimde kurgulanan sanal ortama uygun bir mekan yaratmak için titreşim araçları kullanılabilir. Ultraleap tarafından üretilen haptik araç, yaydığı ultrason dalgaları ile sanal mekanda bulunan dokunsal duyuları kullanıcıya iletir. Giyilebilir değildir, elin hareketini algılar ve sanal mekanda verilmek istenen dokunsal bilgiyi dalgalar yoluyla iletir (Şekil 2.14).



Şekil 2.14 Ultraleap haptik duyu sağlayıcısı (Ultraleap, 2019).

Haptik duyu donanımları çoğunlukla el ve parmak uçları üzerinden gelişmiş olsa da son dönemlerde kıyafet gibi giyilebilen tüm vücuda haptik bilgi ileten donanımlar da üretilmiştir. Tesla tarafından üretilen Teslasuit tasarımı tüm vücuda giyilebilir bir donanımdır. Vücuda aktarılan elektrik ile kaslarda uyarma oluşturur, böylece sanal mekandaki haptik bilgileri tüm vücuda iletir, vücut hareketlerini kaydeder, sanal deneyim sırasında meydana gelen biyolojik değişimleri ölçer. (Şekil 2.15)



Şekil 2.15 Teslasuit donanımı (Teslasuit, 2023).

- **Hareket Takibi Araçları**

Sanal gerçeklik kullanıcıya fiziksel dünya deneyimine yakın bir deneyim sunmayı hedeflediği için hareket özelliği sanal ortamda önemli bir rol oynamaktadır. Çoğu sanal mekanın ana amacı hareket sağlamak olmasa da sanal mekanlarda en yaygın kullanılan etkileşim aracı seyahattir (LaViola, J. ve diğerleri, 2017).

Hareket, doğru deneyimlendiğinde kullanıcının sanal mekan deneyiminde mevcudiyeti artıran, deneyimi daha gerçekçi kılan bir eklentidir. Sanal mekandaki hareketler, kullanıcının bakış açısına göre değişen perspektif, yürüme, uçuş, ışınlanma komutları, sanal mekandaki nesneleri kavramak ve hareket ettirmek

olarak sıralanabilir. Sanal mekanda hareketin en önemli noktası gerçek mekandaki harekete yakın olması ve hareket sonrasında çevreden alınan geri bildirimin doğruluğu ve hızıdır. Sanal mekandaki hareket etme özelliğini gerçek mekan hareketine yaklaştırmak için birçok farklı donanım denenmiştir, fare (mouse) ve klavye, kontrol kumandası (joystick), sanal gerçeklik gözlükleri, eldivenler ve hareketli platformlar olarak sıralanabilir. Çalışma kapsamında güncel olarak kullanımı yaygın donanımlara değinilmektedir.

Sürükleyici olmayan sanal gerçeklik deneyimlerinde bilgisayar ekranından deneyimlenen mekanda hareket etmek için klavye ve fare kullanılmaktadır. Sürükleyici sanal gerçeklik deneyimlerinde kullanıcı fiziksel mekandan soyutlandığı için kullanılan araçlar da değişmektedir. LaViola ve diğerleri (2017) seyahati "yürüme, yönlendirme, seçime dayalı seyahat ve manipülasyona dayalı seyahat" olmak üzere dört alt grupta incelemektedir. Yürüme eklentisi de kendi içinde gerçek yürüme deneyimi, yönlendirilmiş yürüme ve ölçekli yürüme olarak üç farklı grupta incelenebilir. Gerçek yürüme, sanal mekan deneyimindeyken donanımlar ile birlikte fiziksel mekanda da gerçekten yürüme eylemini gerçekleştirmesidir. Gerçek yürüme yönteminin kısıtlayıcı özelliği, kullanıcı sanal mekanı gerçekten yürüyerek deneyimlediği için sanal mekan yürüyerek gezilebilecek büyüklükte olmak zorundadır ve fiziksel mekanda kullanıcıyı engelleyecek nesnelerin bulunmaması gerekir. Gerçek yürüme tekniğinin en iyi yönlerinden biri, kullanıcılar kontrol kumandası gibi kullanımını bilmedikleri donanımları öğrenmek zorunda kalmazlar, fiziksel mekandan aşına oldukları eylemler ile sanal mekanı deneyimleyebilirler. Ayrıca sanal mekan ile aynı anda gerçek mekanda da yürüme eylemi gerçekleştiği için bulunuşluluk duygusu yüksektir (Bozgeyikli ve diğerleri, 2016). "Yönlendirilmiş yürümede kullanıcının yürüme ve dönüş hızları, kullanıcıyı izleme alanı içinde tutmak için manipüle edilir" (Bozgeyikli ve diğerleri, 2016). Kullanıcı sanal mekanda dönerek ilerlediğini düşünürken fiziksel mekanda üzerinde bulunduğu platform ayaklarının altında dönmektedir. Bu teknik ile fiziksel mekanda daha az yer kaplayarak hareket eden kullanıcı sanal mekanda daha büyük alanları yürüyerek deneyimleyebilmektedir. Ölçeklendirilmiş yürüme, kullanıcının fiziksel mekanda çok yer kaplamasının önüne geçmek için geliştirilmiştir. Kullanıcının yaptığı

hareket ölçeklendirilerek sanal mekanda daha fazla yer kaplayan bir harekete dönüştürülür.

En yaygın kullanılan hareket sağlayıcılardan biri kontrol kumandasıdır (joystick). Kontrol kumandası kullanımında kullanıcılar, seçilen yönde hareket etmek için yön düğmelerine, çubuklara veya pedlere basarlar. İlerlemek istedikleri noktayı bakış açıları ile ayarlar, kumanda üzerinde var olan düğmeler ile işaretleyip ilerlerler. Kontrol kumandası kullanıldığı deneyime bağlı olarak öteleme, bakış kontrolü ve dönme hareketi için kullanılmaktadır (Buttussi, F., & Chittaro, L., 2019). Ayrıca sanal mekanda bulunana sanal objeler ile etkileşime geçmek, onları kavramak, yerlerini değiştirmek için de kumanda kullanılmaktadır. Deneyimin kurgusuna bağlı olarak kumanda da bulunan tuşlara belirli komutlar yüklenmekte, kullanıcının sanal mekanda hareket edebilmesi için bu komutlara hakim olması gerekmektedir. Bu nedenle genelde kumanda ile hareket sağlayan deneyimlerin başında kullanıcılara kısa süreli bir eğitim verilmektedir. Kumanda ile sıklıkla kullanılan seyahat yöntemlerinden biri ışınlanmadır. Kullanıcı gitmek istediği noktayı eliyle veya kumanda ile işaretleyerek istenen noktaya ışınlanabilir. Bu hareket tekniği çevreyi daha hızlı keşfetmeyi ve fiziksel mekanda az yer kaplarken sanal mekanda geniş alanlarda dolaşabilmeyi sağlamaktadır. Buttussi, F., & Chittaro, L. (2019)'a göre ışınlanma kullanıcıların daha hızlı hareket etmesine izin vermektedir, daha az mide bulantısına neden olmakta ve kullanışlı bulunmaktadır. Steinicke, F., & Bruder, G. (2011)'a göre, sanal mekanı ışınlanma tekniği ile deneyimleyen kullanıcılar gerçek yürüme ile deneyimleyen kullanıcılara göre mekansal ilişkileri daha az algılamaktadır çünkü kullanıcılar ışınlanma tekniğine odaklanıp ve çevreden gelen bilgileri kaçırabilirler. Ayrıca ışınlanmada yürümeye göre daha uzun mesafeler daha hızlı kat edildiği için çevresel bilgiler gözden kaçabilir.



Şekil 2.16 Oculus, sanal gerçeklik kontrol kumandası (Meta, 2023)

- **Ses Aktarım Araçları**

Kullanıcıyı dış dünyadaki sesleri yalıtmadan fiziksel dünyadan soyutlamak tam olarak mümkün olmayacağı için ses aktarım araçları sanal gerçeklik deneyimlerinde önemli yer kaplar. Yapılan çalışmalara göre sanal gerçeklik ses eklentisi ile birlikte deneyimlendiğinde mevcudiyet etkisi artmaktadır (Tse, A., ve diğerleri, 2017). "İşitsel algı, görsel algının aksine, kulaklarımızı kapatamadığımız için her zaman açıktır. Böylece bu duyuşsal kanal, dikkat etsek de etmesek de, her zaman çevredeki çevre hakkında bilgi ile akar." (Serafin, S, 2018). Çalışmalar gösteriyor ki, sanal gerçeklikteki ses eklentisi, bas ve ses seviyesinin manüplasyonu, görsel etkinin üzerinde de pozitif bir etki oluşturur (Lessiter, J. ve diğerleri, 2001). Görsel ve işitsel bilgiler birbirleri ile senkronize olabilir ise, sanal gerçeklik deneyiminin gerçeğe yakınlık seviyesinde artma gözlemlenebilir. "Çoğu zaman, yüksek kaliteli sesin eklenmesi, görsel sunumun kalitesi düşük olduğunda bile çekici bir deneyim yaratmaya yardımcı olabilir" (Sherman, W. R., & Craig, A. B, 2018).

Deneyime ses duyusunu dahil etmenin birden fazla yolu bulunmaktadır. Ses, stereo¹⁰ kulaklıklar yardımıyla veya hoparlör yardımıyla kullanıcıya aktarılabilir. Kimi çalışmalara göre kulaklık kullanımı hoparlör ile karşılaştırıldığında sanal mekana odaklanmayı daha iyi sağlar, çünkü sanal mekandaki kurguya uygun sesleri gerçek dünyadaki seslerden yalıtarak iletir (Tse, A., ve diğerleri, 2017) kimi çalışmalarda ise hoparlör kullanımının sesin yönünü tasarlamak ve kullanıcıya doğru iletmek için daha iyi bir alternatif olduğu sonucu çıkarılmıştır (Ahrens, A. ve diğerleri, 2019). Stereo kulaklıklarda "ayrık ses kanallarının sayısındaki artışlar, bir ortamın uzamsal temsiliinde daha doğal ve gerçekçi hale getirerek artan doğruluk ve zenginlik sunar" (Lessiter, J. ve diğerleri, 2001). Ses aktarımında bas kullanımında, ses düzeyinde rahatsızlık yarattığı fakat diğer yönden aslına uygunluğu artırdığı tespit edilmiştir (Lessiter, J. ve diğerleri, 2001). Kulaklıklar ise sanal gerçeklik gözlükleri ile birlikte kullanılabilirler (Şekil 2.17). Çoğu sanal gerçeklik gözlüğünde kulaklık girişi bulunmaktadır. Bazı sanal gerçeklik gözlüğü modelleri bluetooth kulaklıkları desteklerken bazıları desteklememektedir. Sanal gerçeklik deneyiminde araçların varlığını en az şekilde hissetmek hedeflendiği için bluetooth kulaklık kullanımı daha uygun olmaktadır. Ayrıca kablolu kulaklıklar, kullanıcının hareketleri sırasında birbirine dolaşp rahatsızlık vererek hareket özgürlüğünü kısıtlayabilir. Hoparlör kullanımında, hoparlör sayısı, büyüklüğü, ses şiddeti tasarımcının ses kurgusuna göre değişiklik gösterebilir. Hoparlörler genellikle CAVE sistemlerde kullanılırlar. Gerçekçi ses yayılımı oluşturmak için hoparlörün fiziksel mekandaki yerleşimleri ve ses şiddetleri doğru ayarlanmalıdır.

¹⁰ Stereo: İnsan işitme duyusunun doğasına uygun olarak sesi, iki veya daha fazla bağımsız ses kanalı ile ileten sistemdir (<https://tr.wikipedia.org/wiki/Stereo>)



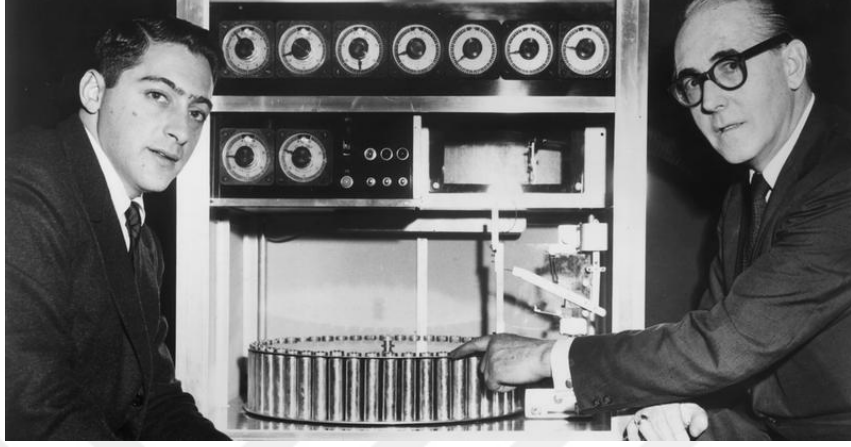
Şekil 2.17 Kulaklık sistemi ile birlikte çalışan sanal gerçeklik gözlüğü (Upload vr, 2020).

- **Koku-Tat Bilgisi Aktarım Araçları**

Sanal gerçeklik deneyimi üzerine yapılan bilimsel çalışmalar beş duyu organına da hitap edecek şekilde geliştirilmektedir fakat piyasada kullanıcının kolayca erişebildiği sanal gerçeklik setlerinde görme ve işitme duyusu dışındaki duylara hitap eden eklentiler henüz bulunmamaktadır. Koklama ve tat alma duyuları için çalışmalar devam ediyor olsa da piyasaya sürülebilecek kadar gelişmiş, ergonomik ve ekonomik çözümler henüz geliştirilmemiştir. Bu bölümde sırasıyla koku ve tat duyuları üzerine yapılan çalışmalardan bahsedilmektedir.

Morton Heilig Sensoroma (1950) deneyimini ürettiğinden itibaren görme ve işitme dışında koklama duyusu da sanal gerçeklik deneyiminde bulunmaktadır. Teknolojik yetersizlikler ve öncelikli duyu olarak ele alınmadığı için koklama ve tat alma duyuları görme ve işitme duyuları kadar geliştirilmemiştir. "Koku, sürüklenen ve yayılan moleküller ile iletildiği için diğer duylara kıyasla dijitalleştirilmesi en zor duyudur" (Kerruish, E., 2019). Koku duyusunun aktarım zorluğuna rağmen 1900'lerin başından beri, henüz filmlere ses eklentisi gelmemişken, sinema gösterimlerinde izleyiciye filmdeki kokuları aktarması için eklentiler kullanıldığı bilinmektedir. İlk örnekleri, teknolojik araçlar ile değil,

dahası havalandırma sistemine eklenen kokular ile yapılmıştır. Üretilen ilk koku yayıcı sistem ise, 1939 yılında piyasaya sürülen Smell-o-vision'dur (Şekil.18). Sinema koltuklarının altına yerleştirilen ürün, her izleyiciye özel koku yayılımı yapmaktadır.



Şekil 2.18 Smell-o-vision görseli (Aravinda, C., & Krishnaiah, R. V. 2013)

Tat alma duyusu, koku duyusuna benzer şekilde, sanal mekanlarda erişilebilir bir duyu değildir. Sanal mekanlara koku duyusunu eklemek için birçok çalışma yapılmış olsa da, kullanıcıların ulaşabileceği kullanışlı bir tat donanımı ortaya çıkmamıştır. Sanal gerçeklik ve diğer medya araçları ile tat aktarımı için kimyasal temellere dayalı çözümleri bulunmaktadır, fakat sürekli bakım gerektirdiği için sürdürülebilir olmayan yöntemlerdir (Karunanayaka, K., Johari ve diğerleri, 2018). Sanal mekanda tat duyusunu aktarmak için kimyasal yöntemler, elektrik akımı yöntemleri (Lawless, H. T. ve diğerleri, 2005) ve termal uyarılar (Karunanayaka, K., Johari ve diğerleri, 2018) kullanılmaktadır. Bu yöntemler arasında en sürdürülebilir yöntem termal uyarı yöntemi olsa da taşınabilirlik ve kullanım kolaylığı açısından hala erişilebilir değildir.

2.2 Mimari Temsil Biçimleri

Temsil, kelime anlamıyla, bir şeyi belirgin özellikleriyle yansıtmak, simgeleme olarak tanımlanmaktadır. Simgelenen 'şey' genellikle bir düşüncedir. Bu durumda bir düşünceyi temsil etme durumu kişinin nasıl düşündüğü ile bağlantılıdır. "Mimarlık alanında temsil, tasarımcının diğer kişiler ile tasarım fikri üzerine iletişim kurmasına olanak veren bir iletişim aracı olarak tanımlanabilir" (Gürer, T.

K., & Yücel, A., 2010). Antik dönemlerden bu yana mimari temsillerin var olduğu bilinmektedir, zamanın gerekliliklerine, tasarım fikirlerinin özelliklerine ve teknik yeterliliklerine göre temsil yöntemleri farklılık göstermektedir. Orbey ve Şener (2016)'e göre temsil bir fikir aktarma yöntemi olduğu için teknoloji ve kullanılan araçlar değiştikçe insanların düşünme şekli de değişiklik gösterir, buna bağlı olarak düşüncelerin temsilleri de farklılaşır.

Temsil yöntemlerinin gelişim sürecine bakıldığında teknolojik gelişmeler ile paralel ilerlediği söylenebilir (Şekil 2.16). Medya araçlarındaki gelişmeler ile mimari temsil yöntemlerindeki gelişmeler birbirini takip etmekte, insanların medya kullanım alışkanlıklarına göre mekanı temsil etme yöntemleri de şekillenmektedir. Temsil yöntemleri geleneksel temsil yöntemleri ve çoklu ortam temsil yöntemleri olmak üzere iki ana grupta incelenmektedir. Eskiz, ortografik temsiller, perspektif ve maket temsilleri geleneksel temsil yöntemi olarak ele alınır. Sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve karma gerçeklik ise çoklu ortam temsilleri sınıfında bulunmaktadır.

İnsanlık tarım toplumu olarak yaşarken mekan temsilleri plan, eskiz gibi basit yöntemlerle üretilmekteydi. İlk temsil yöntemlerinden olan eskiz, taslak gibi ortografik üretimler gelişerek plan, kesit, görünüş yöntemlerini oluşturmuştur. Ortografik temsiller mekanın ölçüleri, oranları, genel mekansal kurgu ile ilgili bilgi aktarımında başarılı olsa da beden ve mekan arasındaki dinamik ilişkiyi, mekânsal algıyı, etkileşim ile ortaya çıkan deneyimleri bir düzleme aktarırken eksik kaldığı için yeni temsil yöntemlerinin ortaya çıkması kaçınılmaz olmuştur. Endüstri Devrimi sonrası bilgisayarın yaygın kullanılmaya başlaması ile mimari temsiller bilgisayar üzerinden çeşitli programlar ile üç boyutlu olarak üretilmeye başlamıştır. Bilgisayar teknolojilerinin kullanımı yaygınlaştıktan sonra da geleneksel yöntemler mimarlık alanındaki konumunu ve önemini korumuş, geleneksel ve çoklu ortam temsil yöntemleri beraber kullanılmaya devam etmiştir.

TARİHSEL GELİŞMELER	YERLEŞİK HAYATA GEÇİŞ	İNSAN ODAKLI TASARIM	ENDÜSTRİ DEVRİMİ	TEKNOLOJİK GELİŞMELER	
TEMSİLLER	ESKİZ TASLAK	PLAN	PERSPEKTİF	ÜÇ BOYUTLU MODEL	SANAL GERÇEKLİK ARTIRILMIŞ GERÇEKLİK KARMA GERÇEKLİK

Şekil 2.19 Tarihsel süreçte mimari temsillerin oluşumu (yazar tarafından üretilmiştir).

Temsil, tasarımcının sahip olduğu bilgileri karşısındakine aktarmak için kullandığı bir araç olarak tanımlandığında, aktarılan bilginin türü büyük önem kazanmaktadır. Ne tür bir bilgi aktarımı yapılacağına göre kullanılacak olan temsil biçimleri, temsilin üretim ve sunum yöntemleri farklılık gösterir. Asar (2020), mimari temsilleri Polanyi'nin açık bilgi ve örtük bilgi teorisini temel alarak iki farklı kategoride incelemektedir. Açık bilgi sistematik ve tanımlanabilir, örtük bilgi ise kontrol edilemeyen, algısal bilgi olarak tanımlanmaktadır. (Polanyi, M., 2009) Mimarlıkta plan, kesit, görünüş gibi ortografik temsil yöntemleri ile mekanın uzaydaki konumu, mekan geometrilerinin birbiriyle ve çevresi ile ilişkisi, insan-mekan oranlarının matematiksel ilişkisi açıklanabilir. Bu yöntemler tasarımcılar tarafından yorumlanarak farklı şekillerde sunulabilir olmasına rağmen temelinde belirli kuralları bulunur ve bu kurallara göre üretildikleri için açık bilgi temsilleri olarak sınıflandırılabilirler. Eski, plan, kesit, görünüş, perspektif, maket, geleneksel temsillerdir ve açık bilgi temsili olarak sınıflandırılırlar. Mimarlık tarihinde sözlü anlatım, yazı ve taslaklardan sonra ortaya çıkan ve mimarlığın bilgi aktarımı için temel olarak kullanılan temsil yöntemi, plandır. Zevi (1957)'ye göre "plan, mimari bir organizmayı bütüncül olarak algılamak için gereken önemli bir temsil yöntemi olsa da gerçek bina deneyiminden tamamen uzak ve soyuttur". Plan, mimari mekan kurgusunu aktarma başarısı sayesinde her mimari ürünün temsilde yer alır ve mekan anlamak için öncelikli olarak incelenir. Yücel (2004), Vitruvius'un aktardıklarını temel alarak, planın Roma döneminde yalnızca mimari yapı inşa etmek için bilgi aktarımı sağladığını, bunun yanında kuramsal herhangi bir bilgi içermediğini öne sürer. Kesit, görünüş gibi temsiller de plandan farklı olarak düşey düzlemdeki mekansal ilişkileri aktarmak için kullanılırlar. Günümüzde birçok farklı temsil yöntemi olmasına rağmen hemen hemen her projede hala bu üç geleneksel

yöntem kullanılır ve mekanın bilgisini anlamak için öncelikli olarak incelenirler. Plan, kesit ve görünüş temsilleri, açık bilgi aktarımı yapan temsil yöntemleri olarak ele alınmaktadır. Asar (2020), örtük bilgi temsillerini, açık bilgi aktaran temsillerden farklı olarak belirli bir yapma biçimine sahip olmayan temsiller olarak tanımlamıştır. Aktardığı bilgilerin açık ve net olmaması nedeniyle alınan bilgi kişiye göre değişiklik gösterebilir. Mekan, kartezyen bir bakış açısıyla, belirli koordinatları bulunan maddenin fiziksel hacmi olarak tanımlansa da kullanıcı ile arasında formüller ile tanımlanamayan, zaman ve bellek gibi kavramlarla çakıştığında ortaya çıkan, farklı potansiyelleri barındırır. Bu potansiyeller tasarımcının bakış açısına bağlı olarak tasarım sürecinde planlanabilmektedir. Tasarım sürecindeki planlama temsil ile aktarılmaya çalışıldığında geleneksel yöntemler yetersiz kalabilir. Geleneksel temsiller ile aktarılabilecek sınırlı deneyim kurgusu, teknolojik gelişmelerle beraber üç boyutlu ortamlarda kullanıcı ile mekanın karşılaşmasını sağlayan temsil yöntemleri ile aktarılabilir olmuştur. Çoklu ortam temsilleri, yerin ruhunu¹¹, mekandaki deneyim karşılaşmalarının yaratacağı dinamikleri, mekan ile kullanıcı arasındaki ilişkisel ve etkileşimli durumları aktardığı için örtük bilgi olarak ele alınır. Sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve karma gerçeklik temsilleri dijital mekanda üretilen çoklu ortam (multimedia) temsilleridir.

Temsili yalnızca inşa edilecek bir tasarımın fikir aşamasında veya sonrasında üretilen fikir aktarım aracı olarak ele almak doğru olmayacaktır. Yücel (2004)'e göre kuramla uygulama arasında mesafe oluşmaya başladıkça temsil ile mimari yapı arasında da özerkleşme başlamıştır. Mimari temsil yalnızca mimari yapı için üretilen bir araç değil, kendi başına bir ürün olarak da var olmaktadır. Hatta Rönesans dönemi sonrası ortaya çıkan perspektif çizimlerinde olduğu gibi, mimari temsiller mimari yapıları dahi etkileyen sonuç ürünler haline gelebilmektedir. Modern dönem sonrası ortaya çıkan Thomas Moore'un ütopyası gibi gerçekleşmeyecek mimari fikirlerin temsil yöntemi ile açıklanması da artık

¹¹ Yerin ruhu (genius loci): Norberg Schulz (1980) tarafından, tüm duyuların bütünlüştüğü fenomenolojik bir deneyim olarak tanımlanır.

temsilin yalnızca mimari yapı inşa etmek için kullanılmayacağını, kendi başına özerk bir mimari ürün olarak var olduğunu gösterdi (Yücel, A., 2004). Böylece günümüzde de temsil yöntemleri bir mekanı üretmek için veya üretilmiş bir mekanı anlatmak için rehberlik eden mimari temsiller ve mekan üretimi amacı gütmeyen, kendi başına ürün olarak var olan mimari temsiller olarak iki farklı şekilde ele alınabilir.

Geleneksel temsil araçlarının teknolojik gelişmeler ile gelişmesiyle birlikte bilgisayar üzerinden üretilen üç boyutlu modeller ortaya çıkmıştır. Mimari yapı inşa edildikten sonra yapıya fiziksel olarak ulaşamayan kişilere yapının mimarisini aktarmaya yarayan fotoğraflama yöntemi gibi, yapı inşa edilmeden önce onun görselleştirilmesini sağlayan üç boyutlu modeller üretilmeye başlamıştır. Böylece mimari yapıyı görsel olarak sunmak için yapının inşa edilmesine gerek kalmamaktadır. Üç boyutlu modelleme yöntemi kullanılarak oluşturulan temsiller üç boyutlu görseller (render), sanal gerçeklik temsilleri, artırılmış gerçeklik temsilleri ve karma gerçeklik temsilleridir, tez kapsamında bu temsiller çoklu ortam temsilleri olarak adlandırılmaktadır. Çoklu ortam temsilleri yukarıda bahsedilen örtük temsil yöntemlerine hizmet etmekte, belirli yapma biçimleri bulunsa da üretim aşamasında farklı donanımlar ve yazılımlar kullanılarak her biri birbirinden ayrı mimari durumu anlatan temsiller oluşturulmaktadır. Çoklu ortam temsilleri inşa edilecek bir yapının nasıl görüneceğini canlandırmak için kullanıldığı gibi hiç inşa edilmeyecek olan mimari bir fikri de temsil edebilir. Bu durumda hem mimari inşa sürecinde yapıyı anlatan bir araç hem de mimari yapıdan bağımsız bir sonuç ürün olarak ele alınabilir. Üç boyutta modellenen mekanlar belirli dokular ile kaplanır (texturing), ışık düzenlemesi yapılır ve donanımlarla eşleştirildikten sonra deneyimlenmeye hazır hale gelir. Çoklu ortam temsillerinin bilgisayar ekranı, fare ve klavye ile deneyimlenmesi sürükleyici olmayan (non-immersive) sanal gerçeklik olarak tanımlanır. Bilgisayar ekranı ve fare aracılığı ile deneyimlenen çoklu ortamda, kişi tamamen fiziksel dünyadan soyutlanmamış olsa dahi, mekan içerisinde kendi kontrolü ile gezinebildiği ve istediği açıdan mekanı deneyimleyebildiği için geleneksel yöntemlerin sağladığı bulunuşluluk hissinden daha fazlasını sağlamaktadır.

Sürükleyici olmayan sanal gerçeklik deneyiminin avantajları; yaygın kullanılan ekipmanlar nedeniyle yazılım geliştirilmesi diğer donanımlara göre hızlıdır, kolay kurulum yapılı ve diğer donanımlara kıyasla kullanımı daha kolay donanımlarla deneyimlenir (Dorta, T., & LaLande, P., 1998).

Sürükleyici (immersive) deneyimler ise ekranlı kasklar (Head mounted display) veya CAVE sistemi ile deneyimlenen sanal mekanlardır. 1950'li yıllarda Morton Heilig tarafından hikaye anlatıcılığı amacıyla geliştirilen sanal gerçeklik gözlüğü sayesinde ilk sürükleyici sanal mekan deneyimleri ortaya çıkmıştır. Sanal gerçeklik deneyimleri uçuş simülasyonları, tıp, müzecilik gibi farklı alanlarda kullanılmasının yanında mimarlık alanında da temsil yöntemi olarak yer almaya başlamıştır. Mimarlık alanında kullanılan geleneksel temsil yöntemleri ile karşılaştırıldığında sanal gerçeklik temsili, tasarımcının tasarım aşamasında hata yapma riskini azaltır. Geleneksel temsiller ile sürdürülen tasarım aşamasında tasarım hatalarının algılanması için tasarımın inşa edilmesi gerekirken sanal gerçeklik kullanımında zaman kaybını ve maliyeti azaltır (Dorta, T., & LaLande, P., 1998). Sanal gerçekliğin bir varyasyonu olarak ortaya çıkan artırılmış gerçeklik (augmented reality) de çoklu ortam temsillerinden biridir. Sanal gerçekliğin yapma biçimine benzer şekilde üretilir, fakat kullanıcı sanal gerçeklikten farklı olarak sanal mekanı fiziksel mekanın üzerine bindirilmiş olarak deneyimler. Artırılmış gerçeklik, etkileşimli sanal ortam ile bedenin bulunduğu fiziksel ortamı birbirine ekleyerek artırılmış bir mekan oluşturur, sanal gerçekliğin aksine kullanıcıyı tamamen bilgisayar tarafından üretilmiş bir sanal dünyada var etmek yerine sanal bilgiyi kullanıcının gerçek dünya görüşüne getirir (Wang, X., 2009). Karma Gerçeklik (mixed reality) hem sanal gerçekliği hem artırılmış gerçekliği içeren geniş bir başlıktır. Örnek olarak hologramlar verilebilir hem sanal mekanı hem de fiziksel mekanı deneyimlemeyi sağlar. Başa takılan ekranlar ile deneyimlenebileceği gibi deneyim ekransız da olabilir.



Şekil 2.20 Karma gerçeklik örneği olarak Microsoft HoloLens 2 modelinin kullanımı (Microsoft, 2023).

2.3 Bölüm Sonucu

Temsil, tasarımcının mekansal bilgileri aktarmak için kullandığı bir araçtır. Mimari temsillerin tarihsel süreçteki gelişiminde beden ile olan ilişki güçlenerek devam etmiştir. Geleneksel temsil yöntemleri genelde mekanın koordinat sistemine dayalı bilgilerini aktarmaya odaklanırken, çoklu ortam temsilleri fenomenoloji¹² ile ilişkilenen duysal bilgileri de aktarmayı hedeflemektedir. Sanal gerçeklik, etkileşimli olma ve beş duyuya birden hitap edebilme potansiyeli ile diğer temsillerden ayrılmaktadır. Sahip olduğu teknolojik donanımlar ile her sanal gerçeklik deneyimi kişiye özel bilgiler aktarabilmektedir. Güncel olarak her duyu için geliştirilmiş donanımlar bulunmakta, bu donanımların zaman içinde günlük hayata adapte olması hedeflenmektedir. Etkileşim ile birlikte beden-temsil arasındaki ilişkiyi güçlü bir şekilde kurmakta ve kullanıcıda bulunuşluluk duygusunun oluşmasını sağlamaktadır.

¹² Fenomenoloji: Görüngü bilimi.

BULUNUŞLULUK VE EYLEMLİLİK BAĞLAMINDA KAVRAMSAL İLİŞKİLER

"Sanal gerçekliği teknolojik donanımdan ziyade insan deneyimi açısından tanımlamanın anahtarı bulunuşluluk kavramıdır" (Steuer, J., 1992). Bulunuşluluk, hem gerçek mekan deneyiminde hem de sanal mekan deneyiminde oluşan duygudur. Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998) tarafından bulunuşluluk, "fiziksel olarak başka bir yerde olsa bile, bir yerde veya ortamda olmanın öznel deneyimi" olarak tanımlanır. "Sanal gerçeklik deneyiminde, sinema ya da televizyon tarafından sağlanan medya deneyimlerinde, genellikle kullanıcıda aracının var olmadığına dair algısal bir yanılsama ya da bir "orada olma" duygusu yaratmak istenir" (Tajadura-Jiménez, A ve diğerleri, 2010). Sanal bulunuşluluk (virtual presence), Lee (2004) tarafından, sanal nesnelerin duysal (sensory) veya duysal olmayan (nonsensory) yollarla gerçek nesneler olarak deneyimlendiği psikolojik durum olarak tanımlanmıştır. Temsil yöntemlerinde bulunuşluluk kavramı mekanın algılanması için önemli bir etki yaratmaktadır. Kişi kendini temsil edilen mekanda ne kadar "bulunuyor" (being inside) hissederse mekanı anlaması da o kadar kolaylaşır. Sanal gerçeklik hem bir temsil hem de sonuç ürün olduğu için gerçek mekan deneyimine yaklaşmasında bulunuşluluk kavramının önemi büyüktür. Bu bölümde bulunuşluluk ve eylemlilik kavramları açıklanmakta, mimari temsillerdeki yerleri tartışılmakta ve tez kapsamında incelenecek kavramsal ilişkiler diyagramı oluşturulmaktadır. Temsil yöntemlerinde bulunuşluluk ve eylemlilik kavramlarının var olmasının, kullanıcıya mekanın bilgisini aktarmak için destekleyici bir unsur olup olmadığı tartışılmaktadır.

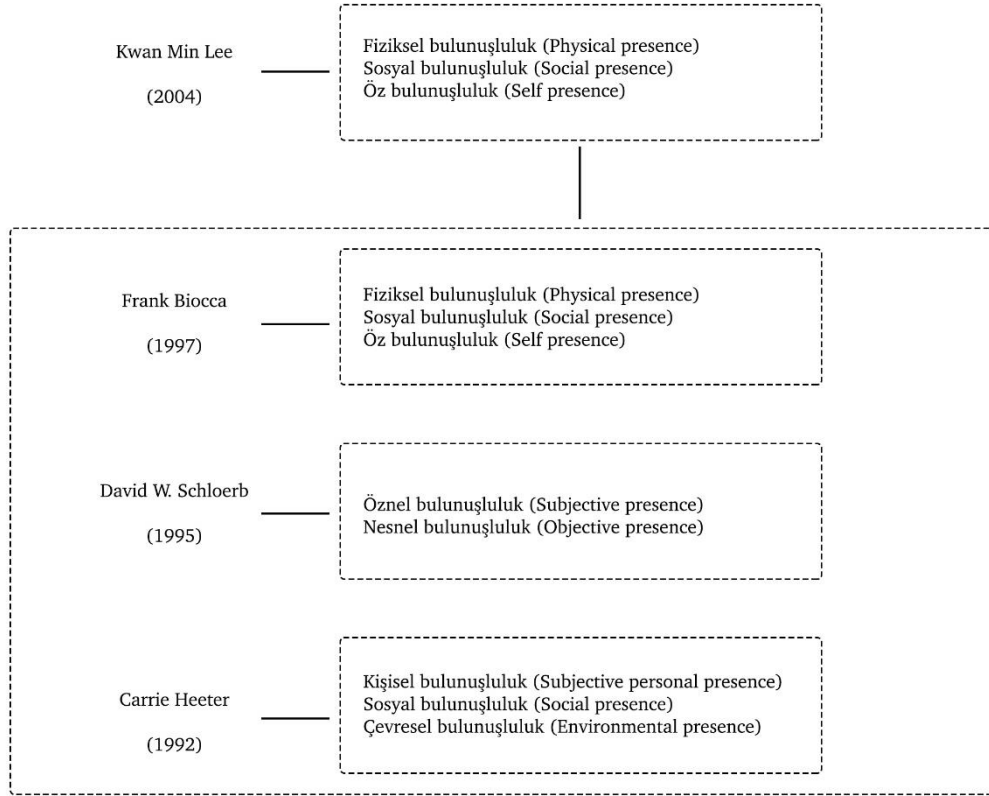
3.1 Bulunuşluluk (Presence) ve Eylemlilik (Agency) Kavramları

Bulunuşluluk (presence), fiziksel ve/veya zihinsel olarak bir yerde bulunma, var olma hali olarak tanımlanabilir. İnsan hayal kurarken, rüya görürken, kitap okurken dahi başka bir mekanda/olayda var oluyor duygusu yaşayabilir (Wirth, W. ve diğerleri, 2007). Telefon, televizyon gibi yaygınlaşan medya araçları

bulunuşluluk kavramını farklı bir boyutta var etmeye başlamıştır (Klimmt, C., & Vorderer, P., 2003). Küreselleşme sonrası yeni medya araçlarının yaygınlaşması ve sibermekan kavramının ortaya çıkmasından itibaren insan, fiziksel olarak var olmadığı mekanda araçlar sayesinde kendi bulunuşluluk duygusunu¹³ (sense of presence) yaratır. Bulunuşluluk kavramı, nörobilimden felsefeye kadar birçok farklı bilim alanında terminolojik olarak incelenmektedir (Wirth, W. ve diğerleri 2007). Medya araçları ile var olan bulunuşluluk, telebulunma olarak tanımlanmaktadır. "Telebulunma, iletişim ortamı aracılığıyla bir ortamda bulunma deneyimi olarak tanımlanır. Bulunuşluluk, ortamın doğal olarak algılanmasını ifade ederken, telebulunma, ortamın dolayimli algılanmasını ifade eder" (Steuer, J., 1992). Telebulunma halinde kullanıcı, araçlar (medium) sayesinde zihinsel olarak farklı bir yerde varlık yanılgısı yaşarken, bulunuşlulukta yaşanan varlık yanılgısı hem zihinsel hem de bedenseldir. Bowman ve McMahan (2007) bulunuşluluk duygusunu, "orada olma" deneyimiyle ilgili, bireysel ve içeriğe bağlı bir kullanıcı tepkisi olarak tanımlamaktadır. Farklı kullanıcılar, aynı sanal gerçeklik sistemiyle farklı düzeylerde bulunuşluluk deneyimleyebildiği gibi bir kullanıcı deneyimin süresine, deneyim sırasındaki ruh haline ve önceki deneyimlerine bağlı olarak aynı sanal gerçeklik deneyiminde farklı düzeyde bulunuşluluk duygusu yaşayabilmektedir.

¹³ Bulunuşluluğun anlamını doğru ifade etmek için daha iyi bir terim, basitçe bulunuşluluktan ziyade bulunuşluluk duygusudur (Sherman, W. R., & Craig, A. B., 2018).

Tablo 3.1 Bulunuşluluk kavramına dair sunulan alt kavramlar.

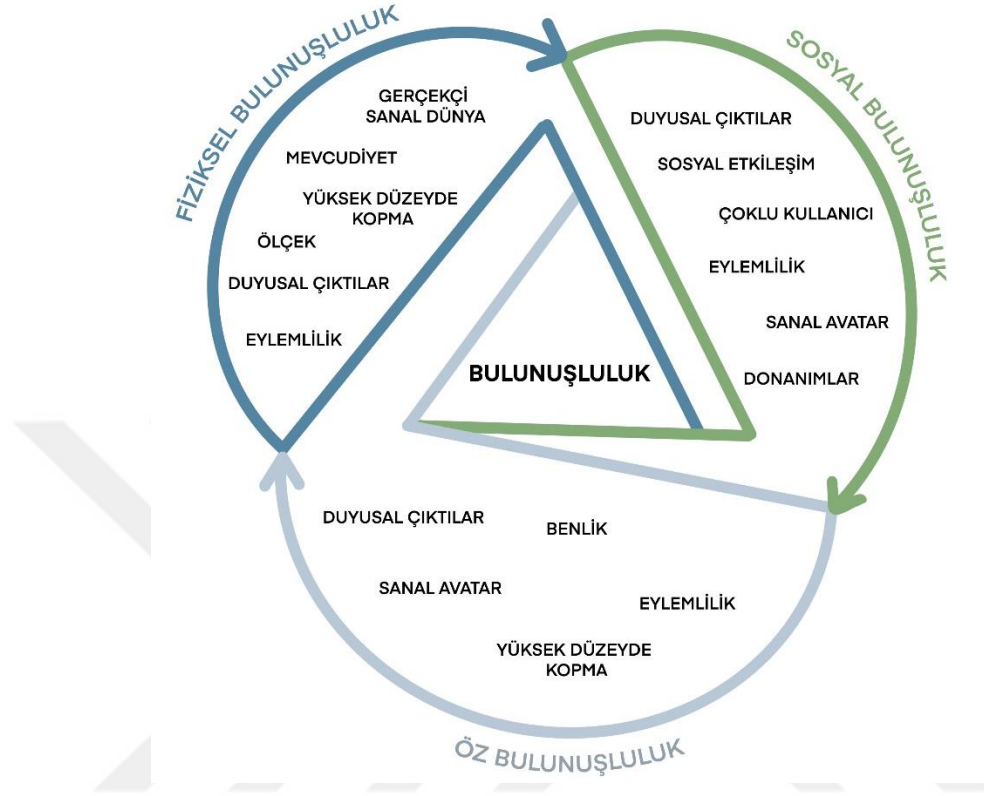


"Bulunışluluk başlangıçta tek boyutlu bir yapı olarak kavramsallaştırılırken, araştırmacılar daha yakın zamanlarda onu "çeşitli düzey ve boyutlara sahip bir değişken" olarak tanımlamaya başladılar" (Biocca ve Delaney, 1995). Heeter (1992), bulunuşluluğu kişisel bulunuşluluk, sosyal bulunuşluluk, çevresel bulunuşluluk olmak üzere üç alt başlıkta incelerken, Schloerb (1995), öznel bulunuşluluk ve nesnel bulunuşluluk olarak iki alt başlıkta, Biocca (1997) ise fiziksel, sosyal ve öz olmak üzere üç alt başlıkta incelemektedir. Lee (2004) bahsedilen alt başlıkları inceleyerek ve tümünü içeren üç alt başlık ve tanımlamalar üretmiştir.

"Önceki tipolojiler, çeşitli bulunuşluluk türlerini ayırt etmek için yararlı araçlar sağlasa da, sanal deneyimin sistematik açıklamasına dayanmazlar. Sonuç olarak, bazı kavramsal sınırlamaları vardır ve olası tüm sanal deneyim türlerini sınıflandırmalarına dahil etmezler" (Lee, K. M., 2004)

Lee (2004) tarafından bulunuşluluk, fiziksel bulunuşluluk (physical presence), sosyal bulunuşluluk (social presence) ve öz bulunuşluluk (self presence) olmak üzere üç alt başlıkta incelenmektedir (Tablo 1). Başlıkların isimleri Biocca

(1997)'nin sınıflandırması ile aynı olsa da tanımları birbirinden ayrılmaktadır. Çalışma kapsamında bulunuşluluk kavramı incelenirken Lee (2004)'nin kapsamlı bulunuşluluk tanımı esas alınmaktadır.



Şekil 3.1 Lee'nin tanımı temelinde bulunuşluluk diyagramı (yazar tarafından üretilmiştir).

Şekil 3.1'de aktarıldığı gibi üç alt başlık altında sınıflandırılan bulunuşluluk kavramının sınırları muğlaktır. Her alt başlık bir diğerini etkilemekte, varlığını güçlendirmektedir. Lee tarafından üretilen alt başlıklar hem gerçek dünyadaki hem de sanal mekandaki bulunuşluluk kavramları için kapsayıcı tanımlardır. Çalışma kapsamında sanal mekandaki bulunuşluluk kavramı inceleneceği için tanımlar sanal mekan üzerinden açıklanacaktır. Fiziksel bulunuşluluk, kişinin sanal ortamı gerçek ortamdaki hareketlilik eylemine benzer seviyede hareket edebilmesi, sanal ortamda var olduğu yanılsaması yaşaması ve sanal mekanı deneyimlerken kullanılan araçların farkına varmaması olarak tanımlanmaktadır (Makransky, G., ve diğerleri, 2017). Fiziksel bulunuşluluk, sanal gerçekliği diğer medya

araçlarından ayıran en önemli duygudur, tanımlayıcı bir özelliğidir (Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2018). Fiziksel bulunuşluluk oluşması için önemli etkenlerden biri de gerçek mekan deneyimindeki ölçeğe yakın bir ölçekte deneyim yaşamaktır. Sosyal bulunuşluluk, mekandan ziyade kişinin sanal mekandaki sosyal var oluşuna odaklanmaktadır. Deneyimde sosyal bulunuşluluk oluşması için gerçek mekanda yaşanan sosyal etkileşime yakın etkileşimler içermelidir. Sosyal bulunuşluluk, birçok farklı kullanıcının sanal mekanda aynı anda var olması, farklı kullanıcılarla sanal mekanda iletişim kurabilmesi, sanal avatarın gerçekliğe yakın olması ve kullanıcının mimik, el-kol hareketleri ile iletişim sağlayabilmesi olarak tanımlanır (Makrinsky ve diğerleri, 2017). Lee (2004) sosyal bulunuşluluğu, "sanal varlıkların gerçek dışılığına fark edilmemesi" olarak tanımlar. Gerçek mekandaki nesne-özne veya özne-özne etkileşimine yakın etkileşimlerin yaşanması olarak açıklanabilir. Lee ve diğerleri (2006)'ne göre "sanal mekanda bedene sahip olan etmenler olmayanlara kıyasla daha zengin duyuşal çıktılar sağlamaktadır. Bedensel varlık ilüzyonu ile oluşan zengin duyuşal girdiler, kullanıcının sosyal olarak bulunuşluluk duygusu oluşturmaya destek olmaktadır". Öz bulunuşluluk ise, kullanıcının sanal mekanda benliğini ne kadar hissettiği ile ilgilidir. Kullanıcının kendini sanal mekanda bedensel ve ruhsal olarak buluyor hissetmesi, sanal mekandaki avatarını gerçek bedeni gibi rahat kullanabilmesi, mekan ile duyuşal bağlantı kurarak duygular geliştirmesi öz bulunuşluluk ile ilgilidir (Makrinsky ve diğerleri, 2017). Bulunuşluluğun alt başlığı olan öz bulunuşluluk için önemli noktalardan biri, kişinin sanal mekanda gerçekleşen olaylarla ve bu olaylardaki kişiler ile empati kurması hatta olay kurgusuna dahil olmasıdır.

Zillman'ın drama kavramsallaştırması teorisi, eğlence deneyimlerinde duyuşal özdeşleşmeyi vurgulamaktadır (Zillmann, 1995). Bu teoride geleneksel drama ve etkileşimli drama oyunları kullanıcının olaya dahil olması açısından karşılaştırılmaktadır. Geleneksel drama izleyicisi, olaylara dışardan baksa da dahil olma hissi barındırmakta ve dramadaki karakterler ile ilgili duygular geliştirmektedir. Fakat etkileşimli dramaya katılan izleyici, yalnızca dışardan bir göz değildir, oyuncular tarafından olaya fiziksel olarak da dahil edilmektedir. Böylece oyundaki kişiler ile ilgili duygular geliştirmesinin yanında bu duyguları

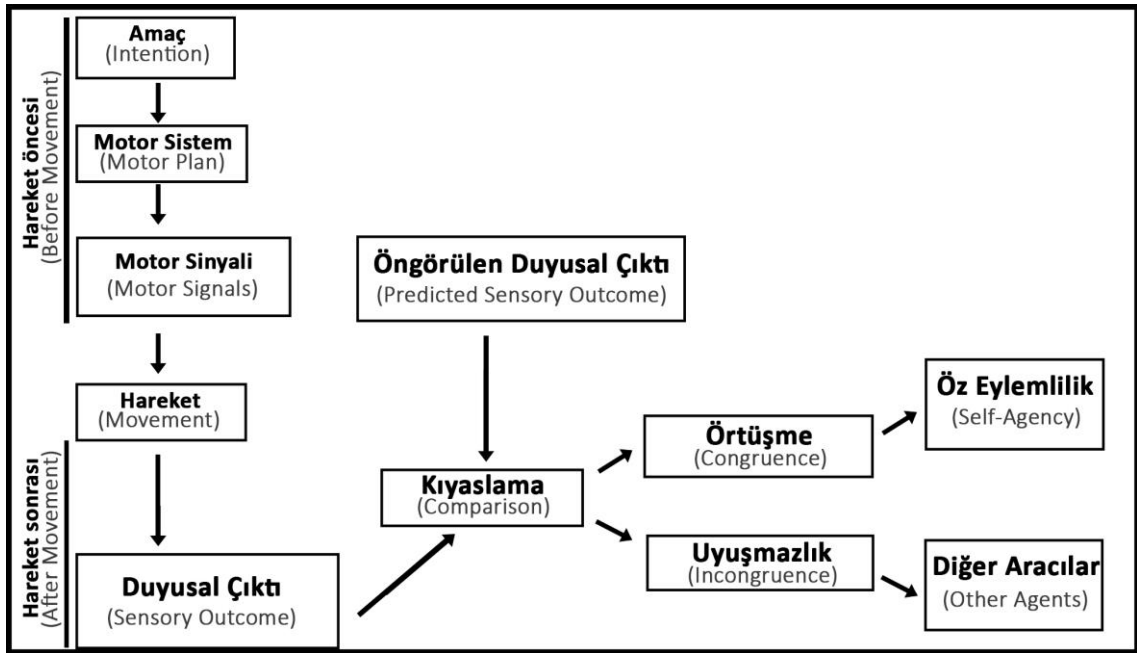
fiziksel tepkiye de dönüştürebilir (Klimmt & Vorderer, 2003). Zillman'ın drama kavramsallaştırması hem öz bulunuşluluk hem de sosyal bulunuşluluk açısından önemli bir örnektir. Etkileşimli mekanlarda kişiler kendilerini mekana dahil hissetmekte ve böylece bulunuşluluk duygusunu oluşturmaktadır.

Bulunuşluluk duygusunun oluşması için önemli girdilerden biri de insan bedenidir. İnsan kendini bir mekana dahil hissetmek için mekanı bedeniyle deneyimlediğini duyumsamalıdır. Ponty "Bedenim olmasaydı, benim için mekan da olmazdı" sözüyle mekan ve bedenin birbirinden ayrı düşünülmemeyeceğini vurgulamaktadır (Merleau-Ponty, 2005). Günümüzde beden ve mekan, birbirlerini her an etkileyip dönüştüren iki kavram olarak ele alınmaktadır. Burin ve diğerleri (2019), "beden sahipliğinin duyuşsal bilgilere dayandığını, çevreden gelen çok duyuşlu sinyaller ile var olduğunu" savunmaktadırlar. Bu teori temelinde bedenin yalnızca fiziksel olarak var olan bir varlık olmadığı, beyne ulaşan sinyallere bağlı olarak mekanda fiziksel bir beden olmadan da bedensel varlık hissinin oluşabileceği söylenebilir. Göz ve Tin (2012) kitabında Ponty, devingen bedenin görüş açısını değiştirerek ve hareket ederek nesneleri ve mekanı algıladığını, mekanla veya temsil edilenle iletişim kurabildiğini belirtmektedir. Her iki tanımdan da hareketle ve çevreden zihne gelen duyuşsal bildiri akışıyla, bulunuşluluk hissinin güçlendiği sonucuna varılmaktadır. Bulunuşluluk ile mevcudiyet birbiri ile anlamsal olarak karıştırılan kavramlardır fakat mevcudiyet teknolojik donanımların bir getirisi, bulunuşluluk ise deneyimde oluşan öznel his olarak ele alınmaktadır. Slater (2003), bulunuşluluk kavramı ile mevcudiyet kavramının birbiri ile ampirik olarak benzer olduklarını söylese de iki kavram arasındaki farkı şöyle aktarır.

"Mevcudiyet, bir çoklu ortam sisteminin sağladığı nesnel duyuşsal aslına uygunluk düzeyi anlamına gelir. Bulunuşluluk, bir kullanıcının bir çoklu ortam sistemine verdiği sübjektif psikolojik tepkiyi ifade eder. Bir çoklu ortam sisteminin mevcudiyet düzeyi, yalnızca sistemin işleme yazılımına ve donanımları sayesinde ölçülebilen görüntüleme teknolojisine bağlıdır. Mevcudiyet, nesnel ve ölçülebilirdir; bir sistem diğerinden daha yüksek bir sarmal düzeyine sahip olabilir. Bulunuşluluk ise, "orada olma" deneyimiyle ilgili, bireysel ve içeriğe bağlı bir kullanıcı tepkisidir. Farklı kullanıcılar, aynı

sanal gerçeklik sistemiyle farklı düzeylerde bulunuşluluk deneyimleyebilir ve tek bir kullanıcı, ruh haline, yakın geçmişe ve diğer faktörlere bağlı olarak farklı zamanlarda aynı sistemle farklı düzeylerde bulunuşluluk deneyimleyebilir" (Slater, M., 2003).

Gündelik yaşantıda motor sistem aracılığıyla yaptığımız hareketler yaşantımızın büyük bir kısmını oluşturur. Birçok gündelik hareket üzerine çok düşünmeden yapılmaktadır. Örneğin yazı yazarken her harfin yazımı için elin hareketini planlanmaz, yazılacak harfler beyinde belirlenir ve vücut kendiliğinden eylemi gerçekleştirir. Kişi, yazıyı yazanın kendisi olduğunu bilir, bu bilgiye amaç ve sonuç ilişkileriyle ve görsel bilgilerle ulaşır. Bilgiler dahilinde ulaşılan duygu eylemliliktir. Gallagher (2000) tarafın eylemlilik, "bir eyleme neden olan veya eyleme geçen kişinin ben olduğum duygusu" olarak tanımlanmaktadır. Russel (2013) ise eylemliliği "kişinin algısal girdilerini -motorik veya dikkatsel olarak- istediği zaman değiştirebilme yeteneğini" olarak açıklamaktadır. Şekil 3.2'de David ve diğerleri (2008) tarafından oluşturulan eylemlilik duygusunun ortaya çıkış aşamaları gösterilmiştir. Tablodan yola çıkarak özetle, eylemlilik bir hareket başlamadan önce kişide oluşan duyusal çıktı öngörüsü ile eylem gerçekleştikten sonra ortaya çıkan duyusal çıktının uyumlu olması olarak tanımlanabilir.



Şekil 3.2 Eylemlilik duygusunun oluşum aşaması (David, Newen & Vogele, 2008)

Sanal gerçeklik alanında, deneyimin gerçek mekan deneyimine yakın olması ve kullanıcının sanal mekanda bulunuşluluk oluşturmaları için eylemlilik duygusunu geliştirme çalışmaları devam etmektedir. Sanal gerçeklikte eylemlilik kullanıcının sanal mekandaki hareketlerini kontrol etmesidir. Kullanıcının fiziksel mekanda yaptığı bedensel hareketlerin sanal mekanda karşılık bulması ve sonuçlarının kullanıcının öngörüsü ile örtüşmesi durumunda sanal mekanda eylemlilik hissi oluşur. Eylemlilik duygusu ile beraber kullanıcı sanal mekandaki hareketi gerçekleştirenin kendi olduğunu bilmekte, öz bilinç hareketleri ile aracılı hareketler arasındaki ayrımı yapmaktadır. Böylece öz bulunuşluluk duygusu ile eylemlilik arasında bir bağ olduğu öne sürülebilir. Eylemlilik duygusunun oluştuğu sanal mekanda öz bulunuşluluk duygusu da oluşur ve eylemlilik düzeyi ile paralel şekilde derecelenmektedir. Burin ve diğerleri (2019) tarafından yapılan çalışmada kullanıcıların sanal mekandaki bedensel temsilini kendi bedeni olarak kabul gördüklerinde gerçek mekandaki hareketlerinin sanal beden hareketine uyum sağladığını göstermiştir. Sanal mekandaki bedensel varlık illüzyonu gerçek motor kontrolünü de etkiler. Aynı çalışmada ölçülen bir başka durum ise sanal mekanda bedeni birinci tekil şahıs perspektifi veya üçüncü tekil şahıs perspektifi konumunda deneyimlemek arasındaki eylemlilik duygusu farkıdır. Sonuçlara göre iki durumda da eylemlilik arasında değişiklik bulunmamıştır fakat katılımcıların birinci tekil şahıs perspektifinde daha yüksek beden sahipliği yaşadıkları görülmüştür. Kullanıcının konumu (perspektif) sanal mekandaki kontrol faktörlerinden biridir ve kontrol faktörlerinin eylemlilik ve bulunuşluluğu etkilediği savunulmaktadır (Makransky ve Petersen, 2021). Araştırmalar temelinde yapılan çıkarıma göre, kişinin mekanı deneyimlediği şahıs perspektifine göre öz bulunuşluluk ve eylemlilik duygusu dereceleri etkilenmektedir. Burin ve diğerleri (2019)'nin çalışmasında sanal beden gerçek beden hareketlerine etkisi göz önüne alındığında sanal avatarın eylemlilik üzerinde de etkili olduğu görülmektedir. Avatarın hareketlerinin eylemliliğe etkisi haricinde avatarın görsel tasarımının da eylemlilik üzerinde etkisi bulunmaktadır. Öz ve fiziksel bulunuşluluğun oluşması için sanal mekandaki beden gerçek beden ile aynı sayıda ve şekilde uzuvlara sahip olursa o denli yüksek derecede bulunuşluluk ve eylemlilik oluşmaktadır. Kiltene ve diğerleri (2012)'ne göre deneyimde eylemlilik

oluşması için, sanal avatar tasarımı gerçek bedenden ne kadar farklıysa duyuşal geri bildirim düzeyi o kadar yüksek olmalıdır. Bu denge sayesinde eylemlilik düzeyi ayarlanabilir. Duyusal geri bildirim düzeyi, katılımcının hareketinin sanal mekanda düşük derecede sapma ile karşılık bulmasıdır. Duyusal geri bildirim düzeyi katılımcı uzuvlarına yerleştirilen sensörler ile sanal mekana hareket aktarımıyla, avatarın hareketi hesaplanarak veya katılımcının tüm vücut hareketleri takip edilerek yüksek düzeyde oluşturulabilir. Böylece kullanıcının fiziksel alanda yaptığı hareketler sanal mekanda yüksek düzeyde görsel geri bildirim¹⁴ ile vücut bulur ve eylemlilik hissi oluşur (Kiltene ve diğerleri, 2012). Eylemlilik duygusu oluşumunda etkili olan öngörülen görsel çıktının sonuç görsel çıktı ile uyumu görsel geri bildirim olarak tanımlanmaktadır. Sato ve Yasuda (2005) tarafından yapılan çalışmada sanal mekandaki görsel geri bildirim süresi uzadıkça eylemlilik duygusunun azaldığı gözlemlenmiştir. Yapılan çalışmalar ışığında eylemliliğin bulunuşluluk oluşumu üzerinde doğrudan etkili bir faktör olduğu söylenebilir (Jicol ve diğerleri, 2021). Eylemlilik düzeyi arttıkça kullanıcının sanal mekandaki hareketleri gerçek mekana yaklaşır, sosyal ve öz bulunuşluluk düzeyi artar. Aynı zamanda eylemlilik mevcudiyet ile de yakından ilişkilidir. Sanal mekan sahip olduğu teknolojik donanımlar ile gerçek mekana yakın mevcudiyet oluşturur, deneyimde kullanılan donanımlar ile de eylemlilik oluşur. Donanımlar sayesinde sanal mekanda var olan etkileşimler ile eylemlilik duygusu ilişkilidir. Örneğin görme ve duyma etkileşimli bir deneyim ile beş duyuya da hitap eden bir deneyimin eylemlilik derecesi arasında fark oluşmaktadır. Donanımların hitap ettikleri duyu sayısı arttıkça, donanımın etkileşim düzeyi yükseldikçe, kullanıcıya donanım ile doğru geri bildirim sağlandıkça eylemlilik düzeyi artmaktadır.

3.2 Mimari Temsillerde Bulunuşluluk ve Eylemlilik

Mimari temsil yöntemleri, zaman içerisinde mimari mekanın tanımlarının değişmesiyle ve teknolojik araçların ortaya çıkmasıyla değişmeye başlamıştır.

¹⁴ Görsel geri bildirim: kullanıcının hareketine bağlı olarak sanal mekanda oluşan görsel değişimler.

İnsan-mekan arasındaki iletişimi kurmak amacıyla kullanılan mimari temsillerdeki değişim beden ile mekan arasındaki kavramsal ilişkinin değişimiyle paralel ilerlemiştir. Temsillerin mekanlarla ilgili aktarmayı hedefledikleri bilgiler birbirinden farklı olduğu için her temsil yönteminin kendine özgü farklı bilgi aktarım potansiyelleri bulunmaktadır. Fakat mimari temsilin zaman içerisindeki değişimi temel olarak iletişim ve bilgi aktarımını geliştirmek üzerinden ilerlemiştir. Bu kavramlar temelinde gelişen temsil biçimleri, güncel teknolojiler ile insan-mekan etkileşimini maksimum seviyeye çıkarmayı hedeflemiştir. Güncel olarak kullanılan temsil yöntemlerinde bilgi aktarımı ve iletişimi güçlendiren temel duygular bulunuşluluk ve eylemliliktir.

"Mimari temsilin yaratıcı bir araca dönüşebilmesi için tasarlayanla tasarlanan arasında bir diyalog oluşturabilmesi, tasarlayanı tasarlanana, tasarlanana da tasarlayana aktarabilmesi gerekmektedir" (Avcı, H. O., 2016). Temsilin içermesi beklenen tasarım-tasarımcı diyalogu ve kişiler arası iletişim kurma becerisi bulunuşluluk duygusu yaratmasıyla birlikte güçlenir. "Bulunuşluluk, - öncelikle algısal bir yanılsama olarak - açıkça çok modludur; sadece görsel değildir. Görme birçok durumda fiziksel gerçeklikte olduğu gibi sanal gerçeklikte de baskın veya ayrıcalıklı algısal modalite¹⁵ olarak kalsa da, işitme ve kişinin bedensel durumu ve konumunun hissi aynı zamanda bir mekansal bulunuşluluk duygusunun ortaya çıkmasına hayati katkıda bulunur" (Murphy, D. J., 2017). "Çoklu algısal sistemlerin aynı anda devreye girmesi, bazı uyaranların derinliği oldukça düşük olsa bile bir bulunuşluluk duygusu yaratmanın son derece etkili bir yoludur" (Steuer, J., 1992). Yalnızca görsel duyuya hitap ile görsel bulunuşluluk oluşturulabilir olsa da bulunuşluluk duygusunun varlığı birden fazla duyuşal bilgiye bağlıdır ve yoğunluğu içerdiği farklı duyuşal bilgilere göre değişmektedir.

Bulunuşluluk, mimari tasarım sürecinin tasarım oluşturma evresinde tasarımcı ile tasarımın ilişkisini, tasarımı aktarma evresinde tasarımcı-kullanıcı arasındaki bilgi aktarımını, işbirlikçi tasarımlarda tasarımcılar arası fikir paylaşımını destekleyen

¹⁵ Modalite: Bir şeyin deneyimlendiği kanal.

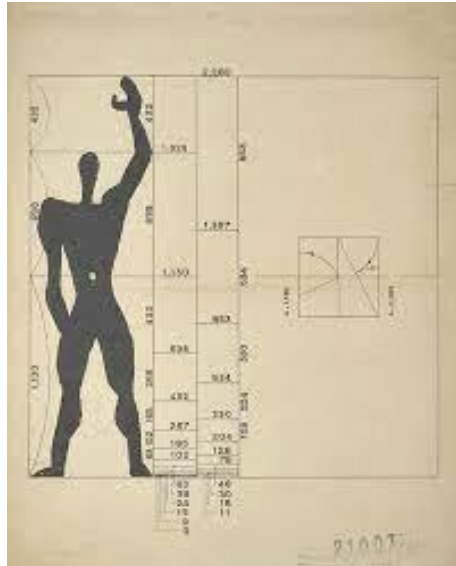
bir duygudur. Bir mekanı deneyimleyebilmek için fiziksel ve/veya zihinsel olarak o mekanda bulunmak gerekmektedir aksi halde mekanı dışarıdan bir göz olarak yorumlarız. Mimarlık üretiminin temelinde, mimar, tasarladığı mekanları zihinsel olarak var edip kendi zihninde mekan deneyimleri için kurgular oluşturmaktadır. Bu kurguları oluşturabilmek ve oluşan mekansal kurgularını diğer kişilere aktarabilmek için çeşitli temsil yöntemleri geliştirilmiştir. Tarihsel süreç boyunca mekansal bilgiyi aktarmak için mevcut temsil yöntemlerinin yetersiz kaldığı yerlerde yeni temsiller ortaya çıkmış veya eski yöntemler geliştirilmiştir. Tversky'e (2014) göre, "insanlar mağara resimlerinden bu yana, zihinlerindeki fikirleri dışa vururken kullandıkları temsilleri odaklandıkları konuya, dikkat çekmek istedikleri noktaya göre kurgular, benzer temsil yöntemlerini farklı amaçlar için farklı şekillerde kullanırlar."

Mekan temsillerinin zaman içerisindeki gelişimini analiz etmek için mekan kavramının tanımının zamanla değişimini incelemek gerekmektedir. Mekan kavramının Antik Çağ'dan itibaren matematiksel oranlar, işlevsellik, sağlamlık ve estetik esaslarına dayalı tanımlandığı bilinmektedir. Vitruvius Mimarlık Üzerine On Kitap yayınında "Tapınaklarda ve İnsan Vücudunda Bakışım" bölümünde mekan-doğa-beden ekseninde kurulan bir ölçü sistemi kurgulamıştır. Bu sistem doğa ile beden arasında var olan oranlar üzerine kurulmuştur. Mekanı doğa ile olan ilişkisi üzerinden tanımlarken doğa ile insan bedenini beraber düşünmüş, mekanları insan bedeni oranları üzerinden kurgulamıştır. Vitruvius'un beden tanımı üzerinden Rönesans döneminde Da-Vinci Vitruvian man'i üretmiştir. Rönesans döneminde, beden sadece oranlarıyla değil mekandaki hareketleri ile de mekanı etkilemiş, öyle ki perspektif temsili de bu dönemde ortaya çıkmıştır. Rönesans ile birlikte mimar, kendini gündelik hayatta mekanı deneyimleyen kullanıcı yerine koymaya başlamıştır. Perspektifin mimari bir gösterim olarak kullanılması mimara mekanı yaratma ve algılama biçimini doğrudan aktarma şansı sunmuştur.

"Rönesans hümanizması ve felsefesi ile birleşen perspektif mimarların neredeyse tüm algı yapılarını değişikliğe uğratmıştır. Bireyin her şeyin ölçüsü haline gelmesinde perspektifin önemli bir yeri vardır. Mimarlık da sanattaki gelişmelerden etkilenerak mekanları insan gözüyle temsil etmeye

başlamış, perspektif temsilini mimarlık disiplinine eklemiştir" (Gürer, T. K., & Yücel, A., 2010).

Mekan, Orta Çağ'da Descartes tarafından analitik temellere dayandırılarak yeniden tanımlanmıştır. Descartes'ın mekanı kartezyen olarak ele alış biçimi, bedenın mekan ile olan ilişkisini mekanik olarak kurgulamasına sebep olduğu için bedenın hareketini ve potansiyelini parçalar üzerinden ele almaktadır (Descartes, R., 2008). Descartes'a göre insan hareketi beden üzerinden ölçülebilir, hesaplanabilir mekanları yaratmaktadır. Bu anlayış temelinde mekan ve kullanıcı nesneleştirilerek sayısal veriler üzerinden değerlendirilmektedir. Modern mimari dönemde Corbusier tarafından geliştirilen Modulor sistem ile mekanlar beden oranları kullanılarak üretilmeye devam etmiştir. Corbusier, belirli bir vücut oranı (Modulor) belirleyerek tüm mekansal kurguları onun ölçüleri üzerinden şekillendirmiştir (Şekil 3.1). Modern mimari döneminin de bir kısmını kapsayan süreç boyunca beden ve mekan ilişkisi matematiksel ölçülere bağılı olarak ilişkilendirilmiştir. Mekan oluşumunda bedenın oranları temel alınarak beden matematiksel veri olarak kabul görülüp hareket ve mekanın dinamikleri göz ardı edilmiş, mekan içerisinde yaşanan karşılaşmalar ve deneyimler mekan kurgulanırken yok sayılmıştır.



Şekil 3.1 Modulor Sistem, Le Corbusier (Corbusier, 1945).

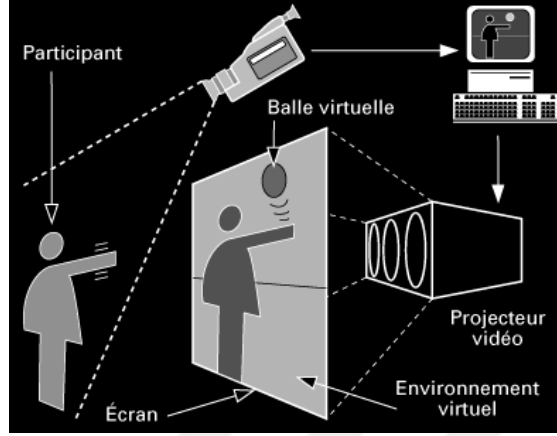
Mekanın uzun bir tarihsel süreç boyunca sayısal veriler üzerinden tanımlanıyor olması dolaylı olarak mekan temsillerinin de sayısal veriler üzerinden, statik

olarak gelişmesine neden olmuştur. Perspektif kullanımı ile birlikte temsili izleyen kişinin mekanı deneyimleyen kişi konumuna geçmesiyle öz bulunuşluluk duygusu var olmaya başlamıştır. Kullanıcının gözünden mekanın nasıl görüneceğini gösteren perspektif çizimler bilgisayarın kullanımın yaygınlaşmasıyla birlikte üç boyutlu modelleme yöntemleri ile üretilmeye başlamıştır. Beden-mekan arasındaki ilişki tarihsel süreçte statik ve oransal olmaktan çıkıp, etkileşimli ve dinamik bir hal aldığı için mekan temsilleri de dinamik olma yolunda gelişmeye başlamıştır.

Batı kültüründe görme duygusu diğer duylardan önemli ölçüde ayrılmış ve en üst kademe duyu olarak ele alınmıştır. Görme duyusunun diğer duylar üzerindeki baskısı nedeniyle teknolojik gelişmeler de özellikle görme duyusuna hitap eder şekilde gelişmiştir. Televizyon, sinema gibi bilgi aktarım araçları görme duyusunu ön plana alıp diğer duyları arka plana itmiştir (Howes, D., 2002). Mekan temsillerinde de teknolojik gelişmeler öncelikli olarak görme duygusu odaklı yaşanmıştır. Bilgisayar ile modelleme tekniğinin mimarlık alanına girmesiyle birlikte kişiler mekanları görsel olarak insan gözü hizasından ve istenilen perspektifte deneyimlemeye başlamıştır. Üç boyutlu model üzerinden alınan görüntüler temsil yöntemi olarak kullanılmaya başlamıştır. Ortografik yöntemlerden farklı olarak düzlemsel uzunluk bilgisi içermez, ölçü, alan bilgisi gibi matematiksel bilgiler dışında mekanın kullanım senaryosu, malzeme bilgileri, mekanın atmosferi gibi bilgiler içermektedir. Üç boyutlu modellemenin üretilmesiyle birlikte tasarımlar, yalnızca iki boyutlu düzlemlerde var olan temsillerle değil, kişinin mekandaki konumunu ön plana alan ve mekan-kullanıcı etkileşimini önemseyen etkileşimli temsillerle aktarılmaya başlamıştır.

Videoplace, 1970'lerin ortasında Myron Kruger tarafından oluşturulan ilk sanal gerçeklik denemelerinden biridir. Deneyimde bir adet büyük ekran, video kameralar ve projeksiyonlar kullanılmaktadır (Şekil 3.2). Amaç kullanıcının ekran önünde yaptığı fiziksel hareketleri ekrana aktarabilmek ve etkileşimli bir sanal ortam yaratmaktır. Videoplace deneyiminde insanlar aynı anda aynı ekranın önünde dururken silüetleri birbiri ile çakıştığında geri çekilerek birbirlerinden uzaklaşmaktadır, bu tepki kişinin ekran üzerindeki bedensel varlığını hissettiğinin bir kanıtı olarak değerlendirilmektedir. Böylece bedensel etkileşim ile sanal

mekanda bulunuşluluk duygusu oluşmasının ilk örneklerden itibaren bağlantılı olduğunu görülmektedir. İnsan hareketlerine karşılık buldukça deneyimde kendi bulunuşluluk hissini yaratmaya başlamaktadır.



Şekil 3.2 Videoplace deneyimi diyagramı (Kruger, 1975).

Beden kavramı toplum tarafından ele alınmaya başladıkça ve teknolojik gelişmeler ilerledikçe temsilde beden varlığı farklılık göstermiştir. Beden temsil yöntemlerinde yer buldukça yeni temsil yöntemleri beden kavramını kapsayacak şekilde gelişmeye başlamış, beden-mekan etkileşimi sağlayan interaktif deneyimler ortaya çıkmıştır. Mimarlık alanındaki en güncel etkileşimli temsil yöntemleri artırılmış gerçeklik, sanal gerçeklik ve karma gerçekliktir. Artırılmış gerçeklik kullanıcının bedensel varlığına atıfta bulunmaz. Kullanıcı fiziksel olarak var olduğu mekanı görmeye devam ederken üzerine yeni bir katman olarak sanal mekanı ekler. Diğer temsil yöntemlerinden farklı olarak mekanı görme açısını kullanıcı seçer, interaktiftir. Craig, artırılmış gerçekliği, fiziksel dünya görüntüsü üzerine bindirilmiş dijital bilgiler olarak tanımlar. Görüntülenen bilgi kullanıcının fiziksel dünyadaki konumuna ve bakış açısına göre değişmektedir. Etkileşimli olması sayesinde kişi bilgiyi algılayabilmekte ve değiştirebilmektedir (Craig, A. B., 2013). Sanal gerçeklik temsili, artırılmış gerçeklikten farklı olarak, kullanıcıyı bulunduğu mekandan soyutlar, sanal mekanda bedensel varlığını oluşturur. İnteraktif olma seviyesi tasarıma göre değişiklik gösterse de her iki temsil biçimi de etkileşimlidir.

"Artırılmış gerçeklik, sanal gerçekliğin bir varyasyonudur. Sanal mekan teknolojileri, kullanıcıyı tamamen sentetik bir ortamın içine sokar.

Daldırıldığında, kullanıcı etrafındaki gerçek dünyayı göremez. Buna karşılık, artırılmış gerçeklik, kullanıcının gerçek dünya üzerine bindirilmiş veya gerçek dünya ile birleştirilmiş sanal nesnelerle gerçek dünyayı görmesine izin verir. Bu nedenle gerçekliği tamamen değiştirmek yerine gerçekliği tamamlar" (Azuma, R. T., 1997).

Ponty (2012)'nin hareketi bir iletişim yöntemi olarak tanımlaması, sanal gerçeklik deneyiminde açıkça ortaya çıkmaktadır. Kullanıcı sanal mekanı, temsil edilen bedeni üzerinden hareketleri ile deneyimlemekte ve (tasarıma göre değişiklik gösterse de) birden fazla duyusuyla nesneleri ve mekanı algılayıp iletişim kurmaktadır. Böylece sanal dünyadan gelen duyuşsal bildirimleri karşılar ve onlarla etkileşime geçerek geri bildirim oluşturur. Herz ve Rauschnabel (2019), sanal gerçeklik deneyimini iki ana faktörün belirlediğini öne sürerler; sanal bulunuşluluk ve sanal varlık olma hissi. Sanal bulunuşluluk kullanıcının fiziksel olarak bulunduğu ortamın dışında sanal bir mekanda bulunuyor olmasıdır. Sanal mekanda bulunuyor olmak için gerçek mekan deneyiminde olduğu gibi bedensel bir varlığa ihtiyaç duyulur. Sanal mekanda sahip olunan beden, avatar olarak adlandırılmaktadır. Yalnız sanal gerçeklik deneyiminde değil oyun gibi diğer sanal mekan deneyimlerinde de avatarlar yaygın olarak kullanılmaktadır. Sanal mekanı bir avatara sahip olarak deneyimlemek kullanıcıya sanal mekanda bir bedenle var olduğu yanılsamasını uyandırır ve bu durum literatürde bedensel varlık illüzyonu olarak tanımlanmaktadır. Bedensel varlık illüzyonu, avatar tasarımına, avatarın konumuna, sanal mekandan ve fiziksel çevreden gelen duyuşsal uyarılara göre değişiklik gösterir. Burin ve diğerleri (2019)'nin yaptıkları deneyde, sanal gerçeklik deneyiminde avatarın kullanıcıyla aynı noktada (birinci şahıs perspektifi) veya farklı noktada (üçüncü şahıs perspektifi) durmasına göre kullanıcının bedensel varlık hissi derinliğinde farklar olduğu, avatarın kullanıcı ile aynı noktada ve aynı yönde bulunmasının varlık hissini artırdığı görülmektedir. Masselli ve Slater (2013), "sanal mekanda bedensel bulunuşluluk hissini gerçekleştirmesi için üç ana faktör olduğunu öne sürer. Bu faktörler; görsel perspektif, insan benzeri bedensel görünüm ve görsel dokunsal uyarıdır." Bedensel bulunuşluluk hissi için kafa hareketinin deneyime yansımalarının ve görsel dokunmanın büyük ölçüde fark yaratmadığı, sanal avatarın görünüşü ve sanal

mekandaki hareketlerin fiziksel hareketler ile koordinasyonun önemli ölçüde etkili olduğu ortaya çıkmıştır (Masselli, Slater, 2013). Beden ile temsil arasındaki ilişki güçlendikçe temsillerde eylemlilik duygusu oluşmaya başlamıştır. Fiziksel, sosyal ve öz bulunuşluluğun var olduğu tüm temsillerde eylemlilik de oluşmaktadır.

		Fiziksel Bulunuşluluk	Sosyal Bulunuşluluk	Öz Bulunuşluluk	Eylemlilik
GELENEKSEL MİMARİ TEMSİLLER	Taslak Eskiz	X	X	X	X
	Ortografik Çizimler	X	X	X	X
	Perspektif	X	X	✓	X
	Maket	X	X	✓	X
ÇOKLU ORTAM MİMARİ TEMSİLLERİ	Sanal Gerçeklik	✓	✓	✓	✓
	Artırılmış Gerçeklik	✓	✓	✓	✓
	Karma Gerçeklik	✓	✓	✓	✓

Şekil 3.3 Mimari temsil yöntemlerinde bulunuşluluk ve eylemlilik kavramlarının yeri (yazar tarafından üretilmiştir.)

Sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, karma gerçeklik temsilleri dışında kalan ortografik çizimler, perspektif, eskiz ve maket temsilleri fiziksel bulunuşluluk içermemektedir. Çünkü Lee'ye göre fiziksel bulunuşluluğun oluşması için kişi kendini fiziksel mekandan farklı bir mekanda gibi hissetmeli, sanal ortam yanılması yaşamalıdır. Kullanıcı sanal ortamda bulunma yanılması yaşanırken aracı donanımların ne kadar farkında değilse fiziksel bulunuşluluğu o kadar güçlü hisseder. Geleneksel temsil yöntemlerinde kişiye fiziksel ortamdan gelen

uyaranlara karşı yalıtım sağlayan bir donanım bulunmamaktadır. Kullanıcı geleneksel temsilleri bulunduğu fiziksel ortam içerisinde dışarıdan bir gözlemci olarak izler. Bu nedenle fiziksel bulunuşluluk yaşaması olanaksızdır. Çoklu ortam temsillerinde ise kişi belirli donanımlar ile sanal bir mekanda bulunuşluluk hissini yaşar. Sürükleyici olmayan sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve karma gerçeklik temsillerini bilgisayar, fare veya tablet üzerinden deneyimleyen kullanıcı, deneyimlediği ortamın içeriğine bağlı olarak derin konsantrasyon yaşayabilir. Her ne kadar kullanıcı hala fiziksel çevreyi görebiliyor olsa da deneyimin derinliği ile kendini sanal ortamda var oluyor hissedebilir. Aracıların ve fiziksel çevredeki uyarıcıların farkındadır fakat sanal mekanda gerçek mekan deneyimine yakın interaktif ilişkiler kurarak içinde olma (being inside) hissini oluşturabilir. Günümüzde kullanılan temsil biçimleri arasında en yüksek derecede fiziksel bulunuşluluk hissini oluşturduğu temsil biçimi ise sanal gerçekliktir. Sanal gerçekliğin en yüksek fiziksel bulunuşluluk yaratmasının nedenleri, kullanıcının sanal mekanı deneyimlerken fiziksel çevreden görsel olarak koparılması, sanal mekanda birden fazla duyuya hitap ediliyor olması, kullanıcının hareketlerine sanal mekanda karşılık bulması, interaktif tasarımlar ile sanal mekandaki nesnelerin değiştirilebilir olmasıdır. Lee'nin tanımladığı fiziksel bulunuşluluk tanımına göre, sanal gerçeklikte geliştirilmesi gereken en önemli noktalardan birisi sanal mekan deneyiminde kullanılan araçların deneyim sırasında fark edilemeyecek derecede vücuda entegre olabilmesidir. Sanal gerçeklik alanında donanımların günlük hayatta kullanılabilecek kadar hafif, bağımsız hareket edebilen ve ergonomik olması için çalışmalar devam etmektedir. Örneğin, ilk sanal gerçeklik gözlüğü olan Demokles'in Kılıcı kablolar ve taşıyıcılar ile giyilebiliyorken, günümüzde kullanılan sanal gerçeklik gözlükleri kablosuz, daha küçük boyutlarda ve hafiftir. Donanım tasarımıındaki farklar deneyimi de direkt olarak etkilemektedir.

Sosyal bulunuşluluk özetle sanal mekandaki sosyalleşme olarak tanımlanabilir, ortografik çizimler, perspektif, eskiz ve maket temsillerinde oluşmamaktadır. Sosyal etkileşim olabilmesi için temsilin interaktif paylaşıma elverişli olması gerekir. Geleneksel temsil yöntemlerinde fiziksel bulunuşluluk olmadığı için, herhangi bir mekanda bedensel varlık ilüzyonu bulunmadığından, o mekanda

sosyalleşme hissi de yaşanamaz. Sosyal bulunuşluluk için kişinin kendini ifade edebileceği ses, mimikler ve hareketler ile iletişim kurabilmesini sağlayan vücut yanılması gerekir. Bu vücut yanılması çoklu mekan temsillerinde avatarlar yardımıyla bulunur. Tüm çoklu mekan temsillerinde kullanıcı var olduğu sanal mekanda hareketlerine karşılık bulduğu için mekandaki nesnelerle veya, çoklu kullanıcıyı destekleyen bir altyapıya sahipse, diğer kullanıcılarla hareketleri aracılığıyla etkileşime geçer. Böylece sanal mekanda iletişim kurulur, sözlü, sesli veya sadece hareketler yardımıyla sosyalleşme yaşanır. Sanal gerçeklik temsili diğer çoklu mekan temsillerine göre daha yüksek düzeyde sosyal bulunuşluluk içerebilir. Artırılmış gerçeklik deneyiminde kullanıcı ile sanal mekân arasında ekran bulunduğundan sanal avatar ile hareketleri yüksek derecede eşleşmez, karma gerçeklik deneyiminde de aracı donanımlar nedeniyle kullanıcı jest ve mimiklerine karşılık bulamayabilir. Sanal gerçeklik deneyiminde ise kullanıcılar sanal mekanda birbirleri ile mimikle, mesajla veya avatar hareketleri ile iletişim kurabilir. Ayrıca birçok sanal gerçeklik deneyiminde kullanıcı mekanda bulunan nesneler ile de etkileşime girmektedir.

Öz bulunuşluluğun hissedilmesi için kişi kendini bir mekanın içinde bedensel ve duygusal olarak bulunuyor hissetmelidir. Öz bulunuşluluk, Rönesans dönemine kadar sanat ve mimarlık alanlarında göz ardı edilmiştir. Rönesans dönemi itibarıyla mekanlar insan görüş açısı ile temsil edilmeye başlamıştır ve öz bulunuşluluk duygusunu içeren ilk temsil, perspektif ortaya çıkmıştır. Perspektif temsiline önce kullanılan ortografik çizimlerde ve eskizlerde öz bulunuşluluğun varlığından söz edilemez. Maket temsiline ise, kişi temsili fiziksel dünyada görerek ve dokunarak deneyimler. Mekânı gördüğü perspektifleri kendi seçebilir, maketin yapım tekniğine bağlı olarak kendini maketteki mekânlarda hayal edebilir. Bu durumda kendi sanal mekânını kurgular ve öz bulunuşluluğunu yaratır. Ortografik temsillerde amaç bulunuşluluk hissi yaratmak değil, mekansal bilgiler aktarmaktır. Üç boyutlu modelleme yöntemi ile üretilen mekânlarda ise perspektif temsiline gelişmiş hali deneyimlenir, kişi sanal mekân içerisinde birinci şahıs perspektifi ile mekânı istediği açıdan görebilir. Mekânı deneyimleme açısını kullanıcının seçebiliyor olması öz bulunuşluluk hissini artırır çünkü kişi gerçek mekân deneyimine yakın görsel deneyime sahip olur. Sürükleyici olmayan sanal

gerçeklik ve artırılmış gerçeklik deneyiminde kullanıcı kendini mekanda mevcut hissetse de ekran, fare gibi araçların farkındadır. Sürükleyici sanal gerçeklik deneyiminde araçların farkındalığı azaldığı için, fiziksel mekandan soyutlanma maksimum seviyede yaşanır ve etkileşim düzeyi en yüksek temsil biçimi olması nedeniyle öz bulunuşluluk hissi de en yüksek oranda hissedilir. Örneğin, yükseklik korkusu olan kişiler sanal gerçeklik deneyiminde yüksek bir noktada durduklarında düşeceklerini düşünür ve etrafındaki nesnelere tutunmaya çalışırlar. Bu örnek öz bulunuşluluk hissinin ne kadar kuvvetli olabileceğinin göstergesidir. Kullanıcı kendini hem sanal mekanda mevcut hisseder hem de sanal mekandaki deneyimlere karşı duygusal tepkiler oluşturur.

Bulunuşluluk duygusu ve eylemlilik arasındaki bağdan dolayı bulunuşluluğun üç alt başlığının da bulunduğu çoklu ortam temsillerinde eylemlilik de bulunmaktadır. Fiziksel bulunuşluluk duygusu oluşan temsillerde kullanıcı sanal mekanda bir avatarla var olmakta ve hareketlerini sanal bedeni üzerinden kontrol etmektedir. Bu sayede avatarın tasarımına göre derecesi değişse de eylemlilik duygusu oluşmaktadır. Sanal gerçekli temsiller arasında en yüksek düzeyde fiziksel bulunuşluluk bulunduran temsil olduğundan en güçlü eylemliliğe de sahiptir. Fiziksel bulunuşluluğu etkileyen sanal gerçeklik donanımları bağlantılı olarak eylemliliği de etkilemektedir. Bir deneyimde bulunan donanım çeşidi arttıkça eylemlilik artmaktadır. Deneyimde bulunan araçların ergonomik olması, deneyim sırasında fark edilemeyecek kadar kullanışlı olması, gerçek mekan deneyimine yakın deneyimler sunması halinde eylemlilik duygusu artacaktır. Sosyal bulunuşluluğun bulunduğu yerde eylemlilik de oluşmaktadır. Sosyal bulunuşluluk ve eylemliliğin ortak noktası avatar hareketleridir. Avatarın gerçek mekan deneyimindeki hareketleri yapabiliyor olması, diğer kullanıcılar ve nesnelerle ilişki kurmayı sağlarken kullanıcının eylemlilik duygusunu da artırarak gerçek beden ile avatar arasındaki bağı güçlendirmektedir. Öz bulunuşluluk ile eylemlilik arasında da bağ bulunmaktadır. Öz bulunuşluluğun oluşması için gereken gerçek mekana yakın deneyim ve araçlar farkına varılmaması durumu eylemlilik için de geçerlidir. Eylemlilik ne kadar güçlü ise sanal mekan deneyimi gerçek mekan deneyimine yaklaşmakta, kullanılan sanal gerçeklik araçları (donanımlar) ne kadar kullanıma uygunsa öz bulunuşluluk ve eylemlilik aynı

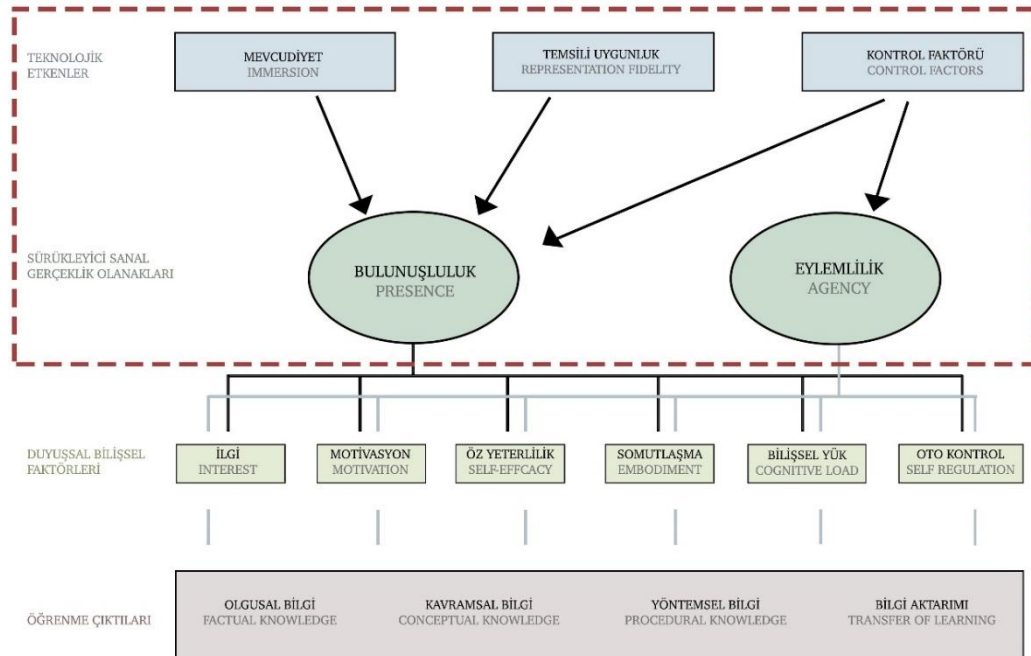
düzeyde artmaktadır. Böylece, öz bulunuşluluk ve eylemlilik arasında çift yönlü bir etkileşim olduğu söylenebilir.

Bahsedilen faktörler göz önüne alındığında, sanal gerçeklik temsiline diğer mimari temsillere kıyasla, daha yüksek düzeyde bulunuşluluk ve eylemlilik duygusu içerdiği sonucuna varılabilir. Temsil ve kullanıcı arasındaki iletişim biçimi sanal gerçeklik temsiline kadar var olan mimari temsillerde bu denli güçlü ve dinamik bir hal almamıştır. "Sanal gerçeklik araştırması, insan duyularının doğal dünyayı algılamakten algıladığı ve yorumladığı uyaranların kapsamını ve yoğunluğunu mümkün olduğunca yakın bir şekilde canlandırarak öz bulunuşluluk duygusu yaratmaya yoğun bir şekilde odaklanmıştır" (Heeter, C., 1992). Sanal gerçeklik deneyiminde kullanıcı, sanal çevreden gelen bildirimler ile bulunuşluluğu yaratmakta ve temsil edilen mekan kullanıcı tarafından gerçek mekan deneyimine en yakın şekilde deneyimlenmektedir.

3.3 Sürükleyici Öğrenmenin Bilişsel Duyuşsal Modeli (CAMIL) Temelinde Kavramsal İlişkiler

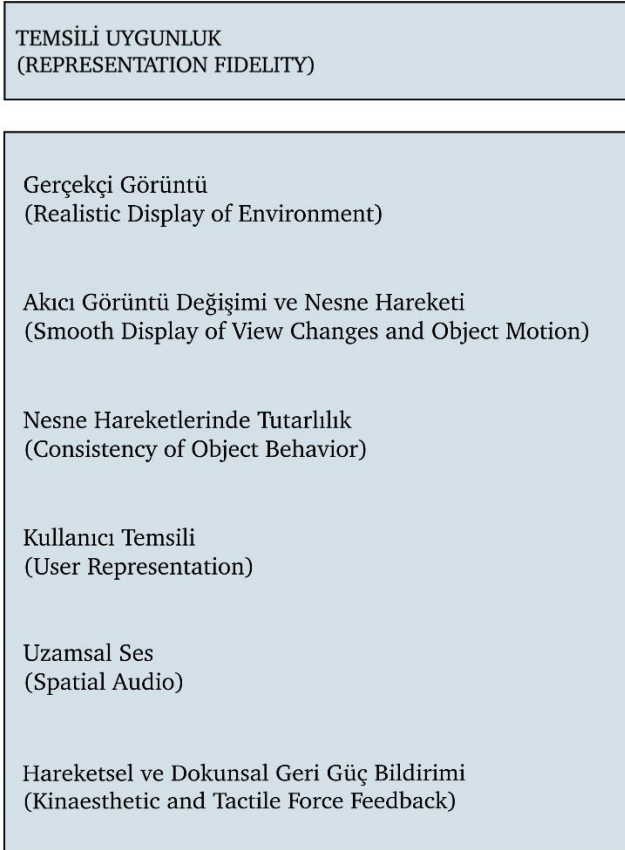
Makransky ve Petersen (2021), sürükleyici sanal gerçeklik ortamında öğrenme metodu temelinde, bulunuşluluk (presence) ve eylemlilik (agency) kavramlarının oluşmasındaki etkenlerin analizini sundukları Sürükleyici Öğrenmenin Bilişsel Duyuşsal Modeli (CAMIL) isimli bir model önermişlerdir. Model, sanal gerçeklikte öğrenme metotlarının hangi etkenler ile oluştuğunu ve bu etkenlerin yarattığı duyuşsal bilişsel faktörleri incelemektedir (Şekil 4.1). CAMIL modeli teknolojik etkenler, sürükleyici sanal gerçeklik olanakları, duyuşsal bilişsel faktörler ve öğrenme çıktıları olmak üzere dört ana başlıktan oluşmaktadır. Öğrenme metodunda kullanılan sanal gerçekliğin teknolojik etkenler ile deneyimde bulunuşluluk ve eylemlilik oluşturmaya sağladığı, özellikle bulunuşluluk oluşması için mevcudiyet, temsili uygunluk ve kontrol faktörünün birlikte etkili olduğu öne sürülmektedir. Deneyimde oluşan bulunuşluluk ve eylemlilik kullanıcıda duyuşsal ve bilişsel faktörleri oluşturmaktadır. İlgi, motivasyon, öz yeterlilik, somutlaşma, bilişsel yük, oto kontrol olarak sıralanan faktörler öğrenmeyi kolaylaştırır ve öğrenme çıktıları olarak tanımlanan olgusal bilgi, kavramsal bilgi, yöntemsel bilgi, bilgi aktarımını ortaya çıkarır. Model sonucunda, sanal gerçekliğin sahip olduğu

teknolojik donanımlar ve donanımların birbiriyle ilişkilerini kullanarak kullanıcıda oluşturduğu duygularla öğrenmeyi kolaylaştırdığı söylenebilir. Makransky ve Petersen (2021) öğrenme metodlarında video veya sunum tekniği ile aktarılan bilgiler yerine sanal gerçeklik ile bilgi aktarımının daha fazla bulunuşluluk içerdiği, böylece diğer sunum tekniklere kıyasla öğrenmeyi zenginleştiren bir yol olduğunu savunmaktadır. Bu modelde bilgi aktarma yeteneği sayesinde sanal gerçeklik diğer yöntemlerden ayrılır. CAMIL eğitim ile ilgili bilgi aktarımı üzerine üretilmiş bir diyagram olsa da tasarım sürecinde mekan ile ilgili bilginin aktarılması da aynı kavramsal ilişkiler sonucu oluşmaktadır. Temsil yöntemlerinin ana amacı, bilgi aktarımıdır. CAMIL’de bahsedilen bilgi aktarımı ile tasarım süreci bilgi aktarımı aynı şekilde oluşur, temsil yöntemi olan sanal gerçeklik kişiye doğru bilgi aktarmak için bulunuşluluk ve eylemliliğe ihtiyaç duymaktadır. Çalışmanın 3. Bölümünde incelenen temsil-beden-bulunuşluluk ilişkisi CAMIL diyagramındaki kavramsal ilişkiler ile uymaktadır. Bu nedenle tez kapsamında CAMIL modelindeki teknolojik etkenler ve sürükleyici sanal gerçeklik olanakları ele alınmakta, duyuşsal bilişsel faktörler ve öğrenme çıktıları kapsam dışı bırakılmaktadır.



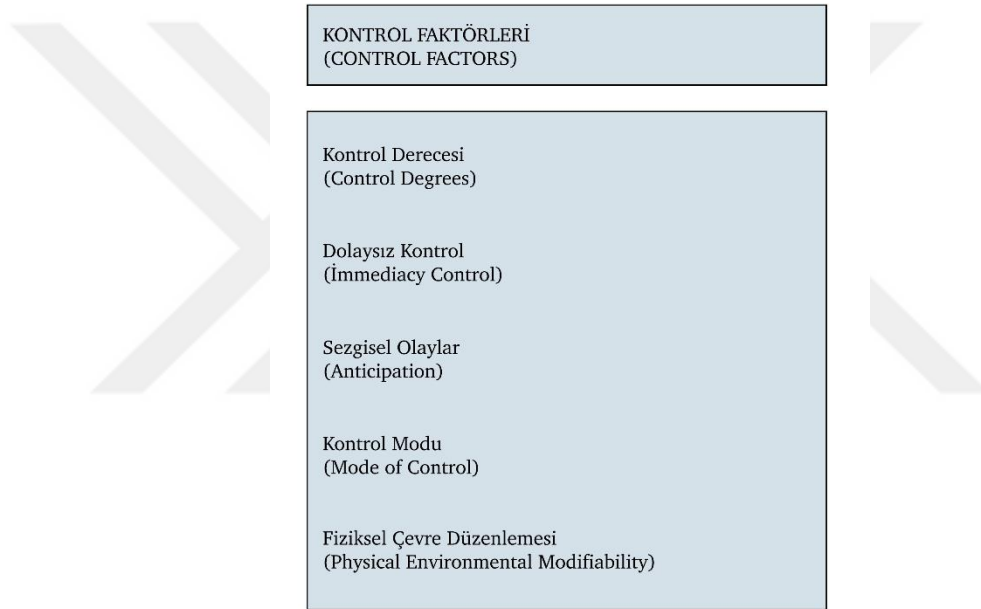
Şekil 3.4 CAMIL Diyagramı. (Makransky, G., & Petersen, G. B., 2021) (Çalışma kapsamında kesikli çizgi ile belirtilen alan incelenecektir.)

Teknolojik etkenler (technological factors) ana başlığı altında, mevcudiyet (immersion), kontrol faktörleri (control factors) ve temsili uygunluk (representational fidelity) kavramları incelenmektedir. Teknolojik etkenler nesneldir, zamanla değişebilirler. Bu etkenleri kullanarak üretilen sürükleyici sanal gerçeklik mekanlarında (immersive virtual reality) kullanıcıda bulunuşluluk ve eylemlilik duyguları oluşturulmaktadır. Teknolojik etkenlerin ilk maddesi mevcudiyettir. Deneyimde kullanılan donanım ve yazılım ise deneyimdeki mevcudiyet düzeyini belirlemede rol oynar. "Mevcudiyet, bir model-görünüm-denetleyici mimarisindeki görünüm bileşenleriyle ilgilidir" (Bowman, D. A., & McMahan, R. P., 2007). Mevcudiyet kavramı sanal gerçekliğin donanımları ile ortaya çıkan, nesnel olarak ölçülebilir, kullanıcının sanal gerçeklik donanımları ile sarmalanmasıdır. Kişi mevcudiyet oluşturulan bir sanal mekan deneyimine katıldığında öznel olarak kendi bulunuşluluk hissini yaratmakta, deneyimdeki donanımlara göre oluşan bulunuşluluk hissi farklılık göstermektedir.



Şekil 3.5 Temsili Uygunluk (Dalgarno ve Lee, 2010)

Modelde var olan ikinci teknolojik etken, temsili uygunluktur. Dalgarno ve Lee (2010), çoklu ortamda temsili uygunluk başlığının altı alt maddesi bulunduğunu öne sürmüşlerdir. Bu koşullar gerçekçi sanal mekan görüntüsü (realistic display of environment), sürekli sahneler ve akıcı sanal nesne hareketleri (smooth display of view changes and object motion), sanal nesne hareketlerinde tutarlılık (consistency of object behavior), kullanıcının sanal mekandaki beden temsili (user representation), uzamsal ses bilgisi aktarımı (spatial audio), hareketssel ve dokunsal geri bildirimlerdir (kinaesthetic and tactile force feedback) (Şekil 4.3). Çalışma kapsamında temsili uygunluk kavramları Dalgarno ve Lee (2010)'nin tanımlarına göre değerlendirilmektedir.



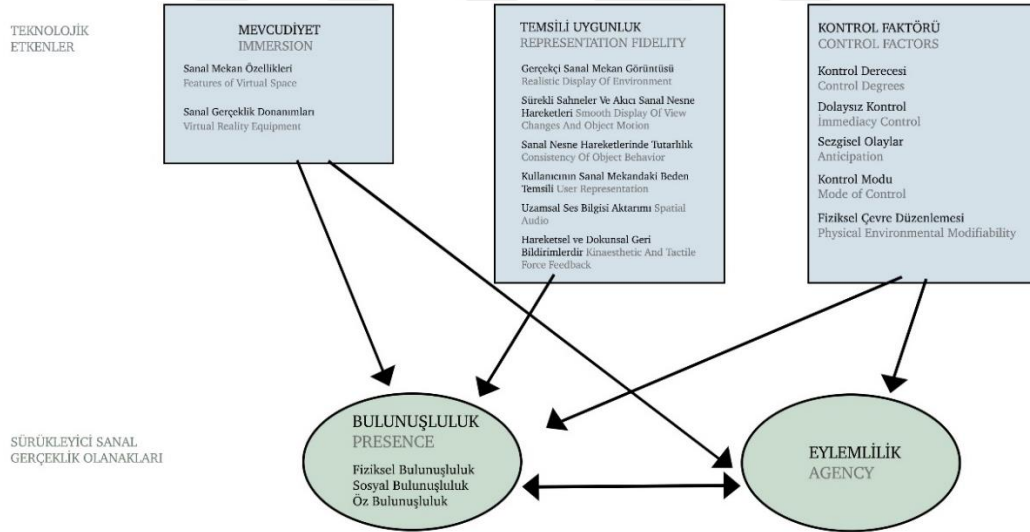
Şekil 3.6 Kontrol Faktörleri (Witmer, B. G., & Singer, M. J., 1998)

Bulunışluluk ve eylemliliği etkileyen diğer etken ise kontrol faktörleridir. "Sanal mekan ile etkileşimde kullanıcının ne kadar fazla kontrol yetkisi varsa bulunışluluk deneyimi o kadar etkili olur" (Witmer, B. G., & Singer, M. J., 1998) Kullanıcı sanal mekandaki nesneleri değiştirirken, kendi kontrolünde hareket ederken fiziksel çevredeki deneyimlerine benzer deneyimler yaşadığı için kendini mekanda bulunur hisseder. Tüm bu kontrol faktörleri sayesinde sanal mekanda sanal bir varlık olarak var olur. Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998), kontrol faktörlerini beş başlıkta incelemektedir. Bu başlıklar, kontrol derecesi (degree of control), dolaysız kontrol (immediacy control), sezgisel olaylar (anticipation),

kontrol modu mode of control), fiziksel çevre düzenlemesidir (physical environmental modifiability).

Bulunışluluk ve eylemlilik kavramları sürükleyici sanal gerçeklik ortamlarında oluşturulabilen temel iki duygudur. Eylemlilik, sanal gerçeklik ortamında kullanıcıların kendi hareketlerini kontrol edebilmesi, sanal ortamdaki nesnelerin eylemleri üzerinde etkiye sahip olması olarak tanımlanabilir. Sanal gerçeklik deneyimi etkileşim içermiyorsa ve kullanıcının kendi kontrolü dışında sabit bir anlatıyı takip etmesi gerekiyorsa, deneyimde eylemlilik düşük seviyededir (Makransky, G., & Petersen, G. B., 2021). Sanal gerçeklik deneyiminde eylemlilik kavramı kullanıcının sanal mekandaki hareketini ve sanal nesneler ile kullanıcı arasındaki etkileşimi kontrol edebilmesi durumudur.

Bu modele göre tasarlanan sanal gerçeklik temsili, diğer temsillerde olmayan iki duygu sayesinde kullanıcıda bilişsel ve duyuşsal faktörler uyandırarak mekanın gerçek mekan deneyimine en yakın şekilde deneyimlenmesini sağlamaktadır.



Şekil 3.7 CAMIL modeli temelinde oluşturulan sanal gerçeklik kavramları ilişkileri.

Çalışma kapsamında sanal gerçeklik temsilleri Şekil 4.4'te gösterilen kavramlar üzerinden incelenmektedir. Bu diyagram CAMIL modeli temelinde, Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998)'in kontrol faktörleri analizi, Dalgarno ve Lee (2010)'nin temsili uygunluk kavramları ve Lee (2004)'nin bulunuşluluk alt başlıkları ile genişletilmiştir. CAMIL diyagramındaki ilişkilerden farklı olarak mevcudiyet ve

eylemlilik arandaki ilişki, bulunuşluluk ve eylemlilik arasındaki ilişki de diyagrama dahil edilmiştir. Mevcudiyetin içerdiği sanal gerçeklik donanımları sayesinde eylemlilik duygusu düzeyinde değişimler oluşmaktadır. Deneyimde kullanılan donanım sayısı ve çeşidi eylemlilik oluşumunu etkilemektedir. Ayrıca bulunuşluluk ve eylemlilik arasında çift taraflı bir etkileşim bulunmaktadır. Deneyimde oluşan bulunuşluluk alt başlıkları eylemliliği etkiler, eylemlilik için gereken şartlar da bulunuşluluk oluşumunu etkilemektedir. Bu nedenle diyagrama çift taraflı etkileşim eklenmiştir.

3.4 Bölüm Sonucu

Mimari temsillerde bulunuşluluk kavramının varlığı mekan deneyimini ve mekanla ilgili aktarılabilecek olan bilginin düzeyini büyük ölçüde değiştirmektedir. Mekan tanımlarına bakıldığında tarihte mekan her zaman beden ile ilişkilendirilmiştir. Bu ilişki durağan ve matematiksel boyutlara dayalı olabildiği gibi, dinamik ve duyulara dayalı da olmaktadır. Zaman içerisinde mekan ve beden birbiriyle birlikte tanımlanmaya başlamıştır. İnsan bedeni ile mekan arasındaki ilişki farklılaştıkça bu ilişkiyi öne çıkaran temsil yöntemleri üretilmiştir. Küreselleşme sonrası ortaya çıkan siber mekan kavramı ile kullanıcıların sanal mekanda var olma süreci başlamış, sanal bulunuşluluk kavramı ortaya çıkmıştır. Teknolojik gelişmelerle beraber mimari temsiller hem donanım hem de deneyimin içerdiği kavramlar açısından zenginleşmiştir. Üç boyutlu modelleme yöntemleriyle beraber ortaya çıkan sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik ve karma gerçeklik temsilleri mimari mekanların matematiksel özellikleri dışında duyuşsal özelliklerini de aktarmayı başarmıştır. Geleneksel yöntemlerle temsilde aktarılamayan birçok mekansal ilişki bu yöntemler ile aktarılabilebilir hale gelmiştir. Bu nedenle mimari mekan oluşumunda tasarım aşamasından sunum aşamasına kadar birçok yerde çoklu ortam temsilleri yer alır.

Sanal gerçeklik deneyiminde fiziksel bulunuşluluğun maksimum seviyede hissedilmesi için, bakış açısı birinci şahıs perspektifine yerleştirilmeli, deneyim sırasında kullanıcı ile sanal avatar hareketlerinin koordinasyonu sağlanmalı, avatar ile kullanıcının beden koordinasyonu olabildiğince fazla noktada ve doğru anatomik hareketler ile hissedilmelidir. Ayrıca sanal beden tasarımının gerçek

bedene yakın özellikler barındırması da fiziksel bulunuşluluk düzeyini artıran bir destekleyicidir. Sosyal bulunuşluluk düzeyinin artması için deneyimin içinde sosyal etkileşim barındırması gerekmektedir. Çoklu kullanıcıları destekleyen yazılımları kullanmak, deneyim içinde mesajlaşma, konuşma gibi sosyal etkileşimin bulunması, sanal nesneler ile kullanıcının hareket üzerinden iletişime geçmesi sosyal bulunuşluluğu artırmaktadır. Öz bulunuşluluğun yüksek seviyede olması için, kullanıcı sanal mekanda fiziksel mekanda kullandığı hareketleri ile mekanı deneyimleyebiliyor olmalıdır. Sanal mekandaki yürüme ile gerçek mekan yürümesi birbirine benzediğinde, nesneleri kavrama, taşıma hareketi fiziksel mekandaki deneyime yaklaştığında, jest ve mimiklere çevreden gelen karşılıklar benzediğinde, maksimum duyuda bilgi aktarımı sağlandığında kullanıcı öz bulunuşluluk duygusunu oluşturur. Bulunuşluluk alt başlıklarından olan fiziksel ve sosyal bulunuşluluğu artıran şartlar eylemlilik için de geçerlidir. Bu şartların sağlandığı deneyimde eylemlilik duygusunun derecesi de yükselmektedir. Sanal mekandaki avatarın gerçek bedene benzer şekilde üretilmesi, gerçek bedende bulunan uzuvların avatarda bulunması, maksimum sayıda duyuya hitap eden donanımlar kullanılması, özneler ve nesneler ile gerçek mekandaki sosyal etkileşime benzer etkileşimler kurulması durumunda yüksek derecede eylemlilik oluşmaktadır.

Mimari tasarım sürecinde kullanılan temsillerde bulunuşluluk ve eylemlilik kavramlarının önemini incelemek için oluşturulan kavramsal ilişkiler diyagramında, literatürde kabul edilmiş olan CAMIL diyagramı temel alınmıştır. CAMIL diyagramı öğrenme metodları üzerinden oluşturulmuş olsa da, teknolojik etkenlerle sürükleyici sanal gerçeklik olanaklarının birbiriyle olan ilişkisi tüm alanlardaki sanal gerçeklik kullanımları için geçerlidir. Tüm alanlarda geçerli olan kavramsal ilişkiler temel alınmış, alt başlıkları literatürden alınan farklı tanımlamalar ile güçlendirilmiştir. Böylece mimari tasarım sürecinde sanal gerçeklik kullanım örneklerinin incelenebilmesi için bir altlık oluşturulmuştur. Çalışmanın merkezindeki bulunuşluluk ve eylemlilik kavramlarının hangi etkenlerle ilişkili olduğu, bulunuşluluk ve eylemlilik oluşturmak için sanal gerçeklik deneyiminde nelere dikkat edilmesi gerektiği diyagram üzerinden analiz edilmiştir.

TASARIM SÜRECİNDE SANAL GERÇEKLİK KULLANIMI ÖRNEK İNCELEMESİ

Sanal gerçeklik birçok farklı disipline ait çalışma alanında kullanıma uygun bir temsil biçimidir. Sahip olduğu donanımlar sayesinde beş duyuya ait bilgileri aktarabilir, aktarmak istediği bilgiye göre kullanımı çeşitlenebilir. Bu bölümde sanal gerçekliğin farklı disiplinlerde kullanımları sınıflandırılmakta, mimari tasarım sürecinde sanal gerçeklik temsilinin kullanım örnekleri incelenmektedir. Örnekler, sanal gerçekliğin öğrenme metodlarında kullanımını kavramsal olarak inceleyen CAMIL diyagramı temelinde ele alınmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde sanal gerçekliğin mimari tasarım sürecinde kullanımını inceleyen beş örnek 3. başlıkta oluşturulan genişletilmiş kavramsal ilişkiler diyagramı yardımıyla incelenecektir. Sanal gerçeklik, incelenen örneklerin yüzde 20'sinde tasarımın başlangıç aşamalarından biri olan kompozisyon üretme aşamasında, yüzde 20'sinde tasarımın kullanıcıya sunumu aşamasında, yüzde 60'ında ise tasarım geliştirme aşamasında kullanılmıştır. Mimari tasarım aşamasında farklı amaçlarda kullanılan sanal gerçeklik temsilinin kavramsal ilişkileri incelenmiş, tüm örneklerde hangi etkenlerin ortak ve öncelikli olduğu analiz edilmiştir. İncelemeler sonuncunda, sanal gerçeklik temsilinde bulunuşluluğun oluşması için öncelikli olarak tasarlanması gereken etkenler, yaygın kullanılan donanımlar sunulmaktadır.

Sanal gerçeklik teknolojisi sağlık, oyun, turizm, eğitim gibi birçok farklı disiplinde kullanılmakta ve geliştirilmektedir, kullanıldığı disipline, aktarmak istediği bilgiye, kullanım amacına, mekânsal bileşenlerine, kullanılan donanımlara, içerdiği sanal gerçeklik bileşenlerine göre özelleşmektedir. Tüm alanlar için ortak fırsatları ve zorlukları bulunmaktadır. Ortak kullanım zorlukları, yüksek maliyet, karmaşık üretim biçimi, birden fazla donanım bulunması nedeniyle karmaşık kullanma şekli olarak sıralanabilir (Portman & Diğerleri, 2015). Çalışma kapsamında Türkiye'de sanal gerçekliği konu alan tezlerin hangi disiplinlerde yazıldığı araştırılmış; Ulusal Tez Merkezinde sanal gerçeklikle ilgili 242 tez

bulunmuştur. Sanal gerçekliği konu edinen tezlerin bulunduğu disiplinler çoktan aza sırasıyla; sağlık, eğitim, mühendislik, bilim-teknoloji, mimarlık ve oyundur.

Sanal gerçeklik tıp alanında, hastalık teşhisi ve tedavi öğrenimi (Bouaoud, J., ve diğerleri, 2021), cerrahi planlama ve eğitimi (McCloy, R., & Stone, R., 2001), psikolojik tedaviler için güvenli alanda korkularla karşılaşma (Opdyke, D. ve diğerleri, 1995) gibi farklı amaçlarla kullanılmaktadır. "Spesifik fobilerden genel anksiyete bozukluklarına kadar değişen durumlar, sanal gerçeklik senaryoları ve içerdiği uyaranlar sayesinde başarıyla tedavi edilmiştir. Sanal gerçeklik, medya destekli terapi alanında yerleşik ve vazgeçilmez bir araçtır" (Murphy, D. J., 2017). Opdyke ve diğerleri (1995), akrofobiyi tedavi etmek için sanal gerçeklik deneyimini kullanılmış ve deney sonucunda sanal gerçeklik deneyimi ile tedavi sürecine giren kişilerin yükseklik korkularını gözle görülür biçimde yendiklerini gözlemlemiştir. Sağlık tedavisinde sanal gerçeklik, tıp eğitimi alan öğrenciler tarafından eğitim aracı, tedavi gören hastalar tarafından tedavi aracı olarak farklı konumlarda kullanılmaktadır. Tedavi etme amacıyla oluşturulan sanal gerçeklik deneyimleri tedavi edilecek soruna yönelik tasarlanmaktadır. Örneğin evde tedavi sürecinde hastalar için tasarlanan sanal gerçeklik deneyimleri oyun konseptinde, eğlenceli avatarlar ile tasarlanırken (Temizkan, E., & Ekici, G., 2018), eğitim vermek amacıyla tasarlanan sanal gerçeklik deneyimleri gerçeğe yakın görsellerle ve görev odaklı tasarlanmaktadır (Portman & Diğerleri, 2015).

Oyun sektörü, sanal gerçekliğin en fazla kullanıldığı alanlardan biridir. Sanal gerçeklik kullanımı, fiziksel aktivite yapmak gibi amaca yönelik oyunlarda (Yao, S., & Kim, G., 2019) olduğu gibi, yalnızca eğlenmek için kurgulanan oyunlarda da oldukça yaygındır. Dijital oyunların sanal gerçeklik donanımları ile oynanabilir hale gelmesindeki önemli etkenlerden biri oyunun doğasında bulunan etkileşim, bulunuşluluk duygusu ve mevcudiyet etkisinin sanal gerçeklik ile başarılı şekilde uygulanabilir olmasıdır. "Dijital oyunlar klavye, fare veya denetleyici gibi giriş cihazlarıyla ekranda oynanırken, sanal gerçeklik oyunları fiziksel olarak oynanır ve sanal dünyada bulunuşluluk oluşturur" (Çatak, G. ve diğerleri, 2020). İnteraktif olma özelliği sayesinde oyundaki mevcudiyet etkisini artıran sanal gerçeklik, kullanıcıların sanal mekanda daha fazla vakit geçirmelerini ve bulunuşluluk duygusu ile oyundan zevk almalarını sağlar (Klimmt, C., & Vorderer, P., 2003).

Turistik gezi amaçlı ziyaret edilen mekanların ve müzelerin sanallaşması erişilebilirlik için önemli bir gelişmedir. Sanal gerçeklik, maddi yetersizlik, fiziksel engeller, uzak mesafeler, zorlu ulaşım koşulları, tahribat gibi nedenlerle mekanlara fiziksel olarak erişemeyen kişilerin mekânsal bilgilere ulaşmasını sağlar. Benzer biçimde turizm alanında bir destinasyonu planlamak, yönetmek ve pazarlamak için de kullanılmaktadır (Guttentag, D. A., 2010). Turizm alanında sanal gerçeklik teknolojileri kullanılarak turistik yerlere merak ve ilgi uyandırılmaktadır. Kullanıcılar, sanal olarak deneyimledikleri mekanları gerçekte de deneyimlemek istediklerini belirtmektedir, sanal gerçeklik deneyimi gerçek mekanı ziyaret etmek için teşvik edici bir unsurdur (Guttentag, D. A., 2010). Bir turizm pazarlama aracı olarak kullanılmanın yanında, sistemler doğrudan pazarlanabilir turistik yerler olarak da kullanılabilirler.

Uluslararası Müzeler Konseyi (ICOM)'nin müze tanımı incelendiğinde günümüzde sanal müzelerin de bu tanıma dahil olduğu görülmektedir. "Müzelerin gelişimi izlendiğinde, müzelerin odak noktasının nesne koleksiyonlarından, konuşmayı ve öğrenmeyi teşvik eden bir kamusal alana kaydığı görülür" (Jia, Y., 2020). Birçok sanal müze çeşidi bulunduğu için sanal müzeleri belli sınırlar içinde incelemek zordur. Fiziksel müzede sergilenen dijital eserler, müzenin internet sitesinde bulunan eser bilgileri, sanal mekanda oluşturulmuş sanal müze deneyimlerinin hepsi sanal müze başlığı altında incelenmektedir. Povroznik (2020)'e göre sanal müze, müzelerin fiziksel olarak yerine getiremediği işlevleri gerçekleştirmelerine izin veren, müzeyi geliştirmek, tamamlamak ve çoğaltmak için oluşturulan etkileşimli, kullanıcı deneyimi odaklı ve zengin içerikli dijital varlıktır. Sanal müzeler Türkiye'de dahil olmak üzere birçok ülkede devlet destekli veya özel olarak üretilmekte, turizme katkı sağlamak, müzeleri ve sanal eserlerini erişilebilir kılmak için internet siteleri üzerinden yayınlanmaktadır.

Sanal gerçekliğin güncel olarak kullanıldığı bir diğer alan ise eğitimidir. Okul gibi resmi eğitim yerlerinde veya müze gibi sosyal eğitim mekanlarında verilen eğitim, bilgi yönlendirmesi tekniği yerine daha esnek, aktiviteye dayalı sosyal öğrenme sürecine geçmiş, bu geçişle birlikte yeni eğitim sistemleri ortaya çıkmıştır (Roussou, M., 2004). Sanal gerçeklik, sanal mekanda sosyal etkileşim ile bilgi paylaşımına imkanı verdiği için eğitimde sıklıkla kullanılmaya başlamıştır. Kullanım

alanında tıp eğitiminden, inşaat alanlarındaki güvenlik eğitimlerine kadar geniş bir yelpaze bulunmaktadır. Sanal gerçeklik deneyimleri, sanal mekanda risksiz ortamlar yaratabiliyor olması, denek üzerinde öğrenilmesi gereken eğitimlerin sanal denekler ile defalarca tekrar edilebilir olması, maliyet, zaman kaybı gibi sebeplerle inşa edilemeyecek mekanların kısa sürede üretiliyor olması, pahalı ekipmanları sanal mekanda kullanma fırsatı vermesi gibi faydalarından dolayı birçok farklı alanda eğitim amacıyla kullanılmaktadır. Eğitim alanındaki temel sorunlar içerik üretici uzman sayısının az olması ve sistematik değerlendirme sürecinin eksikliğidir (Delgado, J. M. D., ve diğerleri, 2020).

Sanal gerçeklik deneyimleri mimarlık alanında, özellikle tasarım süreçlerinde, etkin rol oynamaktadır. Sanal gerçeklik geleneksel temsil yöntemlerinden farklı mekansal ve duyuşsal bilgileri aktardığı için yeni bir temsil yöntemi olarak karşımıza çıkmaktadır. Tasarımda kullanılan araçlar tasarım sürecindeki düşünme şeklini ve sorunlara yaklaşma biçimlerini değiştirirler (Orbey, B., & Şener, S. M., 2016). Geleneksel temsil yöntemlerinin kullandığı araçlar tasarım fikirlerinin iki boyutlu temsili ve görme duyusu bilgilerinin aktarımını sağlarken, sanal gerçeklik temsili üç boyutlu mekansal bilgileri ve beş duyuya ait duyuşsal bilgileri aktarabilir. Bazı tasarım süreçlerinde tasarımcı geleneksel temsil yöntemleri ile mekansal ve biçimsel sorunları kavramakta zorlanabilmektedir. Bu durumda üç boyutlu çoklu ortam temsilleri tasarımcılara yardımcı olmaktadır (Dorta, T., & LaLande, P., 1998). Sanal gerçekliğin tasarım aşamasında kullanımının yaygınlaşmasının nedenlerinden biri, tamamen hayale bağlı fikirleri somutlaştırmak ve tasarım bileşenlerinin mekansal ilişkilerini gösteren üç boyutlu görsel bir sunum yapabilmesidir (Abdelhameed, W. A., 2013). Tasarım sürecinde grafik medya araçları fikir geliştirme ve fikir paylaşımı olmak üzere iki farklı aşamada kullanılır (Dorta, T., & LaLande, P., 1998). Mimarlık alanında fikir geliştirme sürecinde sanal gerçeklik kullanımı üç boyutlu kompozisyonların kurgulanmasını kolaylaştırır, birinci tekil şahıs perspektifi ile mekanın boyutları arasındaki ilişkileri doğru algılamayı sağlar. Fikir paylaşımı aşamasında ise, daha gerçekçi modeller ile fiziksel çevre bilgileri aktarılır, mekanla ilgili beş duyu organına da bilgi aktarılabilir bu sayede mekânsal dinamikler geleneksel temsil yöntemlerine kıyasla daha kolay okunabilir. Gerçekliği simüle etmek sanal

gerçeklik deneyiminin can alıcı noktası olsa da sanal gerçekliğin tasarım amaçlı kullanımı, bu tanımın "gerçek" simülasyon veya replikasyona dayalı olarak genişletilmesine ve bunun da ötesine geçmesine yol açar (Portman, M. E. ve diğerleri, 2015). Sanal gerçekliğin tasarım aşamasında kullanılmasının en önemli fırsatlardan biri ise tasarımcılara birlikte çalışabilecekleri işbirlikçi bir sanal ortam sağladığından dolayı yaygın olarak tercih edilir (Andújar Gran, C. A. ve diğerleri, 2018), (Portman & Diğerleri, 2015). Sanal gerçeklik deneyimi, tasarımdaki paydaşların sanal mekanda tasarımın içinde var olmalarını sağladığı için sonuç ürünün nasıl olacağını görmelerini kolaylaştırır, tasarım ile ilgili fikir değişiklikleri için işverenin ve mimarın daha hızlı aksiyon almasını sağlar (Delgado, J. M. D., ve diğerleri, 2020). "Tasarımcılar, üç boyutlu tasarımları üzerinde anında, doğrudan ve daha sezgisel kontrol sağlamalarına olanak tanıyan bir dijital tasarım ortamına ihtiyaç duyar ve sanal gerçeklik bu konuda yardımcı olabilir" (Campbell, D. A., & Wells, M., 1994). Mimari tasarımda, tasarım kararlarını fiziksel bir model üzerinden değiştirmek yerine sanal gerçeklik deneyiminde sanal mekan üzerinden tespit edip değiştirmek hem daha ekonomik hem de daha hızlıdır (Abdelhameed, W. A., 2013). Sanal gerçeklik temsili, geleneksel temsillerden, geri bildirim süresinin kısalığı ve geri bildirim göre tasarımda kolay değişiklik yapma konusunda avantajlıdır (Dorta, T., & LaLande, P., 1998). Tasarım aşamasında sanal bir ortamda özgürce tasarım fikirlerini üretmek tasarımı geliştirmek için pozitif bir etki sağlasa da tasarım üretildikten sonra yapı modelleme sistemlerine direkt aktarım sağlanamaması yaygın sorunlardan biridir. Sanal gerçeklik deneyimi tasarımı fiziksel çevresiyle birlikte keşfetmek için geleneksel temsil yöntemlerinden daha pratik bir yöntemdir. Bir tasarım ortamı olarak tasarımcının tasarımı her yönüyle ele almasını sağlar, diğer tasarım ortamlarından daha kolay değerlendirilir ve hızlı şekilde yeniden yorumlanabilir (Abdelhameed, W. A., 2013). Sanal gerçeklik deneyiminde kullanıcı sanal mekanda bina içindeki kişi ölçeğinde bulunduğundan tasarımdaki kusurları hızlı şekilde tespit edebilir (Campbell, D. A., & Wells, M., 1994). Kısaca tanımlamak gerekirse, mimari tasarım aşamasında kullanılan sanal gerçeklik, çoklu kullanıcı deneyimine izin verdiği için işbirlikçi çalışma ortamına uygun, tasarımın bulunduğu çevrenin modellenmesiyle çevresel bilgileri açıkça aktarabilen, etkileşimli bir mekan

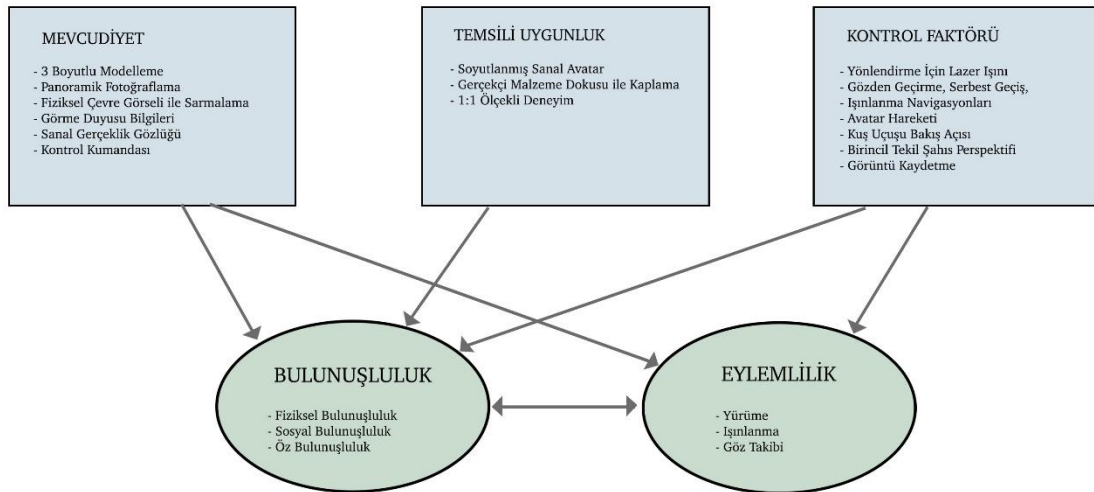
olmasıyla tasarım ile ilgili hızlı geribildirim üretebilen, tasarımdaki değişikliklerin kısa sürede ve pratik olarak yapılabilirdiği çoklu mekan temsildir.

4.1 Miras Alanında Sanal Gerçeklik Destekli Mimari Tasarım

Miras alanında sanal gerçeklik kullanım alanlarını Bekele ve diğerleri (2018) eğitim, sergi geliştirme, keşif, yeniden inşa ve sanal müzeler olarak sınıflandırmaktadır. Çalışma kapsamında incelenen örnek keşif sınıfına dahil olmaktadır. "Keşif odaklı uygulamalar, hibrit izlemeye, tamamlayıcı ekranların bir kombinasyonuna, çok modlu arayüzlere ve sürükleyici ortamlara ihtiyaç duyar ve işbirliğine dayalıdır" (Bekele ve diğerleri, 2018). Miras alanında profesyonellere yönelik yapılan sanal gerçeklik çalışmaları iş birliğine dayalı olduğundan iletişim tasarımı önemlidir (Azofeifa ve diğerleri, 2022), (Pietroni ve diğerleri, 2014). İletişim tasarımında jest, mimik, konuşma dolayısıyla avatar temsili ve deneyimdeki donanımlar rol oynamaktadır. Tasarım özellikle profesyonellerin kullanımı için tasarlandığında kullanıcı deneyiminden önce sanal mekandaki bilgilerin doğruluğuna odaklanabilir (Bekele ve diğerleri, 2018).

Carlos Andujar ve diğerleri tarafından Sagrada Familia Kilisesi'nde yapılan çalışma, kilisenin tamamlanmamış kısmının sanal gerçeklik kullanımı ile tasarlanması üzerinedir (Andújar Gran ve diğerleri, 2018). Kilise önemli bir miras alanı olması nedeniyle inşaat aşamasında birden fazla mimar ve tasarımcı yer almaktadır. Tasarım aşamasında kilisenin mevcut durumu üzerine tasarımcıların tartışabileceği ve tasarım fikirlerini paylaşabileceği bir mekan olarak sanal gerçeklik ortamı önerilmiştir. Makransky ve Petersen (2021)'in CAMIL modeli temel alınarak deneyimde bulunuşluluk ve eylemlilik kavramları incelenmiştir. Sanal gerçeklik deneyiminin gerçekliği sanal mekan, üç boyutlu modelleme ve model üzerinde gerçekçi malzeme dokusu kaplaması ile oluşturulmuştur. Kilise dışında kalan fiziksel çevre bilgisi için ise panoramik fotoğraflama yöntemi kullanılmıştır. Böylece tasarım alanındaki iç mekan ve fiziksel çevre ilişkisi aktarılmıştır. Deneyimde yalnızca görme duyusu ile ilgili bilgiler bulunmaktadır. Mevcudiyeti oluşturan deneyim bilgileri görseldir. Deneyimde kullanılan sanal gerçeklik gözlüğü ve kontrol kumandası donanımları mevcudiyet etkenlerindendir. Deneyimin içerdiği temsili uygunluk etkenleri; Deneyim içindeki

kullanıcıların yerlerini ve hareketlerini gösteren soyut avatar kullanımı, sanal mekandaki nesnelerin gerçekçi modelleme ve kaplanması, mekanın 1:1 ölçekte deneyimlenebilir olmasıdır. Dalgarno ve Lee (2010)'nin temsili uygunluk tanımında bulunan akıcı görüntü ve nesne hareketi, kullanılan yazılıma bağlı olarak nesne hareketlerinde tutarlılık, uzamsal ses bilgisi paylaşımı ve hareketsetel ve dokunsal güç geribildirimi maddeleri ile ilgili makalede bilgi verilmediği için değerlendirme dışı bırakılmıştır. Deneyimde bulunan kontrol faktörleri analiz edildiğinde, kullanıcıların birbiriyle iletişim kurması için kullanılan sanal lazer ışını, üç farklı navigasyon yöntemi, kullanıcının hareketine göre sanal avatarın hareket etmesi, kuş bakışı veya birinci tekil şahıs olmak üzere iki farklı görünümün bulunması, bakış açısını ayarlayarak görüntünün kaydedilebilir olması ve dışa aktarılabilir olması olarak sıralanabilir. Mevcudiyet, temsili uygunluk ve kontrol faktörleri kullanıcının sanal mekandaki bulunuşluluk duygusunu yaratmaktadır. Deneyimde bulunan teknolojik etkenler sayesinde fiziksel, sosyal ve öz bulunuşluluk oluşmaktadır. Kullanıcı fiziksel olarak kendini mekanda hisseder, etkileşim araçları ile ve çoklu kullanıcının aynı anda aynı sanal mekanı kullanması ile sosyal bulunuşluluk oluşur, avatar kullanımı ve etkileşimler ile öz bulunuşluluk duygusunun oluşmasını sağlar. Deneyimde bulunan yürüme, ışınlanma ve göz takibi etkenleri ile eylemlilik desteklenmektedir.



Şekil 4.1 Miras alanında sanal gerçeklik destekli mimari tasarım: Sagra da Familia örnek çalışmasının içerdiği kavramsal ilişkiler.

Literatür taraması ve incelenen örnek üzerinden, miras alanlarında profesyonellerin işbirlikçi tasarım sürecinde sanal mekan üç boyutlu modelleme ve fotoğraflama yöntemleri ile gerçekçi bir şekilde üretilmektedir. Çünkü miras alanında önemli olan mekan ile ilgili bilgileri doğru aktarabilmektir. Mekansal bilgilerin aktarılması için önemli olan diğer nokta ise deneyimde kullanılan donanımlardır. Örnekte yalnızca görsel bilgi aktarımı olsa da duyuşsal bilgi çeşitliliğinin artması deneyimi zenginleştirecektir. İşbirlikçi tasarım sürecinde sanal gerçeklik kullanımında en önemli özelliklerden biri de iletişimdir. İletişim için donanımlar, sanal avatar ve kontrol faktörleri öncelikli olarak geliştirilmelidir. Avatar tasarımı geliştikçe jest, mimik gibi iletişimi destekleyen özelliklerde zenginleşmektedir. Sosyal bulunuşluluğu artıran lazer ile diğer katılımcıların bakışlarını yönlendirme gibi eklentiler işbirlikçi çalışmalarda öncelikli olarak kullanılmaktadır.

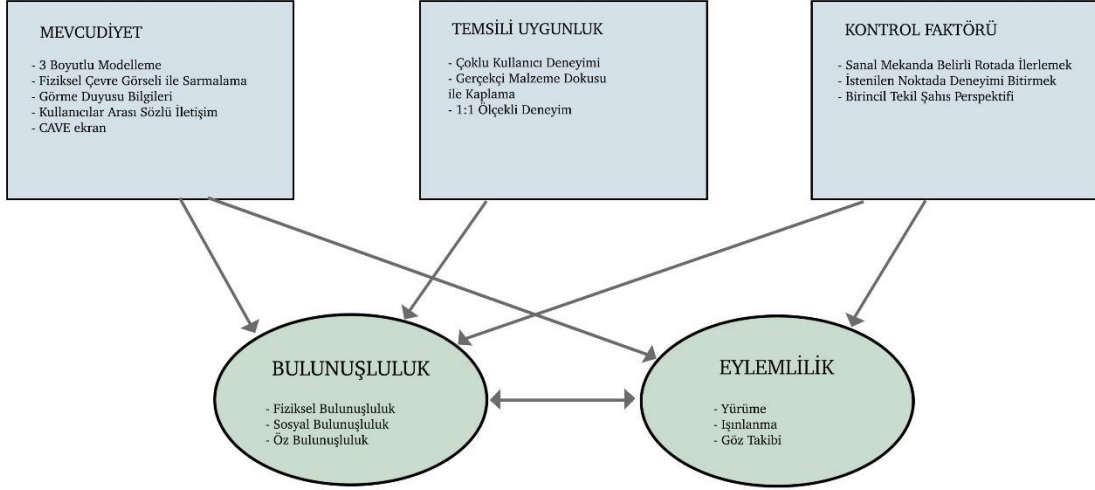
4.2 Çocukların Tasarım Sürecine Katılımı İçin Bir Araç Olarak Sanal Gerçeklik

Sanal gerçeklik deneyiminde çocuk kullanıcıların yetişkinlere kıyasla etkilendikleri farklı noktalar bulunmaktadır. Bu noktalar, donanımlarının ergonomisinin çocuk bedenine uygun olmaması, çocukların yetişkinlere kıyasla daha kısa süreli odaklı kalabilmesi ve sanal mekanda kendi kararları dahilinde deneyimi yaşarken verilmek istenen ana bilgilerin dikkatten kaçmasıdır. Bu nedenlerden dolayı çocuk katılımcılar için tasarlanan sanal gerçeklik deneyimleri oyun konseptinde hazırlanmaktadır. "Çocuk deneyiminde oyun, hayal gücü ile zekayı birden fazla şekilde birleştirebilir ve çocukların her şeyi kendi hızlarında ve kendi yöntemleriyle keşfetmelerine yardımcı olabilir" (Roussou, 2004). Sanal gerçeklik gözlüğü ve kontrol kumandası kullanımı ergonomik olmama ve kullanım karmaşıklığı nedeniyle çocukların katılımcı olduğu deneyimlerde daha az tercih edilmektedir.

Ali Fouad Bakr ve diğerleri tarafından yapılan çalışmada, sanal gerçeklik temsillerinin işbirlikçi tasarımlarda etkili olması nedeniyle, kullanıcı katılımıyla anaokulu tasarımının geliştirilmesi için sanal gerçeklik temsili kullanılmaktadır (Bakr, A. F., El Sayad, Z. T., & Thomas, S. M. S., 2018). Anaokulu kullanıcı kitlesi

olan çocukların tasarım aşamasında söz sahibi olmaları amaçlanmıştır. 3-6 yaş arası çocukların tasarım sürecine katılması için tasarım sunumları ilgi çekici olmalıdır. Sunum aşamasında görüntü aktarım aracı olarak kullanımı en kolay olan CAVE sistemi tercih edilmiştir, çünkü CAVE’de kullanıcının deneyim sırasında donanım giymesi gerekmemektedir. Ayrıca sunulacak olan tasarım kullanıcıların bireysel olarak kullandığı bir mekan değil, ortak kullanım alanlarıdır. Bu durumda mekan temsiline de ortak bir mekanda çoklu katılımcılarla aynı anda deneyimleniyor olması ortak kullanım amacına uygundur. Tasarımcı tarafından iki farklı anaokulu kurgusu tasarlanmış ve kullanıcılara her iki tasarım da sunulmuştur. Deneyim esnasında kullanıcıların sanal mekanda değişiklikler yapmasına izin verilmemektedir. Mekanlar 1:1 ölçekte deneyimlenmekte olduğundan mevcudiyet oluşmaktadır. Çocuklar gibi tasarım konusunda profesyonel olmayan kişiler için bir mekanı deneyimlemenin ve mekansal kararların algılanmasının en etkili yöntemlerinden biri bulunuşluluk oluşturmaktır. Çalışma kapsamında iki farklı anaokulu modeli 3dsmax¹⁶ programı ile gerçekçi şekilde modellenmiştir. Kullanıcıların hepsi aynı stüdyoda CAVE ile mekanları sırasıyla deneyimlemiştir. CAVE deneyiminde dört adet projeksiyon yardımıyla üç duvar bir de zemin olmak üzere dört yüzey sanal mekan görüntüsü ile kaplanmıştır. Deneyim süresince çocukların sanal mekan deneyiminde mevcudiyet hissettikleri, sanal mekanda dolaşırken bahçede oturdukları, salıncak alanında sallanmaya çalıştıkları gözlemlenmiştir. Hem deneyim sırasında hem de deneyim sonrası çocuklara mekan tasarımları ile ilgili sorular sorulmuş tercihleri not alınmıştır. Tercih ettikleri mekan özelliklerine göre tasarımlar tekrar ele alınarak işbirlikçi bir tasarım süreci oluşturulmuştur.

¹⁶ 3ds Max: Autodesk tarafından geliştirilen bir 3B modelleme, görselleştirme ve animasyon programıdır.



Şekil 4.2 Çocukların anaokulu tasarım sürecine katılımı için bir araç olarak sanal gerçeklik çalışmasının içerdiği kavramsal ilişkiler.

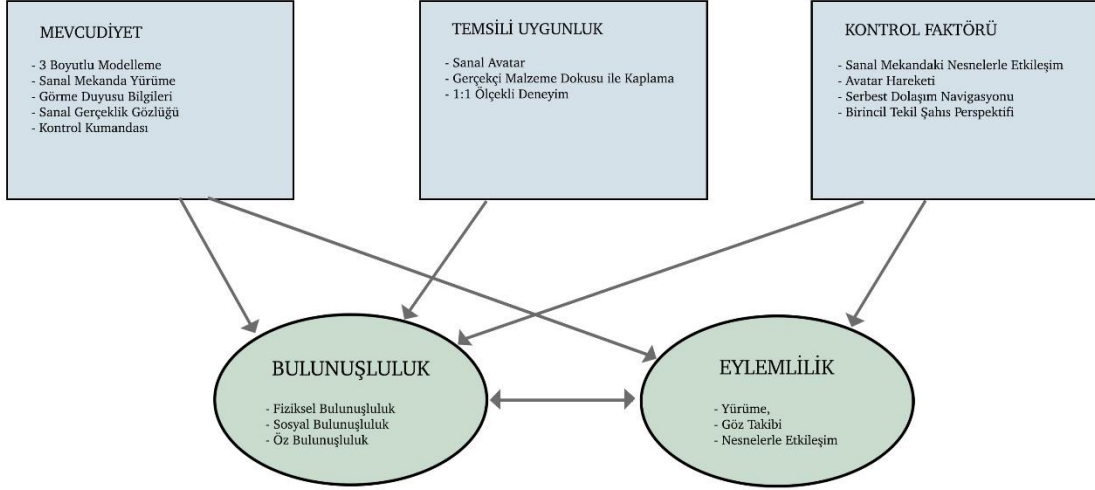
Literatür taraması ve incelenen örnek üzerinden çocuk katılımcılar için üretilen sanal gerçeklik deneyimlerinde CAVE ekran daha kullanışlıdır. Bu sayede çocuklar deneyimleri aynı anda birden fazla kişi ile deneyimleyerek birbirleri ile sözlü iletişime geçebilmektedir. Çocuk kullanıcıların mekan bilgilerine ulaşmaları için belirli bir rota üzerinden mekanı deneyimlemeleri daha doğru olduğundan, belirli rotası olan deneyimlerde CAVE ekran kullanımı da yaygındır. CAVE donanımı ve belirli rota faktörü bir arada kullanılmaktadır. Burada oluşan eylemlilik, fiziksel mekanda yürümek, kullanıcının rota kontrolünü yapan kişi ile iletişim kurarak gitmek istediği noktaya ışınlanmak istediğini söylemesi ve mekanı 1:1 ölçekte denediğinden kafa hareketlerini değiştirdiğinde çevrelendiği sanal mekanda farklı yönleri görebilmesidir.

4.3 Kullanıcı Deneyimi Analizi İçin Sanal Gerçeklik Kullanımı

Sanal gerçeklik deneyimleri, acil durumlarda gelişen insan davranışı analizi için (Fu, M. ve diğerleri, 2021) veya günlük mekan deneyimlerinde bina dolaşımları üzerindeki kararları anlamak için kullanılmaktadır (Feng, Y. ve diğerleri, 2022). Fiziksel olarak mevcut olan bir bina deneyimi için olabileceği gibi henüz inşa edilmemiş tasarımların kullanıcı analizi için de kullanılmaktadır. Böylece kullanıcı kararlarına uygun olarak tasarım revize edilebilmektedir.

Stewart Birrell ve diğerkleri tarafından ilk kez inşa edilecek olan kentsel havaalanının tasarım aşamasında kullanıcı fikirlerini almak ve tasarımı geliştirmek için sanal gerçeklik temsili kullanılmıştır (Birrell, S., Payre, W., Zdanowicz, K., & Herriotts, P., 2022). Kentsel havaalanının drone¹⁷, elektrikli kargo uçakları ve yolcu uçakları için kullanılması hedeflenmektedir. Bu işlevlerin bir arada bulunduğuk ilk mekan tasarımı olduğuk için, inşat süreci başlamadan kullanıcılara tasarımın son hali sanal mekanda deneyimleterek kullanılabilirlik ve erişilebilirlik ile ilgili fikirleri alınmıştır. Tasarımın son hali ile ilgili bilgiler aktarıldığından dolayı sanal mekan, üç boyutlu modellenerek gerçekçi görseller ile sunulmuştur. Sanal mekan deneyiminde sanal avatarlar bulunmaktadır, ayrıca kullanıcılar nesneler ile etkileşime geçebilmekte, onları kavrayıp hareket ettirebilmektedir. Sanal mekan deneyiminde fiziksel engeller olmaması adına katılımcıların deneyim sırasında kapladıkları mekan boş bırakılmış ve etrafı çevrilmiştir. Donanımların kullanıcının sanal mevcudiyetini etkilememesi için kablosuz sanal gerçeklik gözlüğü kullanılmıştır. Kullanıcının deneyimini ölçmek amaçlandığı için kullanıcıyı yönlendirici simgeler ve tabelalar sanal mekana yerleştirilmiştir. Tasarım sunumunda 20 katılımcı bulunmaktadır. Sunumda 6 farklı senaryo kurgulanmıştır. Katılımcıların belirlenen senaryolara uygun olarak mekanı deneyimlemesi istenmiştir. Katılımcılar bu senaryolarda, önceden yapılan çalışmaların değerlendirmelerine göre belirlenen sorunlu ve uyarıcı noktalardan geçmektedir. Senaryolardaki görevi tamamladıktan sonra katılımcıların fikirleri için anket yapılmış, projeyi geliştirici yorumlar alınmıştır. Yapılan anketlerde katılımcının sanal mekandaki mevcudiyet ve bulunuşluluk ölçütleri de değerlendirilmiş, olumlu sonuçlar ortaya çıkmıştır.

¹⁷ Drone: İnsansız hava aracı.



Şekil 4.3 Kentsel hava hareketliliği altyapısı tasarımı: dünyanın ilk kentsel havalimanında kullanıcı deneyimi analizi için sanal gerçekliğin kullanılması çalışmasının içerdiği kavramsal ilişkiler.

İncelenen örnek ve literatür araştırmaları temelinde kullanıcı deneyimi analizi için tasarlanan sanal gerçeklik deneyimlerinde öncelikli olan sanal mekanların doğru modellenmiş olmasıdır. Üç boyutlu modelleme yöntemleri ile oluşturulan mekanlar gerçekçi malzeme dokusu ile kaplanarak gerçek mekan deneyimine en yakın mekanlar oluşturulmalıdır. Kullanıcı deneyimi ölçüldüğü için, sanal mekanda kullanıcılar serbest dolaşım navigasyonuna sahip olmalı, gerçek deneyime yakın yürüme navigasyonu bulunmalıdır. Serbest dolaşım için en uygun donanımlardan biri sanal gerçeklik gözlüğüdür, CAVE ekranına kıyasla daha bireysel ve gerçeğe yakın hareketler için izin vermektedir. Bunun yanında, nesneler ile etkileşim de önemli rol oynamaktadır. Kullanıcıların çevresindeki nesnelerle nasıl etkileşime geçtiği bu sayede görülmektedir.

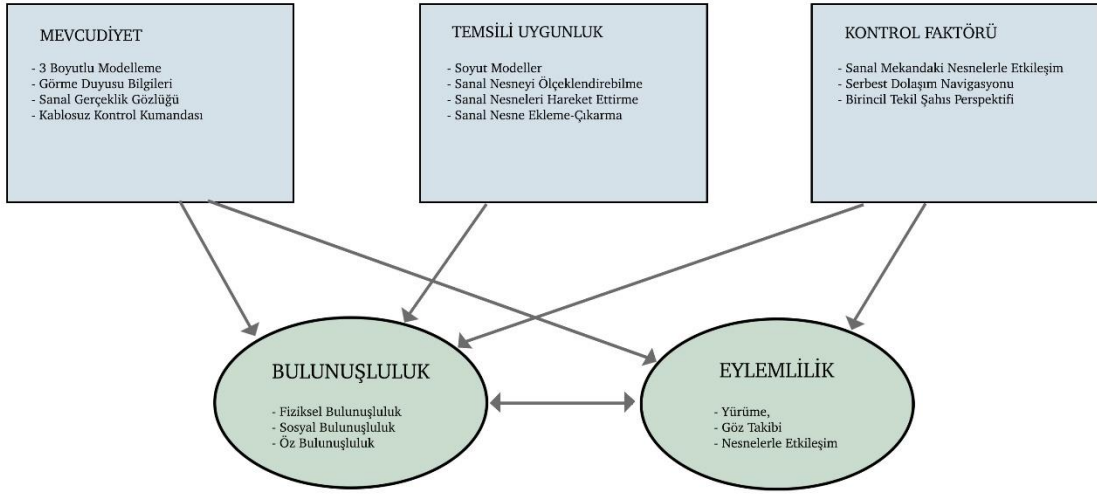
4.4 Temel Tasarım Sürecinde Sanal Gerçeklik Kullanımı

Sanal gerçeklik temel tasarım sürecinde henüz geleneksel temsillerin kullanımına hakim olmayan öğrenciler için, tasarım sürecinde üç boyutlu kompozisyonların hızlı şekilde görülmesi gereken durumlarda kullanışlı bir temsil aracıdır. Obeid ve Demirkan (2020), sanal gerçekliğin temel tasarım sürecinde kullanıldığında uzamsal yeteneği geliştirdiği, mevcudiyet sayesinde odaklanma sağlayarak

yaratıcı fikir üretimini desteklediğini ve motivasyonu artırarak tasarım verimliliğini yükselttiğini belirtmektedir.

Samah Obeid ve Halime Demirkan tarafından, sanal gerçeklik temsilinin mimari tasarım eğitiminde kullanımını değerlendirmek için geliştirilen projede, toplam yirmi bir katılımcıya belirli tasarım görevleri verilmiştir (Obeid, S., & Demirkan, H., 2020) Tasarımcılar iki farklı gruba ayrılmıştır. Birinci grup sürükleyici sanal gerçeklik, ikinci grup sürükleyici olmayan sanal gerçeklik mekanında görevlerini yerine getirmiştir. İlk grupta tasarımı yapmak için Oculus Rift model sanal gerçeklik gözlüğü, kablosuz kontrol kumandası ve sensörler kullanılmaktadır. İkinci grup ise aynı görevi Ipad mini A1432 model tablet kullanarak ekran üzerinden tamamlamıştır. Sürükleyici sanal gerçekliğin aksine, sürükleyici olmayan sanal gerçeklikte katılımcılar sanal ortamla etkileşime girememiş, tasarımlarının etrafında dolaşamamıştır. İki sanal gerçeklik temsilinde de Gravity Sketch yazılımı kullanılmıştır. Gravity Sketch, sanal gerçeklik mekanında kullanıcıların üç boyutlu model üretebildiği, nesneleri hareket ettirebildiği, sanal nesneyi ölçeklendirebildiği, kopyalayabildiği bir yazılımdır. Kullanıcıların sanal mekanda yaptıkları tasarım, temel tasarım ilkelerini kullanarak üç boyutlu formlar ile kompozisyon geliştirmektir. Tasarım aşamasında kullanıma uygun olarak sanal mekandaki nesneler gerçek nesneler gibi doku ile giydirilmemiştir. Nesneler soyut ve basit olarak oluşturulmuştur. Sanal mekan fiziksel çevre ile ilgili herhangi bir bilgi içermemektedir. Kullanıcı sanal mekanda kendi oluşturduğu nesnelerle etkileşim halindedir, nesnelerin ölçekleriyle oynayabilmekte, çoğaltabilmekte, yerlerini değiştirebilmektedir. Tasarımın ilk aşaması olan nesne kompozisyonu ile ilgili bir çalışma yapıldığından nesnelerde soyuttur. Çalışmada uzamsal yetenek, akış durumu ve motivasyon gibi yaratıcılıkla ilgili faktörler gözlemlenerek, temel tasarım stüdyolarında sürükleyici ve sürükleyici olmayan sanal mekanların tasarım süreci yaratıcılığı üzerindeki etkisini incelenmektedir. Sonuçlar, tüm katılımcıların sürükleyici sanal gerçeklik temsilinde başarılı bir deneyime sahip olduğunu göstermektedir. Sürükleyici sanal gerçeklikteki katılımcıların sürükleyici olmayan sanal gerçeklik katılımcılarına kıyasla daha yüksek motivasyon ve mevcudiyet hissettikleri gözlemlenmiştir. Çalışmadaki sürükleyici sanal gerçeklik deneyimi eğitim alanındaki tasarım sürecinin ilk aşamasındaki

kullanımı olarak değerlendirilmektedir. CAMIL diyagramında değerlendirilen kavramlar yalnızca sürükleyici sanal gerçeklik için geçerlidir.



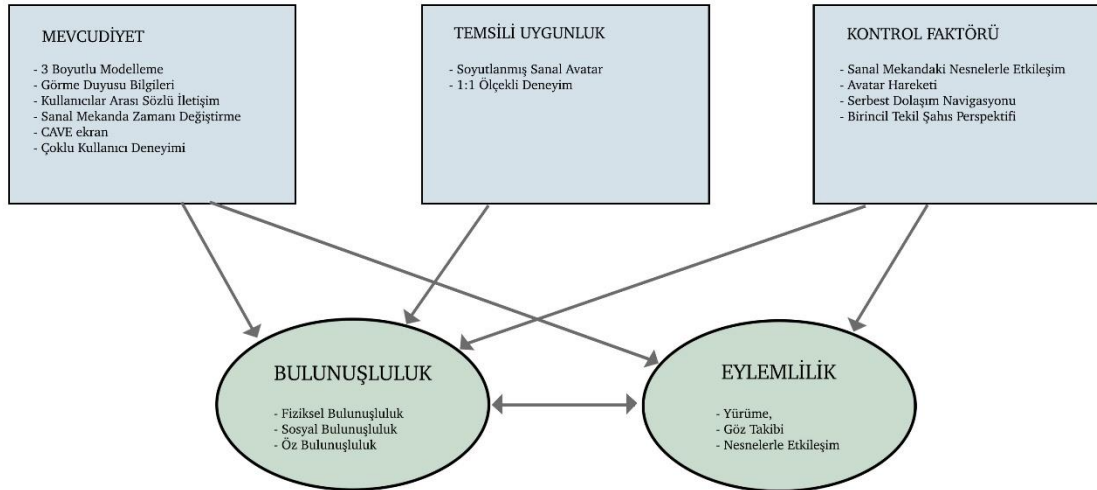
Şekil 4.4 Temel tasarım stüdyosundaki tasarım süreci yaratıcılığında sanal gerçeklik kullanımının etkisi deneyimi analizi için sanal gerçekliğin kullanılması çalışmasının içerdiği kavramsal ilişkiler.

Yapılan çalışmalar üzerinden mimari eğitim alanında özellikle de temel tasarım stüdyolarında sanal gerçeklik kullanımı için önemli nokta, kullanıcı ile sanal nesne arasındaki etkileşimdir. Nesne etkileşimini sağlayan donanımlardan biri kontrol kumandasıdır. Mekanı gözlemlemek için de sanal gerçeklik gözlüğü kullanılmaktadır. Temel tasarımda işbirlikçi bir tasarım planlanmadıysa kişiler arası iletişim ön planda tutulmaz, bireysel sanal mekan deneyimi kurgulanmaktadır. İncelenen örnekte de görüldüğü gibi kullanıcılar arası sosyal bulunuşluluk oluşması temel tasarım sürecinde öncelikli değildir, katılımcı-sanal nesne arasındaki sosyal bulunuşluluk ön plandadır.

4.5 İşbirlikçi Tasarım Sürecini Desteklemek İçin Sanal Gerçeklik Kullanımı

Jennifer Lather ve John Messner tarafından gerçekleştirilen, farklı disiplinlerden profesyonellerin birlikte çalışmasını gerektiren enerji güçlendirme projesinde, tasarım geliştirme aşamasında sanal gerçeklik temsili kullanılmıştır (Liu, Y., Lather, J., & Messner, J., 2014). İşbirlikçi tasarım geliştirme sürecinde birden fazla kullanıcının aynı anda sanal mekanda etkileşimli olarak fikir alışverişi

yapması için CAVE benzeri bir ekran sistemi kurulmuştur. Üç adet CAVE ekranı fiziksel mekanı tamamen kaplamayacak şekilde bir görüntüleme sistemi oluşturulmuştur. Görüntüleme sistemi katılımcıların baş ve el hareketlerini izlemeye yarayan sensörlere sahiptir. Çalışma ekibinin tasarım üzerinde beyin fırtınasını yapabilmesi için dokunmatik ekran Smart Board mevcuttur. Revit programında üretilen sanal mekan Unity yazılımı ile sanal gerçeklik ortamına aktarılmıştır. Sanal modeller inceleneceği disipline göre filtrelenebilmekte, zaman değişikliği yapılarak güneş analizi yapılmakta ve bunlar yapılırken kullanıcı bir sanal avatar ile mekanda var olabilmektedir. Yapılan işbirlikçi çalışmalar sonucunda çıkan kararlar üç boyutlu modellerde güncellenerek sanal gerçeklik temsili ile karar vericilere ve kullanıcı grubuna sunulmaktadır. Yapılan anketler sonucunda sanal gerçeklik kullanımının tasarım sürecinde yararlı olduğu, işbirlikçi tasarım sürecinde iletişimi güçlendirdiği, toplantı verimini artırdığı gözlemlenmiştir. Sanal gerçeklik temsili farklı disiplinlerdeki katılımcıların tasarım modelini toplu olarak görmesi yapılan tartışmaları daha anlaşılır hale getirmektedir. Geleneksel temsil yöntemleri ile yapılan sunum ve tartışmalarda katılımcılar kendi disiplinleri dışında kalan temsilleri anlamakta zorlanabilirler, sanal gerçeklik geleneksel temsillere kıyasla farklı disiplinlerdeki katılımcılar için daha açık ve anlaşılır bir görsel temsil sunmaktadır.



Şekil 4.5 İşbirlikçi tasarım sürecini desteklemek için sanal gerçeklik: güçlendirme vaka çalışması deneyimi analizi için sanal gerçekliğin kullanılması çalışmasının içerdiği kavramsal ilişkiler.

İşbirlikçi tasarım sürecinde sanal gerçeklik kullanımında sanal gerçeklik gözlüğü yerine CAVE ekran daha fazla kullanılmaktadır. Bunun öncelikli nedenleri, CAVE ortamında kullanıcılar birbirleri ile daha kolay iletişim kurmakta, jest mimik ile verilmesi gereken mesajları aktarmak için yeni teknolojilere ihtiyaç duymamaktadır. Katılımcılar arası iletişim ön planda olduğu için sosyal bulunuşluluk bu temelde meydana gelmektedir.

4.6 Bölüm Sonucu

Seçilen örnekler oluşturulan kavramsal ilişkiler diyagramı üzerinden incelenmiş, mevcudiyet, temsili uygunluk, kontrol faktörleri, bulunuşluluk ve eylemlilik etkenleri açısından karşılaştırmalı olarak analiz edilmiştir. Örneklerin temsil biçimi olarak sanal gerçekliği tercih etmeleri tasarım amaçları ile ilişkili olacağı için öncelikle örneklerin amaçları listelenmiştir. Örneklerde, farklı disiplinlerdeki profesyoneller için iş birlikçi tasarım, kullanıcı ile birlikte iş birlikçi tasarım ve eğitim alanında tasarım sürecinde sanal mekan kullanımı amacıyla sanal gerçeklik temsili kullanılmaktadır. Her örnekte hangi etkenlerin var olup olmadığı analiz edilmiştir (Şekil 4.10). Tasarım aşaması özelinde ele alınan örnekler kendi alt etkenleri çerçevesinde analiz edilmiştir. Beş örnek temelinde etkenlerin bulunuşluluk üzerindeki etkisi yüzdelik oranla açıklanmıştır.

Tablo 4.1 İncelenen örneklerin mevcudiyet etkenleri analizi.

İNCELENEN ÖRNEK	MEVCUDİYET ETKENLERİ									
	3 BOYUTLU MODELLEME	PANORAMİK FOTOĞRAF	FİZİKSEL ÇEVRE GÖRSELİ SARMALI	GÖRME DUYUSU BİLGİLERİ	SÖZLÜ İLETİŞİM	YÜRÜME	ZAMAN AYARI	SANAL GERÇEKLIK GÖZLÜĞÜ	CAVE EKRAN	KONTROL KUMANDASI
Miras Alanında Sanal Gerçeklik Destekli Mimari Tasarım	✓	✓	✓	✓	X	✓	X	✓	X	✓
Çocukların Tasarım Sürecine Katılımı İçin Bir Araç Olarak Sanal Gerçeklik	✓	X	✓	✓	✓	X	X	X	✓	X
Kullanıcı Deneyimi Analizi İçin Sanal Gerçeklik Kullanımı	✓	X	X	✓	X	✓	X	✓	X	✓
Temel Tasarım Sürecinde Sanal Gerçeklik Kullanımı	✓	X	X	✓	X	X	X	✓	X	✓
İşbirlikçi Tasarım Sürecini Desteklemek İçin Sanal Gerçeklik Kullanımı	✓	X	X	✓	✓	X	✓	X	✓	✓
Etken Yüzdesi	100%	20%	40%	100%	40%	40%	20%	60%	40%	80%

Mevcudiyeti var eden etkenlerden ilki üç boyutlu modelleme yöntemidir. Üç boyutlu modelleme veya fotoğraflama yöntemi sanal mekan oluşturmak için gerekli temel yöntemlerdir. İncelenen örneklerin tümünde sanal mekan üç boyutlu modelleme yöntemi ile oluşturulmuştur. Tabloda da görüldüğü üzere üç boyutlu modelleme etkeninin mevcudiyet üzerinde yüzde 100 etkisi bulunmaktadır.

Panoramik fotoğraflama yöntemi ise incelenen ilk örnek dışında diğer örneklerde kullanılmamıştır. İlk örnekteki kullanım amacı da fiziksel çevre bilgisini sanal gerçeklik ortamında eklemektir. Tasarım aşamasında sanal gerçeklik kullanımında panoramik fotoğraflama yönteminin üç boyutlu modelleme yöntemine göre daha az kullanıldığı söylenebilir. Bunun nedenlerinden biri ise üç boyutlu modelleme ile üretilen mekanların kullanıcı tarafından değiştirilebilir olması ve deneyim aşamasında daha doğru perspektifler ve boyutsal ilişkiler oluşturmaktır. Ayrıca sanal nesne açısından değerlendirildiğinde, fotoğraflama yöntemi ile sanal mekana aktarılan nesne ile kullanıcı etkileşimi kısıtlıdır, üç boyutlu modelleme ile üretilen sanal nesnelerde kullanıcı ile kurulabilen etkileşim seçenekleri daha fazladır. Sanal mekan deneyiminde fiziksel çevre görsel bilgisi ile sarmalama iki farklı şekilde yapılabilir, birincisi panoramik fotoğraflama yöntemidir, ikincisi ise fiziksel çevrenin de üç boyutlu olarak modellenmesidir. İncelenen iki örnekte fiziksel çevre bilgisi mevcuttur, birincisinde panoramik fotoğraflama yöntemi ile tasarım yapılacak kilisenin çevre ile mimari bağı göstermek, ikincisinde ise anaokulu tasarımında çocukların bahçe, park gibi dış mekanlara verdikleri tepkileri ölçmek için kullanılmıştır. İncelenen tüm örneklerde görme duyusu ile ilgili bilgi aktarımı yapılmıştır. Sanal mekan deneyiminde mevcudiyetin oluşması için beş duyuya da hitap etmek önemlidir. Tasarım aşamasında kullanılan en yaygın duyu görme duyusudur. Tasarım, fiziksel dünyada da öncelikli olarak görme duyusu bilgileri ile yapıldığı için sanal mekan da bu duyu üzerine geliştirilmiştir. Diğer duysal bilgilerin aktarımı mevcudiyetin derecesini artırabilmekte, tasarımın içeriğine göre aktarmak istediği duysal bilgiler çeşitlenebilmektedir. Deneyimde mevcudiyetin oluşmasındaki etkili olan bir diğer etken ise katılımcıların kendi arasında iletişim kurabiliyor olmasıdır. Bu iletişim yazılı, sözlü veya avatarın jest ve mimikleri ile olabilir. İncelenen örneklerde sözlü iletişim imkanı veren çalışmalar bulunmaktadır. İki çalışmada kullanıcılar mekanı aynı anda aynı fiziksel mekanda deneyimleyebilirler. İki çalışmanın ortak noktası da CAVE ekran ile deneyimleniyor olmasıdır. Bu durumda katılımcılar aynı anda aynı sanal mekanda sözlü iletişim kurabilirler. Sanal mekanda yürüme hareketi mevcudiyeti artıran etkenlerden biridir. İncelenen iki örnekte yürüme etkeni mevcuttur. Örneklerden biri tasarım aşamasında mekanı deneyimlemek için

yürümeye ihtiyaç duyar, diğer örnek ise yapılan tasarımda kullanıcının mekanı deneyimleme faktörlerini ölçtüğü için otomatik olarak mekanı yürüyerek deneyimlemeyi zorunlu kılar. CAVE ekran ile deneyimlenen deneyimlerde sensor yoksa yürüme mümkün değildir, çünkü sensör bulunmayan CAVE deneyimlerinde katılımcılar genelde belirli bir rotayı takip etmektedir. Tasarım sürecinin ilk aşaması olan kompozisyon, eskiz gibi daha soyut çalışmalarda yürüme eylemine ihtiyaç duyulmamaktadır. İncelenen örneklerden birinde fiziksel mekan bilgisi olmayan uzay boşluğunda soyut nesneler ile kompozisyon yapıldığından, yürüme eyleminin gerçekleşeceği bir mekan bulunmamaktadır. İncelenen son mevcudiyet etkeni, zaman değişimidir. Deneyim sırasında sanal mekandaki zamanı değiştirmek fiziksel etkileri de değiştirir, gün ışığı rengi, açısı, şiddeti gibi doğa durumları değişen saate göre farklılaşır. Enerji güçlendirme çalışması için tasarlanan deneyim hariç diğer deneyimlerde zaman ayarı bulunmamaktadır. İncelenen etkenlerden diğeri, görsel bilgileri aktarmak için kullanılan sanal gerçeklik gözlüğüdür. Sanal gerçeklik gözlüğü incelenen örneklerin yüzde 60'ında kullanılmaktadır. Tasarım aşamasında çoğunlukla sanal mekanda çoklu kullanıcıların aynı anda var olmasını hedeflemeyen, deneyimin bireysel olduğu örneklerde sanal gerçeklik gözlüğü kullanımı tercih edilmiştir. Görsel bilgi aktarımını sağlayan bir diğer etken ise CAVE ekranlardır, örneklerde yüzde 40 oranında CAVE ekran kullanımı bulunmaktadır. İki örneğin de ortak noktası, sanal mekanın katılımcılar tarafından aynı anda deneyimlenmesidir. Ayrıca CAVE ekran kullanımı aynı fiziksel ortamda bulunan katılımcıların birbirleri ile sözlü iletişim kurmasına fırsat vermektedir. Sanal gerçeklik kullanılan tüm örneklerde kontrol kumandası da kullanılmaktadır, ayrıca belirli bir rota üzerinden deneyimlenmeyen CAVE ekran örneğinde de kontrol kumandası kullanılmıştır. Örneklerin yüzde 80'inde sanal mekanda hareket sağlamak için kontrol kumandası tercih edilmiştir. Özellikle tasarım sürecinde kullanılan sanal gerçeklikte, kontrol kumandası kullanıcı hareketi dışında bir noktayı işaret etmek için ışın gönderme, belirli nesneleri seçme, nesnenin yerini değiştirme gibi etkileşimler sağlamaktadır. Tasarım hakkında diğer katılımcılarla fikir paylaşımı yapılırken bu tür etkileşimler önemli bir yer kaplamaktadır.

Tablo 4.2 İncelenen örneklerin temsili uygunluk etkenleri analizi.

İNCELENEN ÖRNEK	TEMSİLİ UYGUNLUK ETKENLERİ							
	SANAL AVATAR	MALZEME DOKUSU	SOYUT MODEL	ÇOKLU KULLANICI	1:1 ÖLÇEK	NESNE ÖLÇEKLENDİRME	NESNE HAREKETİ	NESNE EKLEME ÇIKARMA
Miras Alanında Sanal Gerçeklik Destekli Mimari Tasarım	✓	✓	X	X	✓	X	X	X
Çocukların Tasarım Sürecine Katılımı İçin Bir Araç Olarak Sanal Gerçeklik	X	✓	X	✓	✓	X	X	X
Kullanıcı Deneyimi Analizi İçin Sanal Gerçeklik Kullanımı	✓	✓	X	X	✓	X	X	X
Temel Tasarım Sürecinde Sanal Gerçeklik Kullanımı	X	X	✓	X	X	✓	✓	✓
İşbirlikçi Tasarım Sürecini Desteklemek İçin Sanal Gerçeklik Kullanımı	✓	X	X	✓	✓	X	X	X
Etken Yüzdesi	60%	60%	20%	40%	80%	20%	20%	20%

Temsili uygunluk başlığı altında incelenen etkenler Dalgarno ve Lee (2010)'nin tanımları üzerinden çıkarılmıştır. Tanımda yer alan gerçekçi görüntü maddesi malzeme dokusu kaplaması olarak ele alınmıştır, incelenen örneklerde modellerin ne kadar ayrıntılı ve gerçeğe yakın olduğu konusunda bilgi bulunmamaktadır. Ayrıca akıcı görüntü değişimi, nesne hareketlerinin tutarlılığı, uzamsal ses bilgisi ve dokunsal geri bildirim ile ilgili ayrıntılı bilgiler bulunmamaktadır. Sanal avatar, incelenen örneklerin yüzde 60'ında bulunan bir etkidir. Sanal mekanda tasarımcının yüksek mevcudiyet hissetmesini, katılımcıların bir tasarımı değerlendirirken gerçeğe yakın bir deneyim yaşamasını sağlamaktadır. Gerçekçi malzeme dokusu da temsili uygunluk etkenlerinden biridir. Sanal mekan oluşturulurken model gerçekçi malzeme dokusu ile kaplandığında sanal deneyim gerçeğe yaklaşmaya başlamakta ve bulunuşluluk hissi artmaktadır. Bazı deneyimlerde ise gerçeğe yakın bir model oluşturmak amaçlanmaz. Örneklerden birinde olduğu gibi, tasarım sürecinde tasarımcılar soyut nesnelerle tasarıma başlamaktadır, bu nedenle sanal mekanda gerçek malzeme dokularının giydirilmesine ihtiyaç duyulmaz. Soyut bir mekanda kompozisyon tasarımı yapılmakta, tasarımın ilerleyen seviyelerinde modele malzeme dokusu giydirilmektedir. Genellikle tasarım aşamasının sonuna gelmiş tasarımlarda veya tamamlanmış tasarımların sunumlarında üç boyutlu modeller gerçekçi malzeme dokusu ile kaplanmaktadır. Bir diğer etken, gerçekçi malzeme dokusunun tersi olan soyut modellemedir. Örneklerin yüzde 20'sinde sanal mekan tasarımında soyut modelleme tekniği kullanılmıştır. Bunun nedeni tasarımın başlangıç

seviyesinde sanal gerçeklik temsilinin kullanılıyor olmasıdır. Birden fazla kullanıcının aynı anda aynı sanal gerçeklik temsilini deneyimlemesi de temsili uygunluk etkenlerinden biridir. Mimari tasarım birçok farklı disiplinin bir arada çalışmasını gerektirdiğinden, çoklu kullanıcı etkeni mimarlıkta tasarım süreci için önemli bir etkendir, incelenen örneklerin yüzde 40'ında bu etken bulunmaktadır. Sanal gerçeklik temsilinin geleneksel temsillerden ve diğer çoklu ortam temsillerinden en önemli farklı, kullanıcıların aynı anda aynı deneyimde bulunabilmesidir. Bu sayede sanal gerçeklik temsili gerçek mekan temsiline yaklaşmakta, kullanıcılar arası etkileşim oluşmaktadır. Sanal gerçeklik temsilindeki bir diğer temsili uygunluk etkeni, sanal mekanı 1:1 ölçekte deneyimleyebilmektir. Böylece mekan, kullanıcı tarafından gerçek boyutlarında algılanabilmekte, gerçek mekan deneyimine yakın bir deneyim ortaya çıkmaktadır. Tasarım sürecinde sanal gerçeklik temsili ile mekanı deneyimlenmesi, mekan fiziksel olarak üretilmeden önce ölçek, boyut, ilişkiler, manzara gibi detayların kolayca analiz edilmesi, gerekirse tasarımdaki değişiklikleri üretimden önce tespit edilerek yeniden düzenlenmesine imkan vermektedir. Örneklerin yüzde 80'inde deneyimler 1:1 ölçekte gerçekleşmektedir. Bu etkenin bulunmadığı tek örnek soyut tasarım örneğidir, orada kullanılan nesneler soyut olduğundan herhangi bir ölçek üzerinden değerlendirilemez, deneyim içinde kullanıcı tarafında ölçeklendirilebilirler. Nesne hareketi ve deneyime nesne ekleme çıkarma, sadece tasarım kompozisyonu yapmak için kullanılan sanal gerçeklik örneğinde bulunmaktadır, diğer örneklerde kullanıcılar sanal nesneleri hareket ettiremez. Tasarım sunumunda nesne hareketi gerekmezken kompozisyon oluşturmak için sanal nesne hareketi önemli bir noktadır.

Tablo 4.3 İncelenen örneklerin kontrol faktörleri analizi.

İNCELENEN ÖRNEK	KONTROL FAKTÖRLERİ										
	LAZERLE YÖNLENDİRME	GÖZDEN GEÇİRME	SERBEST GEÇİŞ	İŞINLANMA	BELİRLİ ROTADA İLERLEME	AVATAR	KUŞ BAKIŞI	BİRİNCİ TEKİL ŞAHİS PER.	GÖRÜNTÜ KAYDETME	DENEYİMİ BİTİRME	NESNE ETKİLEŞİMİ
Miras Alanında Sanal Gerçeklik Destekli Mimari Tasarım	✓	✓	✓	✓	X	✓	✓	✓	✓	X	X
Çocukların Tasarım Sürecine Katılımı İçin Bir Araç Olarak Sanal Gerçeklik	X	X	X	X	✓	X	X	✓	X	✓	X
Kullanıcı Deneyimi Analizi İçin Sanal Gerçeklik Kullanımı	X	X	✓	X	X	✓	X	✓	X	X	✓
Temel Tasarım Sürecinde Sanal Gerçeklik Kullanımı	X	X	✓	X	X	X	X	✓	X	X	✓
İşbirlikçi Tasarım Sürecini Desteklemek İçin Sanal Gerçeklik Kullanımı	X	X	✓	✓	X	✓	X	✓	X	X	✓
Etken Yüzdesi	20%	20%	80%	40%	20%	60%	20%	100%	20%	20%	60%

Örneklerdeki kontrol faktörleri Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998)'nin tanımı çerçevesinde incelenmiştir. Kontrol faktörlerinin başlıkları olan kontrol derecesi, dolaysız kontrol, sezgisel olaylar, kontrol modu ve fiziksel çevre düzenlemesinin içerdiği etkenler analiz edilmiştir. İncelenen ilk faktör, lazerle yönlendirmedir. Tasarım sürecinde, özellikle işbirlikçi tasarımlarda, sanal mekanda birden fazla kişi aynı anda bulunduğunda tasarım üzerinden iletişim kurma ihtiyacı oluşmaktadır. Katılımcılar sahip oldukları kontrol kumandası veya benzeri donanım ile sanal mekanda bir lazer ışını oluşturarak diğer kullanıcıların dikkatini göstermek istedikleri noktaya çekmektedir. Örneklerin yüzde 20'sinde bu etken bulunmaktadır. Gözden geçirme, serbest geçiş, ışınlanma ve belirli bir rotada ilerleme faktörleri navigasyon ile ilgilidir. Navigasyon özelliği sanal gerçeklik deneyiminde bulunuşluluk hissi oluşmasını sağlayan önemli faktörlerden biridir. Gözden geçirme, sanal mekana genel bir bakış açısıyla hızlıca bakmaktır. Birinci tekil şahıs perspektifi dışında daha uzaktan kuş bakışı bir görüş sağlamakta, örneklerin yüzde 20'sinde bulunmaktadır. Serbest geçiş ise sanal mekanlar arası geçişlerin bulunduğu deneyimlerde bulunmaktadır. Katılımcı, bir mekandan diğerine geçerken nesneye çarpma gibi fizik kuralları ortadan kalkmakta, duvardan veya kapının içinden geçerek mekan değiştirebilmektedir. Bu etkenle kullanıcı gerçek mekan deneyiminden uzaklaşsa da navigasyonun pratikleşmesi için kullanılmaktadır. Örneklerin yüzde 80'inde serbest geçiş etkeni bulunmaktadır. Işınlanma navigasyonu, katılımcının kontrol kumandası ile işaretlediği noktaya fizik kurallarının dışına çıkarak hızlıca ulaşmasını sağlamaktadır. Gerçek mekan deneyiminden uzaklaşılsa da, büyük sanal mekanların gezilmesini kolaylaştıran bir yöntemdir. Örneklerin yüzde 20'sinde

kullanılmaktadır. Belirli bir rota üzerinden mekan deneyimi, kullanıcının sanal mekanda dikkatinin dağılmamasına ve iletilmek istenen bilgiye kolay ulaşmasına yardımcı olmaktadır. Örnekler içinde yüzde 20 oranında bulunmaktadır. Bu yöntemin kullanıldığı örnek çalışmada katılımcılar çocuklardır ve sanal gerçeklik gözlüğü, kontrol kumandası gibi donanımları kullanabilecek yetiye sahip değildir, bu nedenle CAVE ortamında belirli rotada mekanı deneyimi kurgulanmıştır. Avatar kullanımı, sanal gerçeklik temsilinde bulunuşluluk hissini yaratan önemli bir kontrol faktörüdür. Katılımcı sanal mekanda bedeni yerine koyabileceği bir temsil ile var olduğunda kendini mekanda fiziksel olarak bulunur hissetmektedir. Avatarın özelliklerine göre bulunuşluluk hissinin yoğunluğu artabilir, avatarın sanal bir vücudu bulunursa ve kullanıcının fiziksel hareketleri ile koordinasyonlu olarak hareket ederse, kullanıcıda yüksek seviyede fiziksel bulunuşluluk oluşmaktadır. Örneklerde yüzde 60 oranında sanal avatar kullanılmıştır. Kuş bakışı bakış açısı ve birinci tekil şahıs perspektifi sanal mekanın deneyimlendiği görüş açılarıdır. Birinci tekil şahıs perspektifi gerçek mekan deneyimindeki perspektif ile benzer olduğundan sanal mekanda bulunuşluluğu artırmaktadır. Kuş bakışı görüş ise daha büyük alanların yerleşimi ve birbiri ile ilişkisini görmek için önemlidir. Örneklerin yüzde 20'sinde kuş bakışı görüş açısı, yüzde 100'ünde birinci tekil şahıs perspektifi bulunmaktadır. Görüntü kaydetme faktörü mekanların görsellerini kaydederek üzerine tartışmak için yararlı bir eklentidir. Sanal mekanda gezinirken eklenen bir kısayol ile ekran görüntüsü alınabilir. Örnekler arasında kullanılma oranı yüzde 20'dir. Deneyimi bitirme, kullanıcı tarafından istenildiği an sanal gerçeklik deneyiminin sonlandırılmasıdır. Bu kontrol faktörü incelenen örnekler arasında çocuk katılımcıların bulunduğu örnekte yer almaktadır. Çocukların sanal mekan deneyiminde konsantrasyon süreleri yetişkinlere kıyasla daha kısa olduğundan deneyimi sonlandırma opsiyonu sunulmuştur. Nesne etkileşimi, kullanıcı ile sanal nesnelerin etkileşim kurabilmesidir. Kullanıcının sanal mekandaki nesneleri hareket ettirmesine yarar, deneyimin amacına göre etkileşimler de farklılaşabilir. Tasarım aşamasında, tasarım sunumu haricinde diğer aşamalarda nesne etkileşimi önemli yer

kaplamaktadır. Kullanıcının sanal mekanda tasarım sürecini geliştirmesi için nesnelerle etkileşime girmesi gerekir. Örneklerin yüzde 60'ında bulunmaktadır.

Tablo 4.4 İncelenen örneklerin bulunuşluluk analizi.

İNCELENEN ÖRNEK	BULUNUŞLULUK		
	FİZİKSEL BULUNUŞLULUK	SOSYAL BULUNUŞLULUK	ÖZ BULUNUŞLULUK
Miras Alanında Sanal Gerçeklik Destekli Mimari Tasarım	✓	✓	✓
Çocukların Tasarım Sürecine Katılımı İçin Bir Araç Olarak Sanal Gerçeklik	✓	✓	✓
Kullanıcı Deneyimi Analizi İçin Sanal Gerçeklik Kullanımı	✓	✓	✓
Temel Tasarım Sürecinde Sanal Gerçeklik Kullanımı	✓	✓	✓
İşbirlikçi Tasarım Sürecini Desteklemek İçin Sanal Gerçeklik Kullanımı	✓	✓	✓
Etken Yüzdesi	100%	100%	100%

Tablo 4.5 İncelenen örneklerin eylemlilik analizi.

İNCELENEN ÖRNEK	EYLEMLİLİK				
	YÜRÜME	İŞİNLANMA	GÖZ TAKİBİ	NESNELERLE ETKİLEŞİM	CAVE MEKANINDA YÜRÜME
Miras Alanında Sanal Gerçeklik Destekli Mimari Tasarım	✓	✓	✓	X	X
Çocukların Tasarım Sürecine Katılımı İçin Bir Araç Olarak Sanal Gerçeklik	X	X	X	X	✓
Kullanıcı Deneyimi Analizi İçin Sanal Gerçeklik Kullanımı	✓	X	✓	✓	X
Temel Tasarım Sürecinde Sanal Gerçeklik Kullanımı	✓	X	✓	✓	X
İşbirlikçi Tasarım Sürecini Desteklemek İçin Sanal Gerçeklik Kullanımı	✓	X	✓	✓	X
Etken Yüzdesi	80%	20%	80%	80%	20%

Örneklerde analiz edilen mevcudiyet, temsili uygunluk ve kontrol faktörleri sonucunda deneyimlerde bulunuşluluk hissi ve eylemlilik oluşur. Hipoteze göre bu üç faktörün etkenleri ne kadar güçlüyse deneyimde oluşan bulunuşluluk hissi ve eylemlilik de o denli güçlüdür. Bulunuşluluk kavramı Lee (2004)'nin bulunuşluluk alt başlıkları ile analiz edilmiştir. Fiziksel bulunuşluluk hissinin düzeyi etkenlere göre değişse de incelenen tüm örneklerde bulunmaktadır. Mevcudiyet başlığında incelenen; fiziksel çevre sarmalı, görme duyusu bilgileri, yürüme, nesne hareketi, temsili uygunluk başlığında incelenen; sanal gerçeklik gözlüğü, CAVE, kontrol kumandası, sanal avatar, 1:1 ölçekli deneyim, kontrol

faktörlerinde incelenen; avatar, birinci tekil şahıs perspektifi fiziksel bulunuşluluk oluşmasını sağlayan etkenlerdir. Sosyal bulunuşluluk da örneklerin tümünde bulunmaktadır. Sanal gerçeklik deneyiminde sosyal bulunuşluluğun var olması için sanal mekanda kullanıcılar arası iletişim veya sanal nesneler ile etkileşim olmalıdır. Bu iletişim konuşma, yazma, mimik gibi farklı şekillerde olabilir. Mevcudiyet başlığında incelenen; sözlü iletişim, nesne hareketi, sanal gerçeklik gözlüğü, CAVE, temsili uygunluk başlığında incelenen; çoklu kullanıcı, kontrol faktörlerinde incelenen; lazerle yönlendirme, avatar, görüntü kaydetme, deneyimi bitirme, nesne etkileşimi deneyimde sosyal mevcudiyeti oluşturan etkenlerdir. Üç deneyimde kullanıcı arası etkileşim ile sosyal bulunuşluluk oluşurken iki örnekte ise kullanıcı-sanal nesne arasındaki etkileşim ile sosyal bulunuşluluk oluşmaktadır. Öz bulunuşluluk ise tüm deneyimlerde var olmaktadır. Sanal gerçeklik deneyimi kullanıcıları fiziksel ortamdan yalıtarak sanal mekanda var ettiğinden öz bulunuşluluk oluşmasına yardımcı olmaktadır. Mevcudiyet başlığında incelenen; fiziksel çevre görseli, görme duyusu bilgileri, sözlü iletişim, yürüme, nesne hareketi, nesne ekleme-çıkarma, temsili uygunluk başlığında incelenen; sanal gerçeklik gözlüğü, CAVE, kontrol kumandası, sanal avatar, malzeme dokusu, çoklu kullanıcı, 1:1 ölçek deneyim, nesne ölçeklendirme, kontrol faktörleri başlığında incelenen; lazerle yönlendirme, avatar, birinci tekil şahıs perspektifi, deneyimi bitirme, nesne etkileşimi öz bulunuşluluk oluşmasına katkı sağlamaktadır.

5 SONUÇ VE ÖNERİLER

Mimarlık disiplininde temsil yöntemleri tasarımcının tasarım ile ilgili bilgileri karşısındakine aktarmak için kullandığı bir araçtır. Tasarımlardaki mekansal ilişkiler geliştikçe geleneksel temsiller farklılaşmaya başlamış, teknolojik ilerlemelerle birlikte çoklu ortam temsilleri ortaya çıkmıştır. Çoğunlukla bir tasarımı temsil etmek için birden fazla temsil yöntemi bir arada kullanılmaktadır. Teknolojik olarak gelişmiş çoklu ortam temsillerinden biri de sanal gerçeklik temsidir. Sanal gerçeklik temsili geleneksel temsillere kıyasla mekan ile ilgili matematiksel bilgiler yerine beden-mekan arasındaki dinamik ilişki, mekansal deneyim, duyuşsal bilgiler, yerin ruhu gibi bilgileri aktarmaktadır. Geleneksel temsil yöntemleri görme duyusuna hitap ederken, sanal gerçeklik temsili beş duyuya ait bilgileri de aktarabilir. Mekanı algılamak için önemli etkenlerden biri, beden algısıdır. Kişi mekanın boyutlarını, dinamiklerini anlamak için kendini mekanda var olarak hayal etmekte ve bedeni ile mekanı algılamaktadır. Sanal gerçekliğin geleneksel temsillerden ayrılan en önemli özelliği de bedensel varlık hissi oluşturmastır. Kişinin fiziksel olarak var olmadığı bir yerde kendini bulunuyor hissetmesi hali bulunuşluluk olarak adlandırılmaktadır. Bulunuşluluk duygusuyla beden birbiri ile bağlantılıdır. Bu nedenle çalışma kapsamında tüm temsil yöntemlerinde insan bedeninin konumu, tarihsel süreçte beden-temsil arasındaki ilişki incelenmiştir. Temsil, mekandaki bilgileri aktararak kişiyi mekan ile ilgili hayal kurmaya yönlendirmektedir. Eskiz, taslak gibi ilk mekan temsilleri mekan ile ilgili tamamen doğru matematiksel bilgi aktarmasa da mekanların birbiri ile ilişkisini göstermektedir. Taslak ve eskiz temsillerini inceleyen kişi mekansal ilişkileri kavrar ve hayal gücünü de kullanarak mekanı tasavvur eder. Tasarlanan mekanlar zamanla karmaşık hale geldiğinden eskiz, taslak gibi temsiller yetersiz kalmakta, plan, kesit, görünüş gibi ortografik çizimler ile mekanın matematiksel bilgileri doğru şekilde aktarılmaktadır. Ortografik çizimler üç boyutlu mekanları iki boyutta temsil etme yöntemidir. Yalnızca görme

duyusuna hitap eden matematiksel bilgiler içermektedir, bu bilgiler inşa sürecini hızlandırmak için profesyoneller arasında kolayca mekansal bilgileri aktarabilir. Fakat profesyonel olmayan kişiler için temsillerin okunması zor olabilir. Temsil okunamadığında bedensel varlık yaratmak için hayal etmek zorlaşır, bulunuşluluk hissi oluşmaz. Beden-temsil ilişkisinin ilk kez ortaya çıktığı temsil biçimi perspektiftir. Resim sanatında kullanılmaya başlayan perspektif, mimarının sanat dalları ile olan güçlü ilişkisi sayesinde mimarlık alanında da temsil olarak yerini almıştır. Perspektif temsili, mekansal bilgileri mekanda bulunan kişinin birinci tekil şahıs perspektifinden veya tanrısal bakış açısıyla aktarımıdır. Henüz var olmamış bir mimari tasarımın perspektifi sayesinde mekan ile ilgili malzeme, oran, mekansal ilişkiler gibi bilgileri aktarmaktadır. Temsili inceleyen kişi kendini mekanın içinde hissederek öz bulunuşluluk oluşturmaktadır. Perspektif temsiliinde bakış açısı kontrolü, beden temsili, sosyal etkileşim bulunmadığı için fiziksel ve sosyal bulunuşluluk oluşmamaktadır. Maket temsili de perspektife benzer bir deneyim sunar. Tasarlanan mekan belirli oranda küçültülerek maket haline getirilir. Ölçek değiştiği için ve bir temsil olması nedeniyle malzemeler de gerçek malzemelerden farklı olur. Kişi maket temsiliini istediği perspektiften inceleyebilir, kendini mekanda hayal edebilir. Bu özellik sayesinde öz bulunuşluluk oluşturur. Geleneksel temsiller sonrasında ortaya çıkan çoklu ortam temsillerinde ise fiziksel, sosyal ve öz olmak üzere üç bulunuşluluk da bulunmaktadır. Çoklu ortam temsilleri sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, karma gerçeklik olarak sınıflandırılmakta, çalışma kapsamında sanal gerçeklik temsili incelenmektedir. Sanal gerçeklik temsili geleneksel temsillere kıyasla temsil-beden ilişkisinin en güçlü olduğu temsil yöntemidir. Sanal gerçeklik temsiliinde kişi fiziksel ortamdan tamamen soyutlanarak sanal mekanda var edilmektedir. Fiziksel bulunuşluluğun maksimum seviyede hissedilmesi için, bakış açısı birinci şahıs perspektifine yerleştirilmeli, deneyim sırasında kullanıcı ile sanal avatarın hareketlerinin koordinasyonu sağlanmalı, avatar ile kullanıcının beden koordinasyonu olabildiğince fazla noktada ve doğru anatomik hareketler ile hissedilmelidir. Ayrıca sanal avatar tasarımının gerçek bedene yakın özellikler barındırması da fiziksel bulunuşluluk düzeyini artıran bir destekleyicidir. Sosyal bulunuşluluk düzeyinin artması için çoklu kullanıcıları destekleyen yazılımları

kullanmak, deneyim içinde mesajlaşma, konuşma gibi sosyal etkileşimin bulunması, sanal nesneler ile kullanıcının hareket üzerinden iletişime kurulması destekleyici olmaktadır. Öz bulunuşluluğun yüksek seviyede olması için, kullanıcı sanal mekanda fiziksel mekanda kullandığı hareketleri ile mekanı deneyimleyebiliyor olmalıdır. Sanal mekandaki yürüme ile gerçek mekan yürümesi birbirine benzediğinde, nesneleri kavrama, taşıma hareketi fiziksel mekandaki deneyime yaklaştığında, jest ve mimiklere çevreden gelen karşılıklar benzediğinde, birden fazla duyunun bilgi aktarımı sağlandığında kullanıcıda öz bulunuşluluk duygusu güçlü şekilde oluşmaktadır.

Tasarım aşamasında sanal gerçeklik temsili kullanımını araştırmak, temsil biçimi olarak sanal gerçekliğin etkenlerini analiz etmek için yapılan çalışmada birçok farklı değişkenin birbirini etkilediği görülmüştür. Sanal gerçeklik deneyimi oluşturulurken üç ana başlık altındaki kavramlar göz önüne alınarak, yüksek bulunuşluluk sağlayan temsil yaratılabilir. Sanal mekanda bulunuşluluk arttıkça deneyimin verimli hale geldiği, aktarılan bilgilerin doğruluğunun arttığı literatür incelemesi ile bilinmektedir. İncelenen örnekler ışığında, sanal gerçekliğin bulunuşluluk oluşumunu etkileyen mevcudiyet, temsili uygunluk ve kontrol faktörü başlıklarında öncelikli olan etkenler sıralanmıştır. Mevcudiyet için oluşturulan etkenlerden tüm örneklerde bulunan ve en yüksek oranla kullanılan, üç boyutlu modelleme yöntemi ve görme duyusu bilgilerinin aktarımıdır. İkinci sırada ise yüzde 80 oranıyla kontrol kumandası kullanımı bulunmaktadır. Tasarım aşamasında, temsili uygunluk başlığı altındaki etkenlerden yüzde 80 oranla en çok kullanılan, 1:1 ölçekli deneyimdir. İkinci sırada yüzde 60 oranla sanal avatar ve gerçekçi malzeme dokusu bulunmaktadır. Kontrol faktörü başlığında incelenen tüm örneklerde birinci tekil şahıs perspektifi ile mekan deneyimi faktörü bulunmaktadır. İkinci sırada yüzde 80 oranla serbest geçiş faktörü bulunmaktadır. Sanal gerçekliğin tasarım sürecinde temsil yöntemi olarak kullanımı için öncelikli olan etkenleri, üç boyutlu modelleme yöntemi ile oluşturulan sanal mekan, görme duyusu bilgilerinin aktarımı, birinci tekil şahıs perspektifi ile mekan deneyimi, kontrol kumandası kullanımı, 1:1 ölçekte mekan deneyimi, serbest geçiş ile mekanlar arası ulaşım, fiziksel çevre bilgili aktarımı, sanal mekanda sözlü iletişim kurabilme, sanal mekanda yürüme, sanal gerçeklik gözlüğü kullanımı, sanal

avatar varlığı, mekanın gerçekçi malzeme dokusu ile kaplanması olarak sıralayabiliriz. Sanal gerçeklik kullanımı uzmanlar arası işbirlikçi tasarım aşamasında donanım olarak sanal gerçeklik gözlüğü ya da CAVE kullanılabilir önemli olan bu donanımlar ile kullanıcılar arası iletişimin kurulmasıdır. Bu alanda üretilen sanal gerçeklik temsillerinde öncelikli olarak sanal mekanların doğru modellenmeli, kullanıcılar birbirleriyle iletişim kurabilmeli ve serbest dolaşım navigasyonu bulunmalıdır. Çocuk katılımcılar için tasarlanan sanal gerçeklik temsilinde en önemli kararlardan biri kullanım kolaylığı nedeniyle CAVE ekran kullanımıdır, böylece çocuklar fiziksel ortamda birbirleri ile iletişim kurmaya devam ederek sosyal bulunuşluluk oluşturmaktadır. Temel tasarım sürecinde ise öne çıkan özellik, kullanıcıların yeni bir kompozisyon üretmek için orda olmasıdır. Bu nedenle diğer deneyimler gibi gerçekçi bir sanal mekan oluşturulması gerekmez, sanal mekan soyut olarak üretilmektedir. Ayrıca sanal mekanda tasarım yapılacağı için nesne ile etkileşim düzeyi yüksek olmalı,

Tablo 5.1 Tasarım sürecinde sanal gerçeklik temsili kullanımının potansiyel faydaları ve yaygın sorunları.

TASARIM SÜRECİNDE SANAL GERÇEKLİK TEMSİLİ KULLANIMI	
POTANSİYEL FAYDALAR	YAYGIN SORUNLAR
- Tasarım inşa edilmeden sorunların tespit edilmesi - Mimarlık alanında profesyonel olmayan kişilere mekansal bilgi aktarımının kolaylığı - İşbirlikçi tasarım süreci için uygunluk - Aynı anda birden fazla kullanıcının temsili deneyimlemesi - Mekan ile ilgili hızlı geri bildirim alma - Fiziksel çevreden soyutlanarak sanal mekanda yüksek seviyede odaklanma	- Donanımların kullanımını öğrenme süreci - Donanımlar ergonomik olmadığı için uzun süre kullanımda rahatsızlık - Uzun süreli sanal mekan deneyimi sonrası siber hastalık yaşanması - Sanal mekanda yapılan mekansal değişikliklerin yapı modelleme sistemlerine aktarımının zorluğu

Literatür araştırması ve örnek incelemesi sonucunda araştırma sorularından biri olan sanal gerçeklik temsiliinin sahip olduğu potansiyel faydalar ve yaygın sorunlar analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında sanal gerçeklik temsiliinin tasarım sürecinde kullanımı ele alındığı için fayda ve sorunlar da bu bağlamda çıkarılmıştır. Farklı kullanım amaçlarında farklı fayda ve sorunlar ortaya çıkabilir. Sanal gerçeklik, tasarım inşa edilmeden sorunların tespit edilmesinde rol almaktadır. Tasarım aşamasındayken gerçek mekan deneyimine yakın olarak deneyimleyen

tasarımcılar ve diğer paydaşlar, tasarım ile ilgili sorunları geleneksel temsil yöntemlerine kıyasla daha kolay tespit etmektedir. Böylece ekonomik olarak kar sağlamanın yanında zamandan da tasarruf edilmektedir. Geleneksel temsil yöntemleri mimarlık ve mühendislik alanındaki profesyoneller tarafında kolayca okunabilir olsa da iş veren, kullanıcı gibi profesyonel olmayan kişiler için yeterince açıklayıcı olmayabilir. Bu durumda sanal gerçeklik mekanı gerçekçi şekilde temsil ederek bu kişilerin de tasarım ile ilgili açıklayıcı bilgiler almasını kolaylaştırmaktadır. Sanal gerçeklik temsiliinin en önemli özelliklerinden biri işbirlikçi tasarım yöntemine katkı sağlamasıdır. Farklı alanlardaki uzmanların bir arada çalışması gereken tasarım süreçlerinde çoklu katılımcı ve sanal mekanda iletişim özelliği sayesinde işbirlikçi tasarım aşamalarında tercih edilmektedir. Yalnızca işbirlikçi tasarımda değil, tasarımın kullanıcılara sunumunda da çoklu katılımcı özelliği faydalı olmaktadır. Kullanıcıların aynı anda mekanı deneyimleyebiliyor olması gerçek mekan deneyimine yakın bir temsil yaratmaktadır. Sanal gerçeklik temsiliinde tasarımcı, kullanıcının deneyim sırasında aktardığı yorumlar, jest ve mimikler ve deneyimin hemen sonrasında yapabileceği anketler ile hızlı geri dönüşler alabilmektedir. Sanal gerçeklik deneyiminde kullanıcı fiziksel mekandan soyutlanarak sanal mekanda yüksek mevcudiyet ile bulunur, bu sayede kullanıcı mekandan aldığı bilgilere daha iyi odaklanır, gerçek mekan deneyimine yakın bir deneyimle tasarım sürecinde tasarımı geliştirmek için ihtiyaç duyduğu eklemeleri kolayca çözümler.

Sanal gerçeklik temsiliinin deneyiminde karşılaşılan yaygın sorunlardan biri kullanılması gereken donanımların kullanıcılar tarafından karmaşık bulunmasıdır. Donanım kullanımına odaklanıldığında sanal mekan deneyiminde mekandaki bulunuşluluk hissi azalabilir, bu nedenle çoğu deneyimden önce kullanıcılara donanım kullanımı ile ilgili kısa süreli bilgilendirme yapılmaktadır. Sanal gerçeklik deneyiminde yaygın olarak kullanılan sanal gerçeklik gözlüğü, kontrol kumandası gibi donanımlar ergonomik bulunmaması nedeniyle kullanıcılarda uzun süreli kullanımlarda rahatsızlık oluşturabilir. Sanal gerçeklik gözlüğü özelinde, tarihsel süreçte üretilen her yeni model diğerine göre hafiflemiş ve daha ergonomik hale getirilmiştir. Hala gündelik hayatta kullanılan gözlükler kadar rahat ve kullanışlı olmasa da sanal gerçeklik gözlüğünün gündelik hayata entegre

olabilmesi için çalışmalar devam etmektedir. Sanal gerçeklik deneyimi kullanıcıyı tamamen gerçek hayattan soyutlayarak sanal mekanda var ettiğinden, fiziksel kurallar da sanal mekan deneyimi süresince değişir. Örneğin yürüme hareketi sanal mekanda ışınlanma hareketine karşılık gelebilir veya kullanıcı fiziksel olarak yürümeden kontrol kumandası yardımıyla sanal mekanda ilerleyebilir, kullanıcının baş hareketine karşılık sanal mekandaki değişim hızı farklı olabilir. Bu gibi durumlarda sanal mekan deneyiminin süresi arttıkça katılımcıda baş dönmesi, mide bulantısı ve göz rahatsızlığı gibi semptomlar oluşabilir. Son olarak, tasarım üzerine konuşmak ve değişiklikler yapmak konusunda yaygın bir sorun bulunmaktadır. Sanal gerçeklik temsiliinde kullanıcılar tasarımı değiştirebilir fakat bu değişim yapı modelleme sistemlerine direkt olarak aktarılamaz. Tasarım sunumunda kullanılan sanal gerçeklik ile yapı inşa sürecinde kullanılan yapı sistem temsilleri ile arasında dönüştürücü bir yazılım bulunmamaktadır. Zaman içerisinde bu bilgi dönüşümünü sağlayacak yazılımların ortaya çıkacağı tahmin edilmektedir.

Sanal gerçekliğin tüm faydaları ve sorunları göz önüne alındığında, sorunların yeni çalışmalar ile çözülebilecek durumlar olduğu söylenebilir. Faydalar ise geleneksel temsil yöntemlerine kıyasla önemli dinamikler içermektedir. Bu sayede zaman içerisinde sanal gerçeklik temsiliinin daha yaygın kullanılacağı, özellikle hem sunum hem tasarım geliştirmede yenilikler yaratacağı ön görülmektedir. Sanal gerçeklik temsiliinin en önemli bileşeni olan bulunuşluluk hissinin deneyim tasarlanırken ön planda tutulması ve çalışma kapsamında analiz edilen, bulunuşluluğu destekleyen etkenlere sanal gerçeklik tasarımında öncelikli olarak yer verilmesi önerilmektedir. Yapılan çalışmanın, sanal gerçekliğin temsil yöntemi olarak üretiminde tasarımcılara ışık tutacağı, tasarım sürecinde sanal gerçeklik temsiliinin kullanımında yeni tartışmalara yer açacağı, bulunuşluluk kavramının mimari temsildeki yeri ile ilgili yeni parametreler oluşturacağı öngörülmektedir. Gelecekte sanal gerçeklik deneyimini geliştirmek için yapılacak çalışmalarda, çoklu ortam temsillerinin kendi arasında bulunuşluluk karşılaştırılması yapılabilir.

- Abdelhameed, W. A. (2013). Virtual Reality Use in Architectural Design Studios: A case of studying structure and construction. *Procedia Computer Science*, 25, 220-230.
- Ahrens, A., Lund, K. D., Marschall, M., & Dau, T. (2019). Sound source localization with varying amount of visual information in virtual reality. *PloS one*, 14(3), e0214603.
- Akhtar, K. S. N., Chen, A., Standfield, N. J., & Gupte, C. M. (2014). The role of simulation in developing surgical skills. *Current reviews in musculoskeletal medicine*, 7(2), 155-160.
- Andújar Gran, C. A., Brunet Crossa, P., Buxareu, J., Fons Sánchez, J., Laguarda, N., Pascual, J., & Pelechano Gómez, N. (2018). VR-assisted architectural design in a heritage site: the Sagrada Família case study. In *GCH 2018, Eurographics Workshop on Graphics and Cultural Heritage: Vienna, Austria, November 12-15, 2018* (pp. 47-56). European Association for Computer Graphics (Eurographics).
- Aravinda, C., & Krishnaiah, R. V. (2013). Smell-o-vision—the future digital display device. *Int J. Comput. Sci. Mobile Comput*, 2, 227-234.
- Asar, H. (2020). İlişkisel bir şey olarak mimari temsil (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Avcı, H. O. (2016). Duyumsamayı ortaya çıkaran bir karşılaşma olarak mimari temsil (Doctoral dissertation, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Aydın, E. D. (2012). Üç boyutlu sanal gerçeklik ortamında mimari mekan temsiline geliştirilmesi: temel anlam ve yan anlam yaratma (Doctoral dissertation, thesis]. *Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi*.
- Aylett, R., & Louchart, S. (2003). Towards a narrative theory of virtual reality. *Virtual Reality*, 7(1), 2-9.
- Azofeifa, J. D., Noguez, J., Ruiz, S., Molina-Espinosa, J. M., Magana, A. J., & Benes, B. (2022, February). Systematic review of multimodal human-computer interaction. In *Informatics* (Vol. 9, No. 1, p. 13). MDPI.
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: teleoperators & virtual environments*, 6(4), 355-385.)
- Bakr, A. F., El Sayad, Z. T., & Thomas, S. M. S. (2018). Virtual reality as a tool for children's participation in kindergarten design process. *Alexandria engineering journal*, 57(4), 3851-3861.
- Bekele, M. K., Pierdicca, R., Frontoni, E., Malinverni, E. S., & Gain, J. (2018). A survey of augmented, virtual, and mixed reality for cultural heritage. *Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH)*, 11(2), 1-36.

- Biocca, F. (1992). Communication within virtual reality: Creating a space for research. *Journal of communication*.
- Birrell, S., Payre, W., Zdanowicz, K., & Herriotts, P. (2022). Urban air mobility infrastructure design: Using virtual reality to capture user experience within the world's first urban airport. *Applied Ergonomics*, 105, 103843.
- Blog laval virtual, (2020). VR CAVE system: an immersive technology, Elde edilme tarihi: 16.01.2023, <https://blog.laval-virtual.com/en/vr-cave-system-an-immersive-technology/>
- Bolte, B., Steinicke, F., & Bruder, G. (2011, April). The jumper metaphor: an effective navigation technique for immersive display setups. In *Proceedings of Virtual Reality International Conference* (Vol. 1, No. 2).
- Bouaoud, J., El Beheiry, M., Jablon, E., Schouman, T., Bertolus, C., Picard, A., ... & Khonsari, R. H. (2021). DIVA, a 3D virtual reality platform, improves undergraduate craniofacial trauma education. *Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery*, 122(4), 367-371.
- Bozgeyikli, E., Raij, A., Katkoori, S., & Dubey, R. (2016, October). Point & teleport locomotion technique for virtual reality. In *Proceedings of the 2016 annual symposium on computer-human interaction in play* (pp. 205-216).
- Bracken, C. C., & Skalski, P. (2006, August). Presence and video games: The impact of image quality and skill level. In *Proceedings of the ninth annual international workshop on presence* (pp. 28-29). Cleveland, OH: Cleveland State University.
- Brooks, B. M., Rose, F. D., Attree, E. A., & Elliot-Square, A. (2002). An evaluation of the efficacy of training people with learning disabilities in a virtual environment. *Disability and rehabilitation*, 24(11-12), 622-626.
- Burin, D., Kiltani, K., Rabuffetti, M., Slater, M., & Pia, L. (2019). Body ownership increases the interference between observed and executed movements. *PloS one*, 14(1), e0209899.
- Burnett, R. (2012). *İmgeler Nasıl Düşünür?*, çev. Güçsal Pular, Metis Yayınları, İstanbul.
- Buttussi, F., & Chittaro, L. (2019). Locomotion in place in virtual reality: A comparative evaluation of joystick, teleport, and leaning. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 27(1), 125-136.
- Cairns, P., Cox, A. L., Day, M., Martin, H., & Perryman, T. (2013). Who but not where: The effect of social play on immersion in digital games. *International Journal of Human-Computer Studies*, 71(11), 1069-1077.
- Campbell, D. A., & Wells, M. (1994). A Critique of Virtual Reality in the Architectural Design Process, R-94-3.
- Çatak, G., Masalci, S., & Şenyer, S. (2020). A Guideline Study for Designing Virtual Reality Games. *AJIT-e: Academic Journal of Information Technology*, 11(43), 12-36.

- Corbusier, (1945). Le modulator, Elde edilme tarihi: 16.01.2023, <http://www.fondationlecorbusier.fr/>
- Craig, A. B. (2013). Understanding augmented reality: Concepts and applications.
- Craig, A. B., Sherman, W. R., & Will, J. D. (2009). Developing virtual reality applications: Foundations of effective design. Morgan Kaufmann.
- Cyber gloves systems, (2017). Elde edilme tarihi: 16.01.2023, <http://www.cyberglovesystems.com/cybergrasp>
- Dalgarno, B., & Lee, M. J. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments?. British Journal of Educational Technology, 41(1), 10-32.
- David, N., Newen, A., & Vogeley, K. (2008). The “sense of agency” and its underlying cognitive and neural mechanisms. Consciousness and cognition, 17(2), 523-534.
- Davies, R., Moorhouse, N., Jung, T., Mastan, S., & Roy, B. (2019). Evaluation of virtual reality in orthopaedic training—A pioneering pilot study. In Augmented Reality and Virtual Reality (pp. 305-317). Springer, Cham.
- Delgado, J. M. D., Oyedele, L., Demian, P., & Beach, T. (2020). A research agenda for augmented and virtual reality in architecture, engineering and construction. Advanced Engineering Informatics, 45, 101122.
- Descartes, R. (2008). Meditations on first philosophy: With selections from the objections and replies. Oxford University Press.
- Devocht, S. E-Topia-«Urban Life, Jim-But Not As We Know It» William J. Mitchell.
- Dipietro, L., Sabatini, A. M., & Dario, P. (2008). A survey of glove-based systems and their applications. Ieee transactions on systems, man, and cybernetics, part c (applications and reviews), 38(4), 461-482.
- Dorta, T., & LaLande, P. (1998). The impact of virtual reality on the design process.
- Feng, Y., Duives, D. C., & Hoogendoorn, S. P. (2022). Development and evaluation of a VR research tool to study wayfinding behaviour in a multi-story building. Safety science, 147, 105573.
- Fineschi, A., & Pozzebon, A. (2015, December). A 3D virtual tour of the Santa Maria della Scala Museum Complex in Siena, Italy, based on the use of Oculus Rift HMD. In *2015 International Conference on 3D Imaging (IC3D)* (pp. 1-5). IEEE.
- Freina, L., & Ott, M. (2015, April). A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. In The international scientific conference elearning and software for education (Vol. 1, No. 133, pp. 10-1007).
- Fu, M., Liu, R., & Zhang, Y. (2021). Do people follow neighbors? An immersive virtual reality experimental study of social influence on individual risky decisions during evacuations. Automation in Construction, 126, 103644.

- Gallagher, S. (2000). Philosophical conceptions of the self: implications for cognitive science. *Trends in cognitive sciences*, 4(1), 14-21.
- Go touch vr, (2016). Elde edilme tarihi: 16.01.2023, <https://www.gotouchvr.com/copy-of-technology-devices>
- Gül, L. F. (2011). İşbirlikli mimari tasarım eğitiminde sanal dünya kullanımı.
- Gupta, S., Anand, D., Brough, J., Schwartz, M., & Kavetsky, R. (2008). Training in virtual environments: A safe, cost effective, and engaging approach to training. CALCE EPSC Press, University of Maryland, College Park, MD, 2008.
- Gürer, T. K., & Yücel, A. (2010). Bir paradigma olarak mimari temsilin incelenmesi. *itüdergisi/a*, 4(1).
- Guttentag, D. A. (2010). Virtual reality: Applications and implications for tourism. *Tourism management*, 31(5), 637-651.
- Guttentag, D. A. (2010). Virtual reality: Applications and implications for tourism. *Tourism management*, 31(5), 637-651.
- Hasanzadeh, S., Polys, N. F., & Jesus, M. (2020). Presence, mixed reality, and risk-taking behavior: a study in safety interventions. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 26(5), 2115-2125.
- Heeter, C. (1992). Being there: The subjective experience of presence. *Presence Teleoperators Virtual Environ.*, 1(2), 262-271.
- Heilig, M. L. (1962). Sensorama simulator. US PAT. 3,050,870.
- Heim, M. (1993). The metaphysics of virtual reality. Oxford University Press on Demand.
- Herz, M., & Rauschnabel, P. A. (2019). Understanding the diffusion of virtual reality glasses: The role of media, fashion and technology. *Technological Forecasting and Social Change*, 138, 228-242.
- Howes, D. (2002). Nose-wise: Olfactory metaphors in mind. *Olfaction, taste and cognition*, 61-67.
- Isler, V., Wilson, B., & Bajcsy, R. (2006, June). Building a 3D virtual museum of native american baskets. In *Third International Symposium on 3D Data Processing, Visualization, and Transmission (3DPVT'06)* (pp. 954-961). IEEE.
- Jacobson, J., Ellis, M., Ellis, S., & Seethaler, L. (2005, June). Immersive displays for education using CaveUT. In *EdMedia+ Innovate Learning* (pp. 4525-4530). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Karunanayaka, K., Johari, N., Hariri, S., Camelia, H., Bielawski, K. S., & Cheok, A. D. (2018). New thermal taste actuation technology for future multisensory virtual reality and internet. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*, 24(4), 1496-1505.
- Kerruish, E. (2019). Arranging sensations: smell and taste in augmented and virtual reality. *The Senses and Society*, 14(1), 31-45.

- Kiliç, T. (2020). Sanal gerçeklik teknolojisinin iç mimarlık eğitiminde kullanılmasına yönelik bir öğretim modeli önerisi.
- Kiltēni, K., Groten, R., & Slater, M. (2012). The sense of embodiment in virtual reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 21(4), 373-387.
- Klimmt, C., & Vorderer, P. (2003). Media psychology “is not yet there”: Introducing theories on media entertainment to the presence debate. *Presence*, 12(4), 346-359.
- Kock, N. (2008). E-collaboration and e-commerce in virtual worlds: The potential of Second Life and World of Warcraft. *International Journal of e-Collaboration (IJeC)*, 4(3), 1-13.
- Kruger, (1975). Videoplace, Elde edilme tarihi: 16.01.2023, <https://aboutmyronkrueger.weebly.com/videoplace.html>
- Kuru, A., & Erbuğ, Ç. (2013). Explorations of perceived qualities of on-body interactive products. *Ergonomics*, 56(6), 906-921.
- Larmore, R., Knaus, M., Dascalu, S., & Harris, F. C. (2005, May). Virtual environment for on-campus orientation. In *Proceedings of the 2005 International Symposium on Collaborative Technologies and Systems*, 2005. (pp. 259-266). IEEE.
- LaViola, J., Kruijff, E., Bowman, D., McMahan, R., & Poupyrev, I. (2017). 3D user interfaces: theory and practice. *Usability Series*.
- Lawless, H. T., Stevens, D. A., Chapman, K. W., & Kurtz, A. (2005). Metallic taste from electrical and chemical stimulation. *Chemical senses*, 30(3), 185-194.
- Lee, K. M. (2004). Presence, explicated. *Communication theory*, 14(1), 27-50.
- Lee, K. M., Jung, Y., Kim, J., & Kim, S. R. (2006). Are physically embodied social agents better than disembodied social agents?: The effects of physical embodiment, tactile interaction, and people's loneliness in human-robot interaction. *International journal of human-computer studies*, 64(10), 962-973.
- Lessiter, J., Freeman, J., & Davidoff, J. (2001, May). Really hear? The effects of audio quality on presence. In *Proceedings of the Fourth Annual International Workshop on Presence* (pp. 288-324).
- Lin, L. P. L., Huang, S. C. L., & Ho, Y. C. (2020). Could virtual reality effectively market slow travel in a heritage destination?. *Tourism Management*, 78, 104027.
- Liu, Y., Lather, J., & Messner, J. (2014). Virtual reality to support the integrated design process: A retrofit case study. In *Computing in civil and building engineering* (2014) (pp. 801-808).
- Lucas, K., & Sherry, J. L. (2004). Sex differences in video game play: A communication-based explanation. *Communication research*, 31(5), 499-523.

- Makransky, G., & Petersen, G. B. (2021). The cognitive affective model of immersive learning (CAMIL): A theoretical research-based model of learning in immersive virtual reality. *Educational Psychology Review*, 33(3), 937-958.
- Makransky, G., Lilleholt, L., & Aaby, A. (2017). Development and validation of the Multimodal Presence Scale for virtual reality environments: A confirmatory factor analysis and item response theory approach. *Computers in Human Behavior*, 72, 276-285.
- Martínez, J., García, A. S., Oliver, M., González, P., & Molina, J. P. (2020). The Sense of Touch as the Last Frontier in Virtual Reality Technology. In *Virtual Reality Designs* (pp. 218-246). CRC Press.
- Martirosov, S., & Kopecek, P. (2017). Virtual reality and its influence on training and education-literature review. *Annals of DAAAM & Proceedings*, 28.
- Maselli, A., & Slater, M. (2013). The building blocks of the full body ownership illusion. *Frontiers in human neuroscience*, 7, 83.
- McCloy, R., & Stone, R. (2001). Virtual reality in surgery. *Bmj*, 323(7318), 912-915.
- Merleau-Ponty, M. (2005). *Algılanan dünya*. Metis.
- Merleau-Ponty, M. (2012). *Göz ve Tin* (A. Soysal, Çev.). İstanbul: Metis Yayınları.
- Meta, (2023). Meta quest 2 controller, Elde edilme tarihi: 16.01.2023, <https://www.meta.com/quest/accessories/quest-2-controllers/>
- Microsoft, (2023). Microsoft HoloLens 2, Elde edilme tarihi: 16.01.2023, <https://www.microsoft.com/en-us/hololens>
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and Systems*, 77(12), 1321-1329.
- Mouratidis, K., & Hassan, R. (2020). Contemporary versus traditional styles in architecture and public space: A virtual reality study with 360-degree videos. *Cities*, 97, 102499.
- Murphy, D. J. (2017). Virtual Reality is 'Finally Here': A Qualitative Exploration of Formal Determinants of Player Experience in VR. In *DiGRA Conference*.
- Murray, J. H. (2017). *Hamlet on the Holodeck*, updated edition: The Future of Narrative in Cyberspace. MIT press, 98-99.
- NY times, (2020). It's time to try virtual reality. here's where to start, Elde edilme tarihi:16.01.2023, <https://www.nytimes.com/2020/10/20/realestate/virtual-reality-for-beginners.html>
- Obeid, S., & Demirkan, H. (2020). The influence of virtual reality on design process creativity in basic design studios. *Interactive Learning Environments*, 1-19.
- Opdyke, D., Williford, J. S., & North, M. (1995). Effectiveness of computer-generated (virtual reality) graded exposure in the treatment of acrophobia. *Am J psychiatry*, 1(152), 626-628.

- Orbey, B., & Şener, S. M. (2016). On Tools and Representation//Gereçler ve Temsil Üzerine. *Megaron*, 11(2), 265.
- Özyazıcı, K., Ebru, B. O. Ğ. A., Alagöz, N., Varlikliöz, K., Arslan, Z., Semra, A. K. T. O., & Sağlam, M. Duyuların Gelişimi ve Duyu Bütünleme. *Gelişim ve Psikoloji Dergisi*, 2(4), 209-226.
- Perret, J., & Vander Poorten, E. (2018, June). Touching virtual reality: a review of haptic gloves. In ACTUATOR 2018; 16th International Conference on New Actuators (pp. 1-5). VDE.
- Pietroni, E., & Adami, A. (2014). Interacting with virtual reconstructions in museums: The Etruscanning Project. *Journal on Computing and Cultural Heritage (JOCCH)*, 7(2), 1-29
- Polanyi, M. (2009). The tacit dimension. In *Knowledge in organizations* (pp. 135-146). Routledge.
- Portman, M. E., Natapov, A., & Fisher-Gewirtzman, D. (2015). To go where no man has gone before: Virtual reality in architecture, landscape architecture and environmental planning. *Computers, Environment and Urban Systems*, 54, 376-384.
- Povroznik, N. (2020, October). Digital history of virtual museums: The transition from analog to internet environment. In *DHN* (pp. 125-136).
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147, 103778.
- Razzaque, S., Swapp, D., Slater, M., Whitton, M. C., & Steed, A. (2002, May). Redirected walking in place. In *EGVE* (Vol. 2, pp. 123-130).
- Roussou, M. (2004). Learning by doing and learning through play: an exploration of interactivity in virtual environments for children. *Computers in Entertainment (CIE)*, 2(1), 10-10.
- Roussou, M. (2004). Learning by doing and learning through play: an exploration of interactivity in virtual environments for children. *Computers in Entertainment (CIE)*, 2(1), 10-10.
- Russell, J. (2013). *Agency: Its role in mental development*. Psychology Press.
- Sanchez, G. M. E., Van Renterghem, T., Sun, K., De Coensel, B., & Botteldooren, D. (2017). Using Virtual Reality for assessing the role of noise in the audio-visual design of an urban public space. *Landscape and Urban Planning*, 167, 98-107.
- Sato, A., & Yasuda, A. (2005). Illusion of sense of self-agency: discrepancy between the predicted and actual sensory consequences of actions modulates the sense of self-agency, but not the sense of self-ownership. *Cognition*, 94(3), 241-255.

- Schloerb, D. W. (1995). A quantitative measure of telepresence. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 4(1), 64-80.
- Senso me, (2020). Elde edilme tarihi: 16.01.2023, <https://senso.me/>
- Serafin, S., Geronazzo, M., Erkut, C., Nilsson, N. C., & Nordahl, R. (2018). Sonic interactions in virtual reality: State of the art, current challenges, and future directions. *IEEE computer graphics and applications*, 38(2), 31-43.
- Sherman, W. R., & Craig, A. B. (2018). Understanding virtual reality (2nd Edition). In *The Morgan Kaufmann Series in Computer Graphics*, Book, Science Direct, USA
- Slater, M. (2003). A note on presence terminology. *Presence connect*, 3(3), 1-5.
- Steuer, J. (1992). Defining virtual reality: Dimensions determining telepresence. *Journal of communication*, 42(4), 73-93.
- SÜRÜCÜ, O., & BAŞAR, M. E. (2016). Kültürel mirası korumada bir farkındalık aracı olarak sanal gerçeklik. *Artium*, 4(1).
- Tajadura-Jiménez, A., Våljamäe, A., Kitagawa, N., & Ho, H. N. (2010). Whole-body vibration influences on sound localization in the median plane. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part D: Journal of Automobile Engineering*, 224(10), 1311-1320.
- Temizkan, E., & Ekici, G. (2018). Evde sanal gerçeklik yöntemi ile gerçekleştirilen oyun temelli yaklaşımın geriatriklerde dengeye etkisi: kısa dönem takipli ön çalışma. *Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 6(3), 171-178.
- Temizkan, E., & Ekici, G. (2018). Evde sanal gerçeklik yöntemi ile gerçekleştirilen oyun temelli yaklaşımın geriatriklerde dengeye etkisi: kısa dönem takipli ön çalışma. *Ergoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, 6(3), 171-178.
- Teslasuit, (2023). Haptic feedback, Elde edilme tarihi: 16.01.2023, <https://teslasuit.io/products/teslasuit-4/>
- Thomas, W. A., & Carey, S. (2005, April). Actual/virtual visits: What are the links. In *Museums and the Web*.
- Tse, A., Jennett, C., Moore, J., Watson, Z., Rigby, J., & Cox, A. L. (2017, May). Was I there? Impact of platform and headphones on 360 video immersion. In *Proceedings of the 2017 CHI conference extended abstracts on human factors in computing systems* (pp. 2967-2974).
- Tuan, Y. F. (1977). *Space and place: The perspective of experience*. U of Minnesota Press.
- Turan, M. H. (2004). Mimari Fotogrametri Alanındaki Çağdaş Gelişimlerin Değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 19(1).
- Tversky, B. (2015). The cognitive design of tools of thought. *Review of Philosophy and Psychology*, 6(1), 99-116.

- Ultraleap, (2019). Elde edilme tarihi: 16.01.2023, <https://www.ultraleap.com/company/about/>
- Upload vr, (2020). HP reverb G2 review, Elde edilme tarihi: 16.01.2023, <https://uploadvr.com/hp-reverb-g2-review/>
- Vergara, D., Rubio, M. P., & Lorenzo, M. (2017). On the design of virtual reality learning environments in engineering. *Multimodal technologies and interaction*, 1(2), 11.
- Vitruvius, P. (1993). *Mimarlık Üzerine On Kitap* (S. Güven, çev.). Ankara: Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları.)
- Vlahakis, V., Ioannidis, M., Karigiannis, J., Tsotros, M., Gounaris, M., Stricker, D., ... & Almeida, L. (2002). Archeoguide: an augmented reality guide for archaeological sites. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 22(5), 52-60.
- Vogel, J. J., Vogel, D. S., Cannon-Bowers, J., Bowers, C. A., Muse, K., & Wright, M. (2006). Computer gaming and interactive simulations for learning: A meta-analysis. *Journal of Educational Computing Research*, 34(3), 229-243.
- Wirth, W., Hartmann, T., Böcking, S., Vorderer, P., Klimmt, C., Schramm, H., ... & Jäncke, P. (2007). A process model of the formation of spatial presence experiences. *Media psychology*, 9(3), 493-525.
- Witmer, B. G., & Singer, M. J. (1998). Measuring presence in virtual environments: A presence questionnaire. *Presence*, 7(3), 225-240.
- Yildirim, M. T. (2004). *Mimari Tasarimda Biçimlendirme Yaklaşımlari İle Bilgisayar Yazilimlari İlişkisi*. Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi, 19(1).
- Youvisit, (2022). Experience louvre museum in virtual reality, Elde edilme tarihi: 16.01.2023, <https://www.youvisit.com/tour/louvremuseum>
- Yücel, A., 2004. Mimarlık ve Temsil, *Tol Mimarlık Kültürü Dergisi*, 4, 77-82.
- Zevi, B., Gendel, M., & Barry, J. A. (1957). Architecture as Space. How to look at Architecture. *Journal of Aesthetics and Art Criticism*, 16(2).
- Zillmann, D. (1995). Mechanisms of emotional involvement with drama. *Poetics*, 23(1-2), 33-51.

Konferans Bildirileri

1. Usta, B. H. & Arabacıoğlu, F. P. (2022). Mekan Temsili Olarak Sanal Gerçeklik. III. Ulusal Lisansüstü Mekânsal Çalışmalar Sempozyumu Bildiri Özetleri Kitabı. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Yayınları – 904, 87-88.

