

İNSAN BİLGİSAYAR ETKİLEŞİMİ: MEKANA YANSIMALARI VE GELECEĞE DAİR DEĞERLENDİRMELER

Yrd. Doç. Mehmet Ali ALTIN*

ÖZET

İnsan bilgisayar etkileşimi, 80'li yıllardan itibaren var olan durumundan çok daha farklı bir boyutta insan mekan etkileşimini de etkilemektedir. Bilgisayarlarla kurulan etkileşimin bilgisayarın kendisiyle değil bilgisayarın parçası olduğu mekanla olacağı yönünde öngörüler bunun en temel sebebidir. İnsan bilgisayar etkileşimi mekanla kurulan ilişkide mekanın algılanmasına dair değişimleri de ortaya çıkarmıştır. Bu değişimler mekanın ne olduğuna dair soruları yeniden gündeme getirmiştir. Tüm bu gelişmelerin ikinci milenyumun ortalarında araştırma merkezlerinden gündelik hayata geçişleri gözlemlenmeye başlamıştır.

Bu çalışmada 2005 yılına kadar insan bilgisayar etkileşimi konusunda yapılan çalışmalar ve gelecek ön görüleri değerlendirilerek, 2005 ve 2016 yılları arasında hayata geçmiş olan teknolojik değişimlerin mekana etkisi tartışılacak ve gelecekte insan bilgisayar etkileşiminin mekana etkileri ve tasarımcıların bu eko sistemdeki konumları değerlendirilecektir.

Anahtar kelimeler: *İnsan Bilgisayar Etkileşimi, Mekan, Artırılmış Gerçeklik, Sanal Gerçeklik*

* Anadolu Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, İç Mimarlık Bölümü, Eskişehir / TURKEY, malialtin@gmail.com

HUMAN COMPUTER INTERACTION: REFLECTIONS ON SPACE AND EVALUATIONS FOR THE FUTURE

Assist. Prof. Mehmet Ali ALTIN*

ABSTRACT

Human computer interaction is affecting space in a more different dimension than its existing condition. The main reason for this is the preassumptions made for the interaction with computers will be rather than itself, with space it belongs to. Human computer interaction also reveals the changes in perception of space while interacting with space via computers. These changes resurrect the question that what the space is. Most of these developments are occurred in the first decade of second millenium while most of the researches in laboratories are carried out in daily life.

In this paper, human computer interaction studies up to 2005 and the assumptons for future developments will be evaluated. Realized developments in daily life from 2005 to 2016 will be discussed in a focus of tehe relation between space. Future effects of human computer interaction on space and the position of designers in this eco-system will be evaluated.

Keywords: *Human Computer Interaction, Space, Augmented Reality, Virtual Reality*

* Anadolu University, Faculty of Architecture and Design, Department of Interior Design, Eskişehir / TURKEY,
malialtin@gmail.com

GİRİŞ

İnsan bilgisayar etkileşimi (HCI), bilgisayarların kişiselleştiği 80’li yıllardan itibaren giderek önem kazanan bir konu olarak hem bilgisayar bilimi ile uğraşan akademisyenleri hem de güncel hayatta bu uğraşların sonuçlarını deneyimleyen sıradan insanları ilgilendiren bir araştırma alanı haline gelmiştir. Öncesinde bir uzmanlık alanı olan bilgisayarlar 80’li yıllarda kişisel bilgisayarların ortaya çıkmasıyla birlikte öncelikle iş hayatında hız ve hassasiyet artırıcı bir araç olarak kullanılmaya başlanmış daha sonra eğlence ve iletişim aracı olarak gündelik hayatta kişisel bir ihtiyaç haline gelmiştir. İnsan hayatının ve eylemlerinin doğrudan bir parçası olmayan bilgisayarların uzun yıllar sonrasında netleşen ekran, fare ve klavyeden oluşan üçlü görüntüsü insan bilgisayar etkileşimi açısından eleştirilmiş ve yeni kavramlar ortaya çıkmaya başlamıştır. Bu yeni etkileşim türü bilgisayarları mekan içinde yalıtılmış bir araç olarak kullanmanın ötesine götürmeyi hedeflemektedir. Mekan bilgisayarın yer aldığı bir hacim olmanın ötesinde kimi zaman bilgisayarın işlevlerinin yer aldığı bir sahne, kimi zaman bilgisayarın içinde eridiği bir siberetik uzay parçası olarak değerlendirilmiştir (Kut vb., 2013). İnsanlık tarihi boyunca insanın en temel ihtiyaçlarından biri olan barınma, günümüzün en temel insan ihtiyaçları ile bütünleştirilmektedir. Bu durum, daha evcil bir ortamda çalışma, eğlenme, iletişim kurma vb. bilgisayarlı eylemlerin öğrenme ve alışma sıkıntısı çekilmeden yerine getirilmesi, diğer gündelik faaliyetlerden farksız bir şekilde kullanılmasının mümkün kılınmasıdır. Bilgisayarlar, insan algısını etkileyen kanalları doğrudan kontrol altında tutarak görme, duyma ve dokunma yoluyla insanın çevresiyle kurduğu bağı değiştirmektedir. Bu durum, insanın algı kanallarına güvenerek inandığı gerçeklik kavramını derinden etkilemektedir. Bu etki bilgisayar insan etkileşiminin araçlarından birisi haline gelmiştir.

Bilgisayar insan etkileşiminin bilgisayarın araç olmaktan çıkarak mekan olması üzerine yoğunlaştığı bu yaklaşım 90’lı yıllarda ortaya atılmış olsa da teknolojik altyapının bu türden çalışmalara imkan sağlar hale gelmesi ve ilk örneklerin ortaya çıkışı ikinci milenyumun ilk on yılında mümkün olmuştur. Bu dönemde henüz güncel hayata çıkarak insanların kabulüne sunulacak olgunluğa ulaşmamış HCI projeleri araştırma kuruluşlarının ve üniversitelerin deneysel çabaları olarak belirtmeye başlamıştır. Bu gelişmeleri ortaya çıkaran kavramsal alt yapı da yine bu zamanda netleşmiştir.

Pek çok bilim alanında olduğu gibi HCI için de geleceğe dair beklentilerin topluluklar tarafından kabulü ve araştırmaların gündelik hayatta karşılık bulması zamana yayılan bir değerlendirmeyle ortaya konulabilir.

Bu çalışmada, HCI ile ilgili gelecek beklentilerinin özünde yer alan mekan algısının, 2005-2016 yılları arasındaki güncellenen teknolojik gelişmelerle nasıl bir değişim geçirdiği ve 2005 yılına kadar gelecekle ilgili olan beklentilerin ne oranda hayata geçtiği değerlendirilecek ve var olan gelişmelerle HCI gelişimleri ile mekanda gelecekte meydana gelebilecek yeni değişimler ele alınacaktır.

1. İnsan Bilgisayar Etkileşimi

“Bilgisayar-insan etkileşimi, insan kullanımı için etkileşimli bilgisayar sistemlerinin tasarımı, değerlendirilmesi ve gerçekleştirilmesiyle ve bunları çevreleyen diğer etkenlerin araştırılmasıyla ilgilenen bir disiplindir (Gahoui, 2006).”

Bilgisayarın masa üzerindeki ekran, fare ve klavyeden oluşan görüntüsü, bilgisayar bilimini ve insan-bilgisayar etkileşimini içeren pek çok araştırmanın sonucudur. Bu araştırmalar, bilgisayar bilimini içermesinin yanında, psikoloji, sosyoloji, antropoloji ve endüstriyel tasarım gibi pek çok disiplinler arası araştırmayı da içermektedir (Hewett vb., 1999).

Bilgisayar kavramı insanın onunla etkileşime geçme biçimiyle akılda canlandırılır haldedir. İlk ortaya çıkışlarında oda büyüklüğünde, birçok kablo ve onların takıldığı prizleri pek çok insanın kontrol ettiği ana bilgisayarların kullanımı uzmanlık alanı olarak görülüyordu. Günümüzde dokunulabilir ekranlarla etkileşim sağlayan, kablosuz iletişim olanakları, küçülen devre bileşenleriyle ve düşük güç tüketimi ile hareketli hale gelen tabletler ise bir çocuğun kullanabileceği kadar evcil gözüküyor. Bu değişimin arkasında bunu mümkün kılan pek çok teknoloji olsa da bilgisayarın algılanmasındaki en temel unsur onunla kurulan etkileşimin şekli olmuştur. Bugün yaptıkları işleme göre isim almış pek çok aletle kurulan etkileşim bir insan bilgisayar etkileşimidir. Cep telefonu, buzdolabı ya da klima içinde küçümsenmeyecek derecede işlem gücü barındıran bilgisayarlar bulunmaktadır.

İnsan bilgisayar etkileşimindeki değişimler bilgisayarın içinde bulunduğu hacimlerde de etkin değişimlerin olacağı öngörülerini pekiştirmektedir. İnsanın ve bilgisayarın parçası olduğu mekan bu değişimlerin odağında yer almaktadır. Hızla gelişen ve her geçen gün hayatın daha da büyük bir parçasında etkili olmaya başlayan bilgisayarların, gelecekteki gelişimleri konusunda fikir sahibi olmak, mekanda ne şekilde yer alacaklarını öngörmeye yardımcı olacaktır. Gelecekteki gelişmelerin kavranabilmesi için onları şekillendirecek etkenlerin bilinmesi gerekmektedir. 1996’ da Hewett (1999) bu gelişmeleri aşağıdaki şekilde öngörmüştür:

“... ”

- *Bilgisayar fiyatlarındaki düşüşle birlikte daha hızlı sistemlere ve daha yüksek hafızalı bilgisayarlara sahip olunacak.*
- *Bilgisayar bileşenlerinin boyut olarak küçülmesiyle birlikte daha çok taşınabilir hale gelecekler.*
- *Bilgisayar bileşenlerinin enerji gereksinimleri azalacak ve bu taşınabilirliği arttıracak. Yeni görüntüleme teknolojileri bilgisayarların ve bilgisayar içeren araçların değişik formlar almasını sağlayacak.*
- *Bilgisayarlar ortamda farklı araçların içine girerek yok edilecek.*
- *Yeni fonksiyonlar için özelleşmiş farklı bilgisayarlar ortaya çıkacak.*

- Ağ haberleşmesi ve farklı bilgisayarlar üzerinde eş zamanlı yapılan hesaplama işlemi gelişmeleri artacak.
 - Bilgisayarlar daha yaygın bir şekilde, özellikle bilgisayar mesleği dışından olanlar tarafından kullanılacak.
 - Girdi teknolojilerindeki gelişmelerde artış, fiyatlarda ise düşüş olacak. Bu durum, pek çok nedenle bilgisayarlara alışamayarak, daha önceki bilgisayar devriminin dışında kalanları da işin içine alacak.
 - Artan sosyal endişelerle birlikte bilgisayar kullanımında dezavantajlı grupların (örn. çocuklar, fiziksel ve görsel olarak engelli olanlar...) bilgisayara ulaşımı artacak.
- ...”

Söz konusu pek çok değişim günümüzde gerçekleşmeye başlamıştır. Cep telefonları, cep bilgisayarları, dizüstü bilgisayarlar daha taşınabilir, daha kaliteli görüntü verir, pratik biçimde birbirine bağlanarak veri alışverişinde bulunabilir hale gelmiştir. Yeni işletim sistemleri, bilgisayar, televizyon, müzik seti, telefon ve ev elektrik sistemi gibi birbirinden bağımsız cihazların aynı ortamda çalışabilmesine ve birbirlerini kontrol edebilmelerine olanak tanımaktadır. Hızla hayata giren kablosuz ağ protokolleri, pek çok cihazın masrafsız biçimde birbirine bağlanmasını sağlamaktadır. Cep telefonları içine sığacak kadar küçülen kameralar, her an ulaşılabilir ve kullanılabilir halleriyle yaşanan dünyanın anlık kopyalarını çıkarmaktadır. Bu kopyalar tüm dünya ile anında paylaşılabilir (Altın M. , 2005).

Yukarıdaki gelişmelerin bir sonucu, bilgisayar sistemleri kısmen eriyerek ortamlar içinde görünmez olacaklar ve kullanıcılarının eylemleriyle daha çok bağlantılı bir hal alacaklardır.

Bilgisayar bilgisinin kalem kağıt kullanmak kadar gerekli bir hale gelmesi diğer yandan ise bilgisayarın git gide daha fazla işleve sahip olması ve karmaşıklaşmasıyla öğrenilmesinin ve öğretilmesinin zorlaşması, insan-bilgisayar etkileşimini olumsuz yönde etkilemiştir. Günümüzde bir masaüstü ya da dizüstü bilgisayarın yaptığı gündelik ihtiyaçlara dair her şeyi yapabilen akıllı telefonlarla kurulan etkileşim bu zorlukları gidermede büyük bir adımdır. Dokunulabilir ekranlar, insan hareketlerini ortam değerlerini algılayabilen almaçlarla donatılmış bu cihazlar iletişim ve gündelik bilgisayar kullanımını, bilgisayar kullanımına uzak pek çok grubu da kapsayacak şekilde genişletmiştir (Hewett vb., 1999).

2. Bilgisayar Teknolojileri ile Gerçeklik Algısındaki Değişimler

İnsanın beş duyusu ve aklıyla algıladığı gerçekliğin, bir başka ortamda yansıtılması, sanatın en önemli konularından birisi olmuştur. Teknolojik gelişmeler gerçekliğin yansıtılmasındaki en önemli yapı taşlarını oluşturmaktadır. Rönesans’la doğru perspektifin resme girişi, fotoğraf makinesiyle zamanın dondurulması, hareketli görüntü ve sinemanın gerçeğin yansıtılmasına getirdikleri ve son olarak bilgisayar ortamında hazırlanan görüntüler ve etkileşimler bu durumu göstermektedir. Günümüzde gerçeğin aktarımı, bilgisayar grafikleriyle çok farklı boyutlar eklenerek mükemmel yakın sağlanabilmektedir. Gerçeğin aktarımı, karşısına geçilip bakılan bir

nesne olmanın yanında, etkileşim kurulabilen bir ortam haline gelmiştir (Manovich, 2000). Bu sebeple mekan algısını sentetik olarak etkileyen ve mekanın gerçekliğini sorgulatan kavramların ele alınması gerekmektedir.

a. Sanal gerçeklik

Sanal (Virtual): Sanal kelimesi, ortaçağ Latincesindeki “virtualis” kelimesinden alınmıştır. Virtualis ise “virtus”, güç ya da kuvvet anlamına gelmektedir. Skolastik filozofide ise sanal, gerçek varlık olmayan ancak potansiyeli olan anlamına gelmektedir. Sanal olan, herhangi bir kesinliğe bürünmeden, gerçek olma eğilimi olandır (Kan, 1999). Herhangi bir şey, geneldeki fiziksel sınırlandırmalara maruz kalmadan sanal gerçeklik içinde yer alabilir. Sanal varoluş üzerine tartışmalara, özellikle ortaçağda Duns Scotus döneminde ve nominalizm döneminde en kuvvetli olmak üzere, felsefe tarihi içinde çokça rastlanmıştır (Heim, 1993:160).

Sanal, çoğunlukla gerçeğin karşıtı bir kavram olarak algılanmakla beraber bu tanım doğru değildir. Sanal kavramı, gerçek olanı ancak somut olmayanı tanımlamaktadır. Sanal, bir şeyin içinde var olan özü gerçekte ortaya koyabilme olanağıdır (Frank, 2002: 27).

Bilgisayarların hesaplama gücünün, insanın birincil duyu organına hitap eden görsel grafik gücüne dönüşmesi, bilgisayarların kullanım alanlarını ve potansiyellerini doğrudan etkilemiştir (Bates-Brkljac, 2012). 1960’larda Ivan Sutherland’in çalışmaları bilgisayar grafikleriyle 3 boyutlu uzayın sentetik olarak taklidini mümkün kılmıştır. Böylece, dijital ortamda yaratılabilir mekan kavramı somutlaşmıştır (Craig, 2009).

Bilgisayarlar, birbirine bağlanabilmektedir, dolayısıyla sanal ortamlar da birbirlerine bağlanabilir. Sanal görüntüleme teknolojilerinin en önemli bileşenlerinden birisi olan yapay 3 boyutlu sunumlar, internet ortamında farklı ortamlarda kullanıcıları bir araya getirmektedir. Çoğunlukla eğlence amacıyla kullanılan bu alanlar, eğitim amacıyla da kullanılabilme potansiyeli sunar. Second Life ve World of War Craft gibi uygulamalar milyonlarca kullanıcıyı aynı anda, aynı mekanda olma hissiyle sarmalamaktadır (Tampieri, 2012).

b. Sanaldan fiziksele geçiş

“1990’lar sanal olanın yıllarıydı. Bilgisayar teknolojileri tarafından olanaklı kılınan sanal mekanlara hayran oluyorduk. Fiziksel mekanı gereksiz kılan, dünyamıza paralel bir biçimde var olan siber uzayın bir parçası sanal mekana doğru bir kaçışın görüntüleri bu on yıla damgasını vurdu.... Sanal olan evcilleştirildi: reklamlarla dolduruldu, büyük firmalar tarafından yönetildi ve zararsız hale getirildi. Kısaca, Norman Klein’in da söylediği gibi “elektronik varoş” haline geldi (Manovich, 2006).”

Dijital kültür üzerine çalışmalarıyla alanında söz sahibi olan Manovich (2006) sanal gerçekliğin, başlangıcını ve geçen zamanda nasıl bir hal aldığını bu şekilde özetlemektedir. 1990'ların başı için yeni olan bu kavram, 1990'ların sonlarına gelindiğinde gerçek yaşama adapte olmuş ve vahşi görünümünden sıyrılarak daha insani bir hale bürünmüştür. Lev Manovich (2006) 2000'lerde var olan durum ve sonrasındaki öngörülerini şu şekilde belirtmektedir:

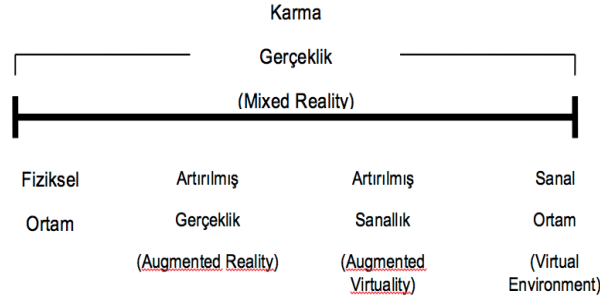
“... Oldukça olasıdır ki, 2000'lerin ilk on yılı fiziksel olmaya doğru dönecektir. Bu, fiziksel mekânın, elektronik ve görsel bilgiyle doldurulmasıdır. Daha gerçekçi bilgisayar oyunlarından, yeni 3 boyut teknolojilerine, sanal gerçeklik gelişmelerini ortaya koyarken, bilgisayar ve ağ teknolojileri daha aktif şekilde gerçek, fiziksel mekanlarımıza giriyor (Manovich, 2006)...”

Günümüzde bu öngörülerin kısmen gerçekleştiğini gözlemek mümkündür. Akıllı telefonlar üzerindeki küresel konum belirleme servisleriyle(GPS) çalışan konuma duyarlı uygulamalar mekanla sanal dünyayı birbirine bağlıyor. Bulunulan mekana özel veriler akıllı telefonların uyarılarıyla, mekan ve kullanıcıyı farklı bir boyutta iletişime sokuyor. Fiziksel mekan, sanal verilerle donatılıyor. “Google Now” (The Google App, 2016) uygulaması bu konuda bir örnek olabilir. Uygulama ile kişinin sıklıkla kullandığı güzergâhlardaki trafik durumu, aracını en son park ettiği yer, bulunulan yer etrafındaki ilgi çekici mekanlar anlık olarak akıllı telefon uygulaması tarafından internette çekilerek kullanıcıya sunulmaktadır. Kullanıcılar içinde ya da çevresinde buldukları mekanlarla ilgili çok daha farkında olmaktadır. Bu farkındalık mekanların bilgiye dayalı olmayan diğer özelliklerinin algısal açıdan ön plana çıkmasına katkıda bulunur.

c. Artırılmış gerçeklik

Sanal gerçekliğin gelişimine bakılarak, insanın sanal uzayla bağlantıyı kurabileceği yer olan eve kapanacağı düşünülürken, hücresele ağ sistemleriyle bilgi, hareket halindeyken de ulaşılabilir duruma gelmiştir. Bilgi, 1990'ların sonundan itibaren evcilleşmeye başlayan sanal evrenden çıkarak, insanın bulunduğu her mekana akabilir, hatta o mekânı değiştirebilir veya onun parçası olabilir durumdadır. Artık, internetteki bilginin akışındaki ve ulaşılabilirliğindeki hızla kitaptaki bilginin elde edilmesindeki insancılık birleşmektedir. Bilginin, ulaşılabilir olduğu mekânın sanaldan, fiziksele doğru akışı, pek çok kavramı ve teknoloji ihtiyacını beraberinde getirmektedir. Bu değişimi yaratabilecek en önemli kavram augmented reality, bir başka deyişle artırılmış gerçekliktir (Altın M. , 2005).

Sayısal ortamda gerçeklik kavramı üzerine ilk çalışmaları ortaya koyan Milgram (Milgram ve Kishino, 1994), sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, fiziksel gerçeklik kavramlarının ayrımı üzerine literatürde pek çok defa referans verilmiş bir diyagram geliştirmiştir.(Görsel 1). Bu diyagrama göre, artırılmış gerçeklik, tüm gerçeklikleri içeren karma gerçekliğin (mixed reality) bir parçasıdır. Artırılmış gerçeklik bu diyagramın, fiziksel tarafına aittir. Fiziksel nesnelerin, sanal ortama eklendiği augmented virtuality (artırılmış sanallık) ve sanal gerçeklik ise sanal tarafı içindedir.



Görsel 1. Milgram'in Karıştırılmış Gerçeklik Diyagramı

1990'larda bilgisayar teknolojilerindeki gelişmelerin yönü ve hızı, gelecekteki insan-bilgisayar etkileşimlerinin, bilgisayarın sanal dünyası içinde gerçekleşeceği öngörülerini ortaya koymaktaydı. Herhangi bir bilgiye ulaşmak için ya da farklı bir gerçekliğe dalmak için bilgisayarla kurulan ilişki insandan bilgisayara doğru bir yönelimden çok, bilgisayardan insana doğru bir yönelimle elde edilmeye başlamıştır. Sanal olan fiziksel olana doğru akmaktadır. Bu durum, sanal gerçekliğin sınırlarını genişletmiş onu her an ulaşılabilir bir hale getirmiştir. Fiziksel gerçeklik, sanal gerçeklikle artırılmıştır.

Sanal eklentilerle, fiziksel çevre içinde etkileşime geçilmesi sanal dünyanın yapaylığını ortadan kaldırmakta ve alışılması kolay yeni bir gerçeklik ortaya koymaktadır. Dikkatin merkezi, sanal ve fiziksel arasında dolaşarak gerçekliği algılamaktadır. Bu gerçekliğin bir parçası fiziksel, bir parçası sanal ortamdadır ancak birbiri içine geçmiş bu ortamlar yeni bir gerçeklik sunan tek bir mekan yaratmaktadırlar (Altın M. , 2005).

3. Olanak Sağlayan Teknolojiler

İnsan bilgisayar etkileşimi özünde üç temelde birleşmektedir: insan, bilgisayar ve etkileşim. Bu üç temel birbirlerinin değişimine göre farklılaşmaktadır. Bu farklılaşmanın en yavaş yaşandığı temel insanın kendisidir. Teknolojinin hızlı gelişimi ile aynı ölçekte hızlanamayan insan kapasitesi, bilgisayarların ve onlarla kurulan etkileşimin insana göre şekillendiği bir yöne doğru değişmektedir. Bu alandaki pek çok teknolojik değişim yeni etkileşim kavramları ortaya çıkarmıştır. Bunlar, bilgisayarların ve onlarla kurulan etkileşimin insan düzeyine göre evcilleştiği teknolojileri işaret etmektedir:

a. Yaygın bilgisayarlar (Ubiquitous computing)

Yaygın bilgisayarlar(UbiComp), HCI üzerine, günümüzde popüler olarak kullanılan grafik kullanıcı ara yüzlerinden(GUI) farklı bir yaklaşımı ortaya koyar. UbiComp, bir bilgisayar terminali karşısında oturularak kurulan, bilgisayar etkileşiminden farklı olarak, “her yerde” olan bilgisayarın kullanımını önerir. Böylece bilgisayar ve sunduğu yetenekleri monitör, klavye ve fare üçgeninin dışına çıkarılarak, yaratılmış olan simülasyon dünyadan, daha gerçek olan insan bedeni ve ihtiyaçlarını, sosyal ilişkilerini içeren mimariye yayılmaktadır. Bu yayılma, bilgisayarın ve teknolojinin şeffaflaşarak mekan içinde görünmez olduğu bir sistemi hedeflemektedir. Sistemde, tüm bilgisayar işlemlerinin aynı bilgisayar üzerinden yapılması eleştirilmiş ve bilgisayar, birbirine görünmez ağlarla bağlı, kendi işlevinin şeklini yansıtan, bulunduğu mekana uyumlu farklı aletler olarak ele alınmıştır. Bu farklı aletler, insan doğasından kaynaklanan verileri ara yüz olarak kullanmaktadır, böylece bilgisayarın anlaşılmasız sanal dünyası, insanın doğal hareketlerini kavrayacak ve benzer tepkiler verecek şekilde evcilleştirilmektedir. Tüm mekan, bilgisayar monitörünün, klavye ve farenin yerine geçmektedir (Altın M. , 2005).

İlk olarak 1991 yılında bilgisayar araştırma merkezi, Xerox PARC'ta, Mark Weiser tarafından dile getirilen bu sistem, değişik alanlarda gelişerek günümüze kadar gelmiştir. Weiser (1997) geleceğin evinde UbiComp'un nasıl yer alacağını şöyle açıklamaktadır:

“... ”

Yaklaşan UbiComp çağının iki habercisi her şeye gömülmüş olan mikro işlemciler ve internettir. Orta sınıf bir Amerikan evinde 40 adet mikro işlemci bulmak kolaydır. Bunlar, alarmlı saatlerde, mikrodalga fırınlarda, televizyon kumandalarında, ses ve TV sistemlerinde, çocukların oyuncaklarında bulunabilir. Bunlar halen iki sebepten dolayı UbiComp olarak değerlendirilememektedir: çoğunlukla her biri farklı zamanlarda kullanılmaktadır ve hala eski tarz aletler, tost makineleri ve saatlerin şekindedirler. Onları birbirine bağlayın, artık UbiComp' u başlatabileceğiniz bir teknolojidirler. Onları bir de internete bağlayın, artık milyonlarca bilgi kaynağını evinizdeki yüzlerce bilgi alıcı sisteme bağlamış oldunuz. Elektrik kesintisinden sonra zamanını kendisi ayarlayan saatler, yemek tarifleri yükleyen mikro dalga fırınlar, yeni sözcüklerle ve yazılımlarla kendini sürekli yenileyen çocuk oyuncakları, kirlendiği zaman kendini temizleyen ve yabancıları bildiren boyalar, seçici şekilde sesi kesen duvarlar, sadece birkaç örnek.

“... ”

Weiser'a göre bilgisayarlar ortaya çıktığı ilk günlerden bu yana HCI iki aşama geçirmiştir: Bir ana bilgisayarın pek çok kullanıcı tarafından paylaşıldığı ilk dönem ve kişisel bilgisayar dönemi. İçinde bulunduğumuz internet ve dağıtılmış bilgisayar kullanımı dönemi bir geçiş dönemidir. Weiser, üçüncü dönemin her yerde olan bilgisayar (Ubiquitous Computing) dönemi olacağını ve 2005 ile 2020 yılları arasında gelişimini sürdüreceğini belirtmektedir. Her yerde olacak olan bilgisayarlar sayıca insanlardan fazla olacaklar ve ilk dönemin aksine insanları paylaşacaklardır. Bilgisayarlar çevremizde bulunan ve mekanları dolduran her objenin içinde birbiriyle haberleşerek var olacaklardır (Weiser ve Seely, 1997).

Weiser'ın bu açıklaması mekan bağlamında değerlendirildiğinde, bu üç ayrı dönemin görünüşü şu şekilde olacaktır: Ana bilgisayar döneminde mekan ve bilgisayarın ilişkisi mekanın bilgisayarlara uyduğu bir görünümüdür. Bilgisayarlar, karmaşık hantal görünümüleriyle ancak uzmanlar tarafından kullanılabilen havalandırma, yalıtım ve tesisat gereksinimleri bilgisayara göre özel olarak karşılanan mekanlar içinde birer küçük fabrika görünümündedirler. Kişisel bilgisayar döneminde ise bilgisayar mekanın bir parçası haline gelmiştir. Televizyon, radyo ya da bir aydınlatma elemanı gibi prize takılarak çalıştırılabilen bir elektronik alet durumundadır. Bu durumda bilgisayarlar elektrik enerjisinin karşılandığı her mekanda varlık gösterebilirler. Kişisel bilgisayar döneminde insan, mekan ve bilgisayar ilişkisi farklı şekilde ortaya çıkmaktadır. Bilgisayar kullanımı özel bir çaba ve istek gerektirmekte ve dikkatin en merkezinde takip edilmektedir. Böylece daha önce sözü edilen, sanal gerçeklik durumu ortaya çıkmakta ve bilgisayar ile etkileşimdeki kişi var olduğu mekandan yalıtılmaktadır. Bilgisayar bu durumda mekanın parçası değil insan algısında ayrı bir mekan yaratan araçtır. Weiser'ın yaygın bilgisayarlar olarak vurguladığı bilgisayar dönemi ise, bilgisayarların insanların farkında olmadan haberleşerek mekan içindeki sıradan donatılar içinde varlık gösterecektir. İnsanlar bu bilgisayarlarla kurdukları ilişkide mekanın var olan fiziksel gerçekliğini yitirmeden sıradan nesnelere kurdukları etkileşimi kuracaklardır. Böylece teknolojik cihazların insan hayatına dolayısıyla mekanla olan ilişkilerine her yeni girişlerinde yaşanan soyutlanmanın önüne geçilecektir. Bu durum mekan içindeki nesnelere içinde yer alacağı için mekanın tasarımını da doğrudan etkileyecektir.

Sakin Teknoloji

Marc Weiser, yaygın bilgisayarlar kavramını takip ederek, "Sakin Teknoloji" kavramını ortaya koymuştur. Aslında, içinde bir çift rahat ayakkabıdan, iyi bir kalemde ya da bir gazetenin kapağına getirilmesinden daha çok teknoloji barındırmayan bilgisayarların diğerlerine göre neden daha vahşi olduğu sorusunu, insan dikkatinin iki olgu arasındaki farklılaşması olarak açıklamaktadır. Sakin Teknolojiler, dikkatin hem merkezini hem de daha az yoğunluktaki dışını etkilemektedir ve ikisi arasında gidip gelmektedir. Bilgisayar teknolojisi ise sürekli merkezde takip edilmektedir (Weiser ve Seely, 1997).

Bilgisayarın ve bilgisayar kullanımının evcilleşmesini hedefleyen sakın teknolojiler ve Ubi-Comp kavramları, gelecekte mekanı ve içinde bulunanları doğrudan ve dolaylı etkileyecektir. İnsan ve bilgisayar ilişkisini, insan ve çevresi arasındaki ilişkiye benzetmeye çalışan bu kavramlar, çizdikleri resimle insan ve çevresi arasındaki ilişkinin en belirgin şekilde ortaya konulduğu mimari ve iç mekanı işaret etmektedir (Altın M. , 2005).

b. Artırılmış gerçeklik

Artırılmış gerçeklik bir gerçeklik türü olarak anılmakla birlikte aynı zamanda bu durumu mümkün kılan teknolojinin de adıdır. Bilgisayarın sanal ortamında kurulan etkileşimin, insanların yaşadığı fiziksel ortama çıkarılması artırılmış gerçekliğin konusudur.

AR, sanal gerçeklikten farklı olarak mekansal açıdan fiziksel gerçekliği yani görünen dünyayı kullanır. Ortam, fiziksel gerçeklik üzerine bilgisayar ve görüntüleme teknolojileriyle sanal eklentiler bindirilerek algılanır.

Bir AR sisteminin aşağıdaki özelliklere sahip olması gereklidir:

- Fiziksel ve sanal nesnelere fiziksel çevrede birleştirir;
- Etkileşimli ve gerçek zamanlı olarak çalışır;
- Sanal ve fiziksel nesnelere birbirlerine göre uygun konumlandırır (Azuma vb., 2001:34).

AR, algı kanallarının içinde ya da ötesinde, insanın yeteneklerini artırmayı sağlamaktadır. AR'nın ortaya çıkışı 1960'lara uzansa da araştırma laboratuvarlarının dışında uygulamalar bulması 30 yıla yakın zaman almıştır (Henderson, 2011).

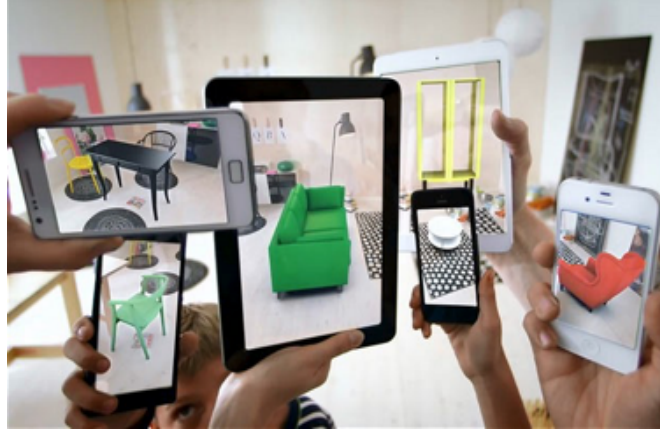
AR'ı mümkün kılan teknolojiler, en birincil duyu olan görme üzerine yoğunlaşmıştır. Gerçekliğin algılanmasında en önemli girdileri sağlayan, görme duyusu üzerine yapılan AR çalışmaları, insan görme duyusunun gerçek dünyayı algılamadaki aşırı hassasiyeti nedeniyle çözülmesi zorluklar içeren pek çok problemle karşı karşıyadır. Bu durum, insanın görme yoluyla algısının oluşumunu da kapsayan pek çok veriyi gerektirmektedir.

Pek çok uygulamada, kafaya takılan gözlük şeklinde bir görüntüleme aracı yardımıyla bir bilgisayar tarafından kaydedilen fiziksel çevrenin görüntüsü üzerine, bilgi içeren yazılar, hareketli-hareketsiz görüntüler, 3 boyutlu nesnelere eklenerek, kullanıcının gördüğü fiziksel çevrenin kullanım performansını arttırmak hedeflenmektedir (Krevelen & Poelman, 2010).

Ekranının arkasında kameralar ile donanmış akıllı telefonlar ve tabletler artık bu türden cihazlar için standart haline gelmiştir. Bu standart AR uygulamalarının kullanımını kolaylaştırmaktadır. Akıllı cihazlardaki AR uygulamaları ile var olan mekanlar, akıllı cihazların kameraları yardımıyla ekranlara aktarılmakta ve akıllı cihazlar bu görüntüler üzerine sentetik görüntüleri 3 boyutlu olarak bindirmektedir. Augment (Augment, 2016) firmasının, IKEA firmasıyla yaptığı akıllı cihaz uygulamasıyla basılı IKEA kataloğundaki istenilen ürünü, kameranın baktığı yönde mekan içinde konumlandırılmaktadır (Görsel 2). Etkileşimli olarak çalışan uygulama, 3 boyutlu modeli gözlemcinin hareketlerine uyumlu biçimde hareket ettirerek gerçeklik algısını pekiştirmektedir. Böylece kişiler bu uygulama yardımıyla seçtikleri ürünün mekanlarında nasıl gözükeceğini görebilmektedirler.

c. Giyilebilir bilgisayarlar

İnsan-bilgisayar etkileşiminde, en önemli çalışmalardan birisi, anlaşılmaz, karmaşık teknolojilere sahip olan ancak kalem ve kağıt kadar kolay kullanılması gereken bilgisayarın evcil-



Görsel 2. IKEA artırılmış gerçeklik uygulaması

leştirilerek, yaygınlaştırılmasıdır. Bu çabanın ortaya çıkardığı bir başka teknoloji ise giyilebilir bilgisayarlardır. Bu kavram içinde, bilgisayarlar, bir giysi ya da aksesuar şeklinde özelleşerek beden üzerinde taşınmaktadır.

Giyilebilir bilgisayarlar, gözlükler ya da giysiler içinde vücut üzerinde taşınarak, içinde bulunulan duruma uygun bilgisayar ihtiyaçlarını karşılayacaktır (MIT, 2016). Bilim-kurgu olarak görülen örnekler günümüzde farklı şekillerde gerçekleşmiş durumdadır. Video kameralar, kablolu ağ bağlantıları, renkli ekranlar ve hızlı işlemci güçleriyle donanmış cep telefonları, gitgide yaygınlaşmaktadır. Pek çok ofis uygulamasının yerine getirildiği bilgisayarlaşmış akıllı telefonlar giyilebilir bilgisayarların yakın bir gelecekte alacağı roller hakkında ipuçları vermektedir. Ancak bu akıllı telefonların giyilebilir bilgisayarlar olduğu anlamına gelmemektedir. Giyilebilir bilgisayarlar insanların zorlanmadan giyebildikleri, sürekli çalışabilen ve eller serbest kullanılabilen bilgisayarları ifade etmektedir (Huang, 2002).

Giyilebilir bilgisayarlar, AR ve UbiComp'un da aralarında bulunduğu pek çok kavramı içerebilmektedir (Huang, 2002). Giyilebilir bilgisayarlar, iş uygulamalarını iş alanlarına yaymanın yanı sıra iletişime ve etkileşime getirdikleri farklı boyutlarla, bilgisayarın ihtiyaç olarak görülmediği pek çok aktivitenin bilgisayarlarla yapılmasına olanak sağlayacaktır.

Giyilebilir teknolojilerin geleceği, iş ve eğlencenin yürümesi için mekâna bağlı olma zorunluluğunu ortadan kaldırmaktadır. Giyilebilir bilgisayar kullanıcıları, mekâna bağımlı pek çok işlevi hareket halinde yerine getirebilen bir tür yeni göçebe haline gelmektedir (Makimoto, 2013). Gelecekte, mekân üzerine yüklenmiş olan pek çok işlevin soyularak beden üzerine alınması, mekânın insanoğlunun geçmişindeki uyuma, yemek yeme, korunma gibi en basit ihtiyaçlarına cevap veren bir kapalı şekil haline gelmesi olası gözükmemektedir. Giyilebilir bilgisayarların üstlendiği ve üstlenebileceği, hareketli haldeyken de erişilebilir, kapalı, statik mekânlara ihtiyaç duymayan sonsuz işlevin de eğlence mekânı, iş mekânı, sosyal mekânlar, özel mekânlar gibi ayrı kavramları bir arada toplayacağı söylenebilir. Böylece her mekân her işlevi barındırabilecektir (Altın M. , 2005).

Giyilebilir bilgisayarların mekanla ilgisi üzerine spor merkezlerindeki bilgisayarlı kondisyon takip uygulamaları örnek verilebilir. Kişiler bu uygulama ile bir antrenöre ve kendilerine ait bir dosyaya gerek kalmadan elektronik bir anahtar yardımıyla farklı cihazlar üzerindeki çalışmalarını kontrol altında tutabilir ve kendileri için çıkarılan programı takip edebilirler. Bu, mekana bağımlı spor aktivitesini hedef alan bir yaklaşımdır. Giyilebilir bir bilgisayar olan akıllı saatlerin kullanımıyla bireysel spor aktiviteleri için mekana bağımlılık giderek azalmaktadır. Akıllı saatlerin adım sayma, nabız ve kan oksijenini ölçme özellikleri ile kişiler mekandan bağımsız olarak spor aktivitelerini açık havada yerine getirebilmekte ve bunları kayıt altına alarak, kendileri için oluşturulan programı takip edebilmektedir. Giyilebilir bilgisayarların pek çok uygulamasında mekana bağlı işlevlerin kişi üzerine aktarılması ve kişinin mekanını yanında taşıması mümkün hale gelmektedir.

d. Dokunulabilir ara yüzler

Sanal dünyanın görme ve işitme üzerine sınırlanmış kanalları içinde işlenebilen tüm yapay gerçeklikler, inandırıcılık sağlamak üzere dokunmaya ihtiyaç duyar hale gelmiştir. Dokunulabilir ara yüzler, monitör, fare ve klavyeyle ekran üzerindeki imgelerin kontrolü yoluyla kurulan insan-bilgisayar etkileşimini, dokunulabilen nesnelere kontrolü haline dönüştüren bir teknolojidir.

İnsan-bilgisayar etkileşimine günümüzdeki görünümünü kazandıran, Xerox Star iş istasyonunun 1981'deki çıkışı, Apple Macintosh ve son olarak da Windows işletim sistemleriyle yaygınlaşan grafik ara yüzler, masaüstü benzetmesini, insan-bilgisayar etkileşimi için standart haline getirmiştir (Ishii vb., 1997a:2). Bilgisayarların ilk ortaya çıkış amacı olan iş mekânındaki organizasyonların bir benzetmesi "masaüstü", zaman içinde bilgisayarların üstlendiği iletişim ve eğlence gibi pek çok mekansal faaliyeti de içerecek şekilde değişmiştir.

Dokunulabilir ara yüzlerle bilgisayar aktiviteleri bir takım fiziksel nesnelere yardımıyla kontrol edilebilmektedir. Fiziksel nesnelere, duvarlar, masa yüzeyleri, tavan ve pencereler gibi mekansal taşınmaz öğeler olabildiği gibi, kitap, defter, şişe bardak gibi taşınabilir, elle tutulur eşyalar da olabilmektedir. Fiziksel nesnelere, bilgisayar tarafından kontrol edilebilir ya da bilgisayarı kontrol edebilir olması, artırılmış gerçeklik kavramını da dokunulabilir ara yüzler kavramıyla ilişkiye sokmaktadır (Ishii vb., 1997a:2).

Dokunulabilir ara yüzler üzerine MIT Tangible Bits laboratuvarlarında, Hiroshi Ishii ve ekibi (2008) tarafından yapılmış olan çalışmalar ilgi çekicidir. Çalışmalar birbirini takip eden birçok araştırma ve prototip içermektedir.

Hiroshi Ishii ve ekibi tarafından 1998'de ortaya konulan AmbientROOM isimli araştırmada mekân farklı eklentilerle bilgisayarla ilgili işleri, diğer işleri etkilemeden yürütülebilmesine olanak tanıyacak bir arayüz haline getirilmektedir (Craig vb., 2009:4). AmbientROOM, UbiComp ve AR kavramlarını beraber içermektedir.

Bilgisayarla çalışılırken siber uzayın içinde yalıtılan insan, fiziksel mekanda olan faaliyetlerden habersizleşmektedir. Bilgisayar mekana yayılabilirse, bu bilgiler de kullanıcılar tarafından işlenebilecektir. Gelişmiş bilgi ağlarıyla insanlar daha çok ve daha hızlı bir şekilde birbirine bağlanabilmektedir. AmbientROOM, bu bağlantının daha fiziksel bir ortamda elde edilmesine olanak sağlamayı amaçlamaktadır.

Araştırmacılar, bilgisayarı mekana yaymak üzere, grafik kullanıcı ara yüzlerinde masaüstünde serili duran ikonları, Phicon adı altında fiziksel hale getirerek kullanmışlardır. Herhangi bir bilgiye ulaşmak üzere bir ikona tıklamak yerine, Phicon ile basit jestlerden yola çıkılarak uyarlanan bir etkileşime girilmektedir. Bir şişenin kapağının açılarak veya kapatılarak bir bilgiye ulaşılması, duvarda asılı saatin akrep ve yelkovanı çevrilerek günün belli saatlerindeki ışık durumuna ve o sürede kayıtlı seslere ulaşılması örnek verilebilir.

Dokunulabilir ara yüzler, bilgisayarların mekanlara dağıldığı bir gelecekte, bilgisayarla doaylı olarak da mekanla kurulan etkileşimlerde daha insani davranışların sergilenmesine olanak sağlayacaktır. Karmaşık sistemlerin, öğrenilmesi kolay insani jestlerle kontrolü, dokunulabilir ara yüzlerin gelecekteki kullanım potansiyelleri hakkında ipuçları sunmaktadır (Altın M. , 2005).

4. Bir ara yüz olarak mekan

Grafik görüntüler, klavye, fare, ekran ve yeni teknolojilerle hayata katılmakta olan tüm cihazların bilgisayar ve insan etkileşimi için kolaylaştırıcı ara yüzler olarak görev üstlendikleri daha önce vurgulanmıştı. Yapılı çevrenin, insan ile ilişkisi ise mekanın bir ara yüz olarak değerlendirilmesiyle benzer bir etkileşime olanak tanır. Bu bağlamda bir ara yüz olarak mekan ve artırılmış mekan kavramları bu alanda vurgulanan başlıklardır.

Ara yüz olarak mekan ve artırılmış mekan konusunda önemli makalelerden birisi olan “Artırılmış Mekanın Şiirselliği”nde, Manovich(2006), Robert Venturi’nin teorileri ve projelerini artırılmış mekanla yakından ilgili bulur. Robert Venturi için elektronik bir ekran, tercihli bir ekleme değil, bilgi çağındaki mimarının merkezindedir. 1960’lardan beri Venturi, mimarının argodan ve kamu kültüründen (reklam panoları, Las Vegas, ...) öğrenmesi gerektiğini söylemektedir. Venturi’nin (1977) “Mimarlıkta Karmaşa ve Çelişki” ve “Las Vegas’tan Öğrenmek” kitapları postmodern estetiğin kurucu belgeleri arasında gösterilmektedir. 1990’larda yeni görüşünü, “Endüstri çağının mekanı olmak yerine, bilgi çağı için iletişim aracı olarak mimarlık” şeklinde belirtmiştir. Geleneksel mimarının iletlediği mesajlar durağandı ve baskın ideolojiyi yansıtıyordu, bugün, elektronik, hareketli ve etkileşimli ekranlar bu mesajların sürekli olarak değişmesine, diyalog ve mücadele mekanları olmasına olanak tanımaktadır. Venturi ekranlarla kaplı bu yüzeylerin tıpkı geçmişte olduğu gibi bilgi aktaran yüzeyler olmasını savunmuştur (Manovich, 2006).

Günümüzün önemli tasarım problemlerinden birisi, günümüz özelliklerini yansıtmak üzere, yeni mekanlarla elektronik ekranlar şeklinde çalışan yüzeylerin nasıl birleştirileceğidir. Venturi, ekranları binalarının yüzeyine eklemektedir ancak bu olası tek çözüm değildir. Çok bilinen bir örnek olan, NOX/Lars Spuybroek’ in Freshwater Pavyonu(1996) daha radikal bir yaklaşım

izlemektedir. Spuybroek, iç mekanın sürekli mutasyonunu vurgulamak üzere, düzgün açıları ve düzgün yüzeyleri yok etmiştir; mekanı hareket eder gibi gösteren formlar ve mekan aydınlığını değiştiren bilgisayar kontrollü aydınlatmalar kullanmıştır (Manovich, 2006). Işığa, harekete ve dokunmaya duyarlı almaçlar, kalabalıkların, grupların ya da bireylerin hareketlerini kontrol ederek ve onlarla etkileşime girerek, mekan içindeki mavi ışıkların yönü ve şiddetini, yansıtıcılardan mekana yansıtılan tel kafes görüntülerin şeklini, mekan içinde duyulan ses efektleri ve müziğin kesilmesini, uzaması kısılmasını, pes veya tiz olmasını, hızlanıp yavaşlamasını sağlamaktadır (Spuybroek, 2004:20) (Görsel 2).

Sürekli değişen yüzeyler, bilgisayar devriminin belirgin etkilerini göstermektedir: tüm sabitlerin değişkenlere çevrilmesi. Bir başka deyişle, bilgi çağını simgeleyen mekan, geleneksel mimarinin simetrik ve süslü hacimleri, modernizmin dikdörtgen hacimleri veya dekonstrüktivizmin patlamış ve kırılmış hacimleri değil, formları sürekli mutasyona uğrayan ve yumuşak kenarları bilgisayar kontrollü görüntü ve sistemlerin kalitesini gösteren bir mekandır. Bu mekanda en belirgin kavram değişkenliktir (Altın M. , 2005).



Görsel 3. Fresh Water Pavyonu'nda mekan içindeki etkileşimlerden ve mekan dışından fotoğraflar

Lars Spuybroek, Machinig Architecture (Londra: Thames and Hudson 2004)

Spuybroek, tasarladığı mekanda, su olgusunu çağrıştırmakla beraber, teorik olarak var olan sıvı mimarlığın, pratiğini ortaya koymaktadır. Marcos Novak (1991), sıvı mimarlığı, bükülen, dönen, içinde yaşayanlara göre dönüşen yapı olarak tanımlamıştır. Bu yapının, mimarlığın katı malzemeleriyle çelişmesinden dolayı, sanal ortamda varlık gösterebileceğini belirtmiştir. Spuybroek, akışkan bir görünümde ortaya koyduğu ancak bir sıvı gibi akamayan binasını, bilgisayar destekli algı yanılsamalarıyla içine dalınan, akan, tepki veren bir iç mekanla hareketli ve akışkan hale getirmiştir. Etkileşimli şekilde deneyimlenen iç mekan, mimarinin hareket ettiği algısını pekiştirmektedir. Spuybroek, yeni medyaları, geleceğin mekanı için malzemeler olarak kullanmıştır.

Spuybroek'in "Su Pavyonu"nda oluşturduğu mekan artırılmış gerçekliğe iyi bir örnektir. Mekan, etkileşim araçları için, etkileşim araçları da mekan için tasarlanmıştır.

5. Bilgisayar Teknolojilerinin Mekan Algısına Etkisi

İnternetin, giderek yaygınlaşması ve gündelik hayatın bir parçası olmasıyla birlikte fonksiyonel internet kullanımı, mekana dair işlevlerin, siber uzaya geçmesine neden olmuştur. Bankacılık, kütüphanecilik, alışveriş, iş ve eğlence dünyasının fiziksel mekana bağımlı işlevleri, dijitalleşerek siber uzayda ve sanal mekanlarda var olmaya başlamıştır. İnternet ortamındaki siber uzay etkileşimlerinde, ortamlar mekansal olarak algılanmaktadır. Bu durumun sebebi, mekanın temel zihinsel kategorilerden birisi olmasıdır (Baykan, 2002).

İnternet, bilgiyi araç olarak kullanarak, her nesneyi hafıza birimleri halinde sunuşuyla nesnelerin mekansal ve zamansal kabullerini değişikliklere uğratmaktadır. Bu durum, mekanın kategorizasyonunu ve fiziksel mekan kabullerini de etkilemektedir. Kamusal mekanlarda yapılan işler, internetle özel mekanların içine girmektedir. Bu durum, özel mekanın kamusallaşmasına neden olmaktadır. Özel mekan, kamusal mekanla doldurularak, sınırlı bir mekan parçası sınırsız bir hale dönüştürülmektedir (Kan, 1999:55). Özel mekanlar giderek kamusallaşığı için, özel mekanların işlevleri, bireyin bedeninde yer bulmaktadır. Giyilebilir bilgisayarlarla son özel mekan olan beden de kamusallaştırılmaktadır. Giyilebilir bilgisayarların ilk örnekleri olan cep telefonlarıyla her an her yerde ulaşılabilir olmak, özel mekanın kamusallaşmasını örnekler.

Giyilebilir bilgisayarların fonksiyonlarının ve kullanım alanlarının artmasıyla, mekana bağımlılık azalacaktır. İşlevleriyle var olan bazı mekanlar giyilebilir bilgisayarlarla taşınabilir hale geleceklerdir. Taşınabilir mekanlarla birlikte bu mekanların kullanıcıları da göçebe olacaktır (Makimoto, 2013). Giyilebilir bilgisayarların birbirinden bağımsız mekanların işlevlerini (örn: iş ve eğlence) aynı anda yerine getirebilme imkanı, giyilebilir bilgisayarla etkileşime girilen herhangi bir mekanın değişken bir işlev yapısına bürünmesine neden olacaktır. Mekanla işlev arasındaki ilişki zayıflayacaktır.

Artırılmış Mekan

Artırılmış gerçeklik, bilgisayarlarla ve yarı saydam özel gözlüklerle kullanıcının görüş alanına, kullanıcının hareketlerini izleyerek, fiziksel gerçeklikle uyumlu fazladan bilgiler eklemektedir. Bunun benzeri bir durum, bilgisayar laboratuvarlarından uzakta, yaşanan, fiziksel mekan için de söz konusudur. Artık, çok küçülmüş ve ucuzlamış video kameralar her yerde görülmektedir. Bu kameralar, mağazalardan, bankalara, gözlenmesi gereken ya da kişisel bilgisayara bağlı bir web kamerası gibi çok da gerekli olmayan her yerde ortaya çıkmaktadır. Manovich'e (2006) göre, Amerika'da 2002 yılından beri, pek çok taksit bu tür kameralarla donatılmıştır ve sürekli olarak kayıt halindedirler. Fiziksel mekan sürekli olarak, veri haline dönüştürülmektedir ve veri mekanı haline gelmektedir. Cep telefonu şebekeleri gibi, hareketli araçlara bilgi akışını sağlayan hücreli sistemler ise tersi yönde, var olan veri mekanı hareketli mekanlara, yani cep telefonu vb. ulaştırarak, veri mekanı, hücreli mekan haline getirmektedirler. Mekan, gözle görülür sınırları olan, hacmi belirgin ve bir şekilde sahip olmaktan çıkarak kapsama alanı bulunan, hareketli ve görünmez bir bulut haline getirilmiştir. Görüntüleme teknolojilerinin gelişmesiyle, görüntüleme cihazları, izleme cihazlarının aksine daha büyük, daha parlak, daha ince ve daha

düzgün olmaya başladılar. Artık, her yerde reklamları, haberleri aktaran bilgi veren ekranlar görülmekte. Böylece, fiziksel mekan üzerine bir bilgi mekanı oturtulmaktadır. Artırılmış gerçekliğin oluşması için gerekli olan tüm özellikler mekan için zaten sağlanmıştır. Mekan ve kullanıcı izlenmekte, izlenen veriler işlenerek fiziksel mekan üzerine oturtulmaktadır. Lev Manovich (2006) bu mekana, Augmented Space bir başka deyişle artırılmış mekan adını vermiştir.

6. İnsan Bilgisayar Etkileşiminde Güncel Değişimler ve Mekana Etkileri

80'lerden 2005 yılına kadar HCI ve bağlı teknolojilerdeki yeni kavramlar ve teknolojiler çoğunlukla araştırma laboratuvarlarında ve öncül bazı projelerde hayata katılmıştır. UbiComp için Mark Weiser'in (1997) da belirttiği gibi 2005 ile 2020 arasında büyük değişimlerin ortaya çıkacağı beklentisi gerçekleşmeye başlamıştır. Yeni bir HCI yaklaşımı için gereken teknolojik olgunluğa erişilmesi bu teknolojilerin hayata sıradan insanların kullanabileceği nesnelere olarak giriş yapmasına olanak tanımıştır.

Dokunulabilir ara yüzler ve akıllı telefonlar

HCI bağlamında günümüzde en belirgin değişikliği sağlayan nesne akıllı telefonlardır. Basitçe cep telefonu ve bilgisayarın birleştiği araçlar, 90'lı yıllarda patentlenmiş olsa da en yaygın kullanımı 2007 yılında Apple'ın iPhone'u piyasaya sürmesiyle birlikte başlamıştır (Soukup, 2015:3). Dokunulabilir ekranlarıyla daha önceki nesil teknolojik cihazların etkileşimlerinden çok daha farklı, evcil bir kullanım sunarak kısa sürede popüler hale gelişlerdir. Akıllı telefonlar internete erişim için bir yere bağlı kalma zorunluluğunu ortadan kaldırmış, hızlı ağ bağlantısıyla yanında taşıyan için sürekli olarak bağlı kalınan bir durum ortaya koymuştur. Kamera, sıcaklık, konum, yön, basınç, ışık şiddetini ölçen sensörlerle donanmış akıllı telefonlar aynı zamanda kullanıcısının kurduğu uygulamalarla kişisel kullanımı için özelleştirdiği bir cihaz olarak, yapabildikleriyle mekana bağımlı pek çok işlevi hareketli hale getirmiştir. Sahip olduğu şeyleri yanında taşıyarak seyahat ederek yaşayan göçebeler gibi akıllı telefonlar da onu kullananları dijital göçebeler haline getirmektedir (Makimoto, 2013).

İnsan bilgisayar etkileşimi ile kaybolan mekanlar

Teknolojinin değişimi ile birlikte pek çok mekânsal faaliyet ve bu faaliyetlere bağlı mekanlar ya şekil değiştirmekte ya da yok olmaktadır. Bunlara en bilinen örneklerden birisi telefon kulübeleridir bir diğeri ise akıllı bilet uygulamaları ile ortadan kalkan bilet gişeleridir. 2015 yılı rakamları ile dünya üzerinde 4,43 Milyar cep telefonu kullanıcısı bulunmaktadır (Statista, 2016a). Bunlardan 1,85 Milyar kullanıcı akıllı telefonları kullanmaktadır. 2019 yılında bu sayının 2,60 Milyar olması beklenilmektedir (Statista, 2016b). Cep telefonlarının mekanda yarattığı değişimler çok daha büyük potansiyel sunan akıllı telefonlarla daha da büyüyecektir.

Sanal ortamda dalma ve sakin teknolojiler

Akıllı telefonlar sundukları potansiyelle onlarla yapılan iletişim, çalışma ve eğlence imkanlarına ulaşma konusunda bağımlılık yaratmaktadır (Emanuel vb., 2015:296). Pek çok ortamda akıllı telefonlarına dalmış olarak çevrede olup bitenden habersiz şekilde vakit geçiren insanları görmek mümkündür. Akıllı telefonlar kısa bir zamanda insan bilgisayar etkileşimi açısından çok büyük bir değişikliği meydana getirmişolmasına rağmen var olan durumlarıyla, Weiser'in (1997) "sakin teknoloji" kavramından uzaktır. Teknoloji akıllı telefonlarda halen dikkatin merkezini işgal etmektedir.

Giyilebilir bilgisayarlar, AR ve Google Glass

AR ve giyilebilir bilgisayarların birlikte değerlendirildiği bir uygulama olarak Google Glass™ bir dönem adından çok bahsettirmiştir. Google Glass, üzerinde kamera bulunan, gözlük şeklinde gerçek görüntülerle sentetik görüntülerin birleştirilerek sunulduğu, akıllı telefonların sahip olduğu pek çok özelliğe sahip bir giyilebilir bilgisayardır. Kullanıcılarıyla etkileşimi daha pasif şekilde gerçekleştiren Google Glass ile el hareketleri ya da sözlü olarak etkileşim sağlanmakta sınırlı olarak dokunma kanalı kullanılmaktadır. Google Glass 2014 yılında satışa başlamış ve üreticisi Google tarafından 2015 yılında üretimden kaldırılmıştır. Üretimden kalkmasındaki en temel sorun özel hayatın gizliliği konusundaki endişelerdir. Sakin teknolojinin ve UbiComp'un hayata geçirildiği bir örnek olan Google Glass için araştırma geliştirmeye çalışmaları devam etmektedir (Bilton, 2015).

Sakin teknolojiler çoğunlukla giyilebilir bilgisayarlar alanında ortaya çıkmaktadır. Giyilebilir bilgisayarlar akıllı saatler de farklı bir örnektir. Saati göstermenin dışında, kalp atışı, adım sayar, vücut sıcaklığı verilerini ölçme hareketli ve hareketsiz kalınan süreleri hesaplayarak uyku zamanını hesaplama gibi sağlık verilerini de kontrol eden sensörlerle donatılmış bu cihazları verileri yine bağlı buldukları bir akıllı telefonla paylaşmaktadırlar (Luxton, 2016).

Nesnelerin interneti

Sakin teknoloji ve UbiComp'la bağlantı kurulabilecek bir başka HCI kavramı da nesnelerin internetidir (Internet of Things-IoT). Terim, 1999 yılında ilk olarak Kevin Ashton tarafından dile getirilmiştir. (Minoli, 2013, s. 2). IoT genel bir protokole tabi olmayan ve bağımsız uygulamalarla ortaya çıkan bir sistemdir (Madakam, 2015:167). IoT için en uygun tanım " Kendi kendine organize olma, bilgi, veri ve kaynak paylaşma, değişen durumlara ve çevrelere eylemde bulunma ve karşılık verme yetisine sahip akıllı nesnelerin açık ve kapsamlı ağı"dır (Madakam, 2015:165). IoT her nesnenin birbirine bağlanabildiği bir yeni ağ yapısıdır. Nesnelere arka planda birbirleri ile haberleşirler, gereken işleri yaparlar ve gereken bilgiyi kullanıcılarla paylaşırlar. IoT'un etkin olabilmesi için işlemlerin arka planda gerçekleşmesi gereklidir. Otoban gişelerinde araba geçişlerinde, sürücünün özel bir çabaya girişmeden sadece gişeden geçmesiyle, banka hesabından para çekilmesi, yanlış geçişlerde fotoğrafıyla birlikte cezanın sürücünün adresine gönderilmesi ve bu işlemlerin tamamen otomatik olarak gerçekleşmesi IoT için iyi bir örnek-

tir (Altın., 2016: 314). IoT'un gelecekte HCI bağlamında en belirgin kavram olacağı ön görülmektedir Gartner (2016). verilerine göre, 2015 yılında dünyada 3 milyar cihaz birbiri ile bağlı durumdadır. Bu sayının 2020 yılında 20.7 milyara çıkacağı ön görülmektedir. Bu ifade cep telefonları ve kol saatlerinin de ötesinde bir çok farklı cihazın da bağlantılı hale geçeceği anlamına gelmektedir. Bu cihazların büyük bir bölümünün de mekanla bağlantılı cihazlar olması muhtemeldir. Bu sebeple, gelecekte IoT 'un var olacağı alanlardan en önemlisinin Akıllı Evler olacağı ön görülmektedir (Atzori, 2010).

Akıllı evler

Akıllı evler IoT ile evde yapılan pek çok faaliyetin değişeceği ön görülerini de beraberinde getirmektedir. Senaryolar, akıllı buzdolapları, akıllı aynalar, akıllı televizyonlar, akıllı perdeler, aydınlatma sistemleri gibi bilindik cihazlar ve donatılar üzerinde zaten kurgulanmış durumdadır (Balta-Ozkan, 2013:362). Senaryoların pek çoğunda ev aletlerinin internete bağlanarak gerekli verileri aldığı, üzerlerinde var olan farklı sensörlerle bu verileri kıyasladığı ve otomatik tepkiler oluşturduğu görülmektedir. Pek çok senaryoda akıllı telefonlar kimi zaman diğer akıllı cihazların internete açılması için kapı işlevi görmektedir, kimi cihazlar içinse uzaktan kumanda olarak kullanılmaktadır. Bu uygulamaların çoğu henüz tam olarak otonom bir çalışma sergileyememektedirler. IoT'un mekana bağlı olarak yaratacağı değişimlerin görülebilmesi için olgunlaşmanın henüz tamamlanmadığı söylenebilir.

Pratik sanal gerçeklik uygulamaları

Akıllı telefonlar mekana dair yepyeni potansiyel uygulamaları mümkün kılmaya devam etmektedir. Akıllı telefonların yaygınlaşması, teknolojinin de sağladığı olanaklarla giderek genişleyen ekran boyutları VR uygulamalarının uygun maliyetle elde edilmesini sağlamaktadır. VR uygulamaları var olan diğer internet servisleriyle birleşerek başka bir mekanda var olma adına yepyeni deneyimleri herkese sunmaktadır. Google'ın ekranda deneyimlenen Streetview uygulaması, binlerce kilometre ötedeki şehirleri sokak sokak gezme olanağı sağlamaktaydı artık bu durum akıllı telefonların ekranları, yön ve konum algılayan sensörleriyle ve artık çok ucuza elde edilebilen VR adaptörleriyle orada olma hissi vermektedir (Broida, 2015).

AR ile giydirilen binalar

AR teknolojisi gündelik hayata geçişte pek çok teknolojik probleme takılarak, AR uygulamalarının akıllı telefonlardaki kısıtlı kullanımlarının dışına çıkamadı (Diaz, 2016). Ancak, AR için çok daha farklı bir uygulama projeksiyon cihazlarıyla mümkün hale geldi. Bu türden uygulamalar özellikle mimari üzerine yansıtılan mimari ile uyumlu hareketli görüntülerin, formları farklı algılatarak yansımalar oluşturulması üzerine pek çok sanatsal yerleştirmede kullanılmıştır (Bezci ve Dedeoğlu, 2016:307).

Kendi etkileşimini kendin kur

Tüm bu gelişmelerin ötesinde farklı bir HCI gelişmesi diğer başka kavramlardan etkilenecek, kullanıcıları ve başka alandan tasarımcıları da HCI tasarımları içine dahil etmektedir. Son 10 yıldır artarak devam eden kendin-yap hareketi, elektronik, kod yazma ve üretme eylemlerini uzmanlardan alarak hobi meraklılarının ellerine vermektedir (Spencer,2005:11). Bunların en belirgin örnekleri prototipleme için kolay araçlar haline gelen Arduino vb. elektronik ürünlerdir (Nussey, 2013:8). Bu ürünlerle kolaylıkla elde edilen fiziksel etkileşimler prototipleme elemanlarıyla sayısal etkileşimlere döndürülmektedir. Giderek daha ulaşılabilir hale gelen 3 boyutlu yazıcılar etkileşim arayüzlerinin oluşturulmasında kolaylıklar sunmaktadır. Böylece tasarımcılar kendilerine uzman tasarımcılar tarafından sunulanlarla sınırlı kalmadan kendi etkileşim ihtiyaçlarını istedikleri alanda gerçekleştirebilmektedir.

SONUÇ

90'lı yıllarda araştırma laboratuvarlarında başlayan yeni HCI kavramları üzerine çalışmalar ikinci binyılın ilk on yılında hayatın parçası olmak yönünde büyük gelişmeler göstermiştir. 90'lı yıllarda prototipler olarak ortaya konulan uygulamaların bazıları güncel hayatta kabul görmüş bazıları ise teknolojik gelişmelerin henüz olgunlaşmaması ya da insani değerlerin teknolojik gelişmelerle örtüşmemesi sebebiyle uygulamaya geçememiştir. Özellikle, Weiser'in UbiComp ile önerdiği "Sakin Teknoloji" kavramı günümüzdeki uygulamalara bakıldığında halen yeterince gerçekleşmiş değildir. IoT ile nesnelerin bağlantılı hale gelmesi ve otonom sistemlerin insanları ve davranışlarını izleyerek onlara göre çevreyi ve kendisini adapte etmesi, akıllı ev uygulamalarıyla kontrol altında tutulan mekan için eylemler geleceğe dair ipuçları vermekle birlikte özel hayatın gizliliği ve güvenlik bağlamında soru işaretleri oluşturmaktadır. IoT uygulamalarının hali hazırda tüketici ürünleri üzerine sergilediği gelişmeler, bu sistemin tasarımcılar için bir araç olabilmesi yönünde gelişmelere imkan tanıyıp tanımayacağını belirsiz hale getirmektedir. Geleceğin iç mekanlarında birbirine bağlı nesnelere tüketiciler tarafından satın alınarak, kullanılacak gibi gözükmektedir. Bu durumda tasarımcıların mekana girdi olarak koyabilecekleri özellikleri gizli kalmaktadır. AR uygulamalarındaki değişimler mekanın deneyimlenmesiyle ilgili farklı bir bakış açısı sunmaktadır. Zaman içinde bu alanda elde edilecek teknolojik gelişmelerle özellikle iç mekan tasarımında etkileşimli mekanların yaratılması konusunda gelişmelerin devam edeceği gözükmektedir. Tüm gelişmelerin ötesinde kendin-yap kültürü ve elektronik ve etkileşim tasarımını kolaylaştıran prototipleme araçları tasarımcıların kendi etkileşim tasarımlarını yapmalarında yardımcı olmaktadır. Tasarımcıların, gelişimi henüz başlamış ve tüm dünyayı saracağı düşünülen IoT ile nesnelerin bağlantılı dünyasında seyirci olmak yerine, kendin yap uygulamaları ile etkileşim tasarımının parçası olması geleceğin mekanlarında daha söz sahibi olmalarında etkili olacaktır. Büyük oranda mühendislik alanının bir parçası olan insan bilgisayar etkileşimi tasarımı, bilgisayarın artık bilinen görüntüsünden çok farklı hale bürünmesiyle pek çok alandan tasarımcının dahil olabileceği bir hal almıştır. Bu tasarımcılar arasında mekanı tasarlayan mimar ve iç mimarların da bulunacağı gözükmektedir.

KAYNAKÇA

- Altın, M. (2005). *İç Mekan Tasarımında Bilgisayar teknolojilerinin Araç ve Malzeme Olarak Kullanımı (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi)*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Altın, M. A. (2016). *Internet of Things: Thinking the Thing as Furniture*. *Book of proceedings 2nd ICNTAD Zagreb*: AIOC. Sayfa 313-318.
- Atzori, L., Iera, A., & Morabito, G. (2010). *The Internet of Thing: A Survey*. *Computer Networks*, Sayfa 2787-2805.
- Azuma, R., Bailot, Y., Behringer, R., Feiner, S., Julier, S., & Macintyre, B. (2001). *Recent Advances in Augmented Reality*. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 6(21), Sayfa. 34.
- Balta-Ozkan, N., Davidson, R., Bicket, M., & Whitmarsh, L. (2013). *The development of smart homes market in the UK*. *Energy*, Sayfa. 361-372.
- Bates-Brkljac, N. (2012). *Virtual Reality*. New York: Nova.
- Baykan, C. (2002). *Mimarlık sanallık ve sanall mekanların tasarımı*. *Mimarlık ve Sanallık*. İstanbul: 2002. Sayfa 58.
- Bezci, İ., & Dedeoğlu, E. (2016). *Projection (3D) Mapping: Assessment of Light and Virtuality Relationship in Context of Interior Design*. *Book of Proceedings 2nd ICNTAD'16*. Zagreb: AIOC. Sayfa 303-312.
- Bilton, N. (2015, Şubat 4). *Why Google Glass Broke*. *NY Times*: http://www.nytimes.com/2015/02/05/style/why-google-glass-broke.html?smid=nytcore-iphone-share&smprod=nytcore-iphone&_r=0 (erişim tarihi 1 Mayıs 2016)
- Broida, R. (2015, Ekim 15). *See the world in VR with Google Cardboard and Street View*. *Cnet*: <http://www.cnet.com/how-to/see-the-world-in-vr-with-google-cardboard-and-street-view/> (erişim tarihi 1 Mayıs 2016)
- Buxton, W. A. (1997). *Living in Augmented Reality: Ubiquitous Media and Reactive Environments*. K. Finn, A. Sellen, & S. Wilber içinde, *Video Mediated Communication*. Hillsdale, N.J.: Erlbaum.
- Craig, A., Sherman, W., & Will, J. (2009). *Introduction to Virtual Reality*. In *developing Virtual Reality Applications* içinde Boston: Morgan Kaufman. Sayfa 1-32.
- Daponte, P., De Vito, L., Picariello, F., & Riccio, M. (2014, Kasım). *State of the art and future developments of the Augmented Reality for measurement applications*. *Measurement*, 57, Sayfa 53-70.
- Diaz, R. (2016, Ocak 4). *Augmented Reality Versus Virtual Reality: The Battle Is Real*. *TechCrunch*: <http://techcrunch.com/2016/01/04/ar-vs-vr-the-battle-is-real/> (erişim tarihi 1 Mayıs 2016)
- Emanuel, R., Bell, R., Cotton, C., & Craig, J. (2015, Haziran 291-300). *The truth about smart phone addiction*. *College Student Journal*, 49(2), s. 13-19.
- Frank, O. (2002). *Düşünce için mimarlık: Sanallığın gerçekliği*. *Mimarlık ve Sanallık*. içinde İstanbul: Boyut.
- Gahoui, C. (2006). *Encyclopedia of Human Computer Interaction*. *Interaction Idea Group Reference*.
- Gartner. (2016, 3 4). <http://www.gartner.com/newsroom/id/3165317> (erişim tarihi 1 Mayıs 2016)
- Heim, M. (1993). *The Metaphysics of Virtual Reality*. Oxford University Press.
- Henderson, S., & Feiner, S. (2011, Ekim). *Exploring the Benefits of Augmented Reality Documentation for Maintenance and Repair*. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 10(10), Sayfa 1355-1368.
- Hewett, Baecker, Card, Carey, Gasen, Mantei, Verplank. (1996-1999). *ACM SIGCHI Curricula for Human-Computer Interaction* <http://sigchi.org/cdg/cdg2.html> (erişim tarihi 27 Nisan 2016)
- Huang, P. (2002). *Promoting Wearable Computing*. Q. Jin, J. Li, N. Zhang, J. Cheng, C. Yu, & S. Noguchi içinde, *Enabling Society with Information Technology*. Springer Japan. Sayfa 367-376
- Ishii, H. (2008). *Tangible Bits: Beyond Pixels*. TEI'08, (s. xv-xxiv). Bonn, Almanya.
- Ishii, H. v. (1997). *Tangible Bits: Towards Seamless Interfaces Between People, Bits and Atoms*. CHI '97. Atlanta.
- Ishii, H., & diğerleri, v. (1997). *The metaDESK: Models and Prototypes for Tangible User Interfaces*. UIST '97, (s. 2). Alberta.
- Kan, G. (1999). *Cyberspace as a generator concept for the architecture of future (yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi)*. İzmir: İzmir Teknoloji Enstitüsü.

- Krevelen, D., & Poelman, R. (2010). A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations. *The International Journal of Virtual Reality*, 9(2), Sayfa. 1-20.
- Kut, S., Aydınli, S., & Erdem, A. (2013). Sibertektonik Mekan. *Tasarım + Kuram*(15), Sayfa 21-34.
- Low, Kok-Lim, Lastra, A., & Fuchs, H. (2001). Life-Sized Projector-Based Diaromas. *Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality*. Bannf, Alberta, Kanada.
- Luxton, D. D., June, J. D., Sano, A., & Bickmore, T. (2016). *Intelligent Mobile, Wearable, and Ambient Technologies for Behavioral Health Care. Artificial Intelligence in Behavioral and Mental Health Care San Diego*: Academic Press. Sayfa. 137-162.
- Madakam, S., Ramaswamy, R., & Tripathi, S. (2015, May). Internet Of Things (IoT) : A literature Review. *Journal of Computer and Communications*, Sayfa 164-173.
- Makimoto, T. (2013). The Age of The Digital Nomad. *IEEE SOLID-STATE CIRCUITS MAGAZINE*, 5(1), Sayfa 40-47.
- Manovich, L. (2000, Ocak 1). Computer simulation and the history of illusion. Nisan 27, 2016 tarihinde Academia: https://www.academia.edu/542795/Computer_simulation_and_the_history_of_illusion (erişim tarihi 27 Nisan 2016)
- Manovich, L. (2006). The Poetics of Augmented Space. *Visual Communication*, 5(2), s. 219-240.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *IEICE TRANSACTIONS on Information and System*, E77-D(12), Sayfa. 1321-1329.
- Minoli, D. (2013). *Building the Internet of Things with IPv6 and MIPv6 : The Evolving World of M2M Communications*. Somerset: Wiley.
- MIT Wearable Computers. (2016, Nisan 28). MIT Media LAB: <http://www.media.mit.edu/wearables/> (erişim tarihi 28 Nisan 2016)
- Novak, M. (1991). *Liquid architectures in Cyberspace*. Cyberspace içinde Boston: MIT Press. Sayfa 225-254.
- Nussey, J. (2013). *Arduino For Dummies (1)*. Chichester, West Sussex, İngiltere: John Wiley & Son.
- Soukup, P. A., & J, S. (2015). Smart Phones. *Communication Research Trends*, 34(4), Sayfa 3-34.
- Spencer, A. (2005). *DIY, The Rise of Lo-Fi Culture*. Sparkford, İngiltere: Marion Boyars.
- Spuybroek, L. (2004). *machining architecture NOX*. Londra: Themes and Hudson.
- Statista. (2016, Mayıs 1). Mobile phone users world wide 2013-2019: <http://www.statista.com/statistics/274774/forecast-of-mobile-phone-users-worldwide/> (erişim tarihi 1 Mayıs 2016)
- Statista. (2016, Mayıs 1). Smartphone users worldwide from 2014 to 2019: <http://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/> (erişim tarihi 1 Mayıs 2016)
- Tampieri, L. (2012). *Second Life As Educational Space For The Simulation of Enterprises' Start Up And For Manaegerial CultureDevelopment*. N. Bates-Brklac içinde, *Virtual Reality*. New York: Nova.
- Venturi, R., Brown, D. S., & Izeneur, S. (1977). *Learning From Las Vegas*. MIT Press.
- Weiser, M., & Seely, J. (1997). The Coming Age of Calm Technology. P. J. Denning, R. M. Metcalfe, & J. Burke içinde, *Beyond Calculation* (s. 75-85). New York: Copernicus.
- Wisneski, C., & Ishii, H. (1998). Ambient Displays: Turning Architectural Space into an Interface Between People and Digital Information. *CoBuild '98*, (s. 4).

