



Dijital Teknolojilerin İşbirlikli Tasarıma Olan Etkisi

The Impact of Digital Technologies On Collaborative Design

Leman Figen GÜL

ÖZ

Son yıllarda meydana gelen teknolojik gelişmeler sayesinde artık mimarlar sanal ortamlarda tasarım yapabilmektedirler. Dijital teknolojiler sayesinde artık farklı coğrafyalardaki profesyoneller işbirliği imkânları bulabilmekte, zaman ve mekân sınırlamaları ortadan kalkmaktadır. Tasarım alanında dijital teknolojilerin kullanılmasının yaygınlaşmasıyla birlikte, tasarım betimlemelerinin niteliği de değişmiş, tasarımcının davranışını anlamaya yönelik araştırmalar yaygınlaşmaya başlamıştır. Bu makalede mimarların, iki ve üç boyutlu betimleme üretimleri ile yüz yüze ve uzaktan erişimli çalışma durumlarının kıyaslandığı ampirik bir çalışma sunulacaktır. Protokol analizi yönteminin uygulandığı bu çalışmada mimarların, dijital mecralarda verilen bir tasarım problemi üzerinde çalışırken ürettikleri betimlemeler, diyaloglar ve temsil sistemleriyle olan etkileşimleri incelenmiştir. Teknolojinin tasarım bilisi, iletişim ve etkileşim üzerindeki etkileri karşılaştırmalı olarak ele alınmıştır. Elde edilen bulgulara göre, eskiz ve 3B modelleme kullanılan teknolojiye bağımsız benzer bir tasarım sürecini desteklerken, aynı ve farklı yerde bulunarak paylaşılan bir tasarım ürünü üzerinde çalışma farklı iletişim ve etkileşim davranışlarını desteklemektedir.

Anahtar sözcükler: Arttırılmış gerçeklik; dijital eskiz; işbirlikli tasarım; sağlamlılık kuramı; sanal dünyalar.

ABSTRACT

Architects can design in virtual environments as a result of the technological developments that have taken place in recent years. The parties can work together in remote locations without the restrictions of being in the same place and time zones by using digital technologies. With the proliferation of employment of digital technologies in design field, design representations have also changed, and the research in this field has become pervaded. In this paper, we present an empirical study of comparison on designing with multi-dimensional external representations and working in face-to-face and remote locations. The protocol analysis is the method of the study, the design dialogues of participants and their interaction with the given interfaces are investigated. The impact of the technology on design cognition, communication and interaction is investigated. The results show that 1) sketching and 3D modelling environments support similar design process regardless of the used technology and 2) working on the shared design representation in the same and remote locations support different communication and interaction behavior.

Keywords: Augmented reality; digital sketching; collaborative design; affordances theory; virtual worlds.

İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, İstanbul

Başvuru tarihi: 31 Ağustos 2018 - Kabul tarihi: 26 Aralık 2019

İletişim: Leman Figen GÜL. **e-posta:** fgul@itu.edu.tr

© 2020 Yıldız Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi - © 2020 Yıldız Technical University, Faculty of Architecture

Giriş

Son yıllarda meydana gelen teknolojik gelişmeler sayesinde artık mimarlar sanal ortamlarda tasarım yapabilmektedirler: Örneğin, dijital eskiz (DE) sistemleri, üç-boyutlu (3B) modelleme uygulamaları, foto-gerçekçi sunum motorları, çoklu-kullanıcı 3B sanal dünyalar, sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik mecraları, tasarımcıların ve mimarların hizmetindedirler. Tasarım alanında bu teknolojilerin kullanılmasının yaygınlaşmasıyla birlikte, tasarım temsilinin niteliği de değişmiş, tasarımcıların davranışını anlamaya yönelik araştırmalar yaygınlaşmaya başlamıştır. Özellikle, tasarımda biliş alanında yapılan çalışmalar, temsil sistemlerinin geliştirilmesinde önemli bir bilgi birikimi sağlamıştır. Bu alanda yapılan çalışmalarda, tasarlama eylemi genellikle bireysel bir zihinsel süreç olarak ele alınmış ve tasarımcının temsille olan diyalogu odak noktasını oluşturmuştur. Ancak tasarım teknolojilerinde yaşanan bu hızlı değişim ve temsil teknolojilerinin tasarımda yoğun olarak kullanılmaya başlanmasıyla birlikte, işbirlikli tasarım süreçlerini, teknolojik arayüzlerle olan etkileşim ve iletişim dinamiklerini anlamak gerekli olmuştur. Geleneksel tasarım araçlarının ve işbirliği teknolojilerinin mimari ve tasarım eylemi sürecinde ne şekilde kullanıldığına dair bazı karşılaştırmalı araştırmalar yapılmıştır.¹ Yapılan araştırmalar, alanda pek çok soruyu aydınlatmış olsa da, teknolojinin büyük bir ivme ile sürekli değiştiği ve geliştiği düşünüldüğünde, dijital mecraları kullanan tasarımcının eylem, davranış ve bilişinde meydana gelen değişikliklere yönelik hala pek çok bilinmez mevcuttur.

Bu makalenin varsayımı: ‘tasarım eyleminde kullanılan her bir temsil sisteminin farklı sağlayıcılık özelliği olduğu, bir başka deyişle kullanılan temsil sistemlerinin farklı algılanabilir etkileşim potansiyelleri barındırabileceği ve bunların tasarımcıların davranışlarında belirleyici olacağı’ şeklindedir. Bu araştırmada teknolojiyle olan etkileşimi anlamaya yönelik ‘çevremizi algıladığımız ölçüde davranışlarımız şekillenir’² ifadesinde en basit haliyle tarif edilen ‘Sağlamacılık Kuramı’³ (Affordances Theory) bir çerçeve oluşturmuştur. Kuram endüstriyel ürün tasarımcısı bakış açısıyla⁴ ‘sağlamacılığı’; ‘bizimle ilgili, geçmiş bilgi ve deneyimlerimize bağlı olarak zihnimizde yorumlanan şeylerin algılanmasının sonucu olup, bir nesnenin olası kullanımını belirler’ diyerek tanımlamıştır. Kuram diğer araştırmacılar⁵ tarafından, insan-bilgisayar etkileşimi alanında da ele alınmıştır. Bu çalışmalarda, Gibson’nun ‘sağlamacılık’ kavramınının, görsel algıyla ilişkilendirilerek açıklandığını görmekteyiz.⁶ ‘Sağlamacılık’ kullanıcının ortamları olan etkileşiminde ortaya çıkmakta olup; kullanıcı ürünle/arayüzle aktif

olarak etkileşim halinde, durumu sürekli olarak yorumlar ve anlamını yapılandırır. Sadece görsel değil, tüm duyumlarımızla bir deneyim imkânı sunan sanal mecralar ve dijital araçlar, ‘sağlamacılık’ açısından daha geniş bir çerçevede ele alınabilir. Örneğin, duysal uyarıların, bedenen sanal ortamda var olma durumunun (presence), teknoloji ve tasarlanan nesneyle olan fiziki ve / veya sanal etkileşimin, tasarım davranışına olan etkisi, bu bağlamda ele alınabilir.

Bu makalede, işbirlikli tasarıma olanak veren temsil sistemlerinin, tasarım davranışına olan etkisi, ‘Sağlamacılık Kuramı’ temel alınarak incelenmiştir. Özellikle, geniş-bant ileri teknolojilerin, tasarım sürecinin erken evrelerinde kullanımının etkilerini karakterize edebilmek hedeflenmiş, bu sistemlerin (1) bilişsel tasarım ve (2) iletişimde sebep olduğu değişiklikler, nitel bir araştırma yöntemi olan protokol analizi yöntemi kullanılarak incelenmiştir. Bu çalışmada⁷ bir mobil artırılmış gerçeklik ortamı da geliştirilmiş olup elde edilen bulgular; sistem geliştiricileri için kullanıcı davranışlarının bir analizini sunar ve ayrıca, tasarımcılar için de teknoloji ve araç seçiminde rehber olma potansiyeline sahiptir.

Tasarım Betimlemeleri ve Sanal-Arttırılmış Gerçeklik

Dışsal tasarım temsilleri olan eskiz çalışmaları, ortografik çizimler, fiziki ve dijital maketler, diyagramlar, grafikler ve notlar çoğu kez eş zamanlı olarak üretilir ve tasarımcıların fikirlerini geliştirmede kullandıkları temsil biçimleridirler. Tasarımcıların dışsal temsillerle olan etkileşimi, özellikle eskiz yapma, zihinsel süreçlerin bir ifadesi olarak algılanmıştır. Sözel ve görsel temsillerin birbirlerini tamamlayıcı ilişkisi, tasarımın bilişsel süreçlerini anlamada önemli olgulardan birisi olarak kabul edilir: Akın’a göre “[...] tasarım, bireyin zihnindeki bir dizi betimlemeden oluşur; veya paydaşların, iş verenlerin veya kullanıcı grubunun zihninde. [...] zihnin dışsal temsiller yoluyla kendini ifade edebilmek için gelişen kendine özgü bir içsel betimlemesi vardır.”⁸ Tasarımcının zihnindeki imge ve düşünceleri henüz doğrudan iletişim kurmadığımız göz önüne alınırsa, bilişsel süreçleri anlamak için dışsal ifadelerine (eskiz, model vb) güvenmek zorunda olduğumuz söylenebilir.

Dışsal betimlemeler / ifadeler, tasarımcıyla tasarladığı arasında bir diyalog kurulmasını sağlarlar.⁹ Mimarlar ve tasarımcılar eskiz yapar; eskizlerinin sunduğu görsel ipuçlarını inceleyerek keşiflerde bulunur; görsel ipuçlarını tasarımı iyileştirmek ve düzeltmek için kullanırlar.¹⁰ Schön’e göre, tasarım eylemi ‘durumla dönüşümlü bir söyleşidir’; sorunlar mekânsal-eylem diliyle ‘hamle yapan’ tasarımcılar tarafından etkin olarak kurulur veya ‘çerçeveselir.’ Benzer

¹ Maher v.d., 2006; Gül, 2007.

⁴ Norman, 1998, s.219.

² Gibson, 1977.

⁵ Gaver, 1991; Bærentsen ve Trettvik, 2002.

³ Terimin Türkçe karşılığı karşılama, elverme, yerine getirme, imkan olarak da kullanılmıştır.

⁶ Vyas vd., 2006.

⁷ TÜBİTAK 1001 kapsamında desteklenmiş olup, Proje numarası 115K515.

⁸ Akın ve Lin, 1995.

⁹ Schön ve Wiggins, 1992.

¹⁰ Tversky, vd. 2003.

şekilde Lawson¹¹ da tasarımcının çizimleriyle bir iletişim halinde olduğunu altını çizmiştir. Sözü edilen 'iletişim', tasarımcının dönüşümlü değerlendirme, yeni fikirlerin keşfedilmesi ve değiştirilmesi gibi zihinsel düşünce süreçlerini ifade eder.¹²

İnsan-bilgisayar etkileşimi üzerine çalışan araştırmacılar, geleneksel ve analog eskiz yönteminden esinlenerek, dijital eskiz (DE) mecraları geliştirmişlerdir. Bu mecralar, analog eskizin sağladığı olanakları, dijital ortamda tasarımcıların kullanımına sunmayı hedeflemektedirler. Günümüzdeki DE ortamları diyagram ve çizim yaparken basit örüntüleri algılayıp çıkarım yapabilme kapasitesine sahip olabilmekte¹³ ve farklı platformlar üzerinden, uzaktan erişimle katılarak tasarım problemi üzerine çalışma imkânı sunmaktadır.¹⁴ İlk uygulamalar, bilgisayar desteği ve dijital kalem aracılığıyla oluşturulan platformlar iken, günümüzde tabletler, masaüstü sensörlü arayüzler ve hatta giyilebilir teknolojinin eklendiği eskiz mecraları da mevcuttur.

Bu makalede analog eskiz yapma süreci, farklı dijital temsil sistemlerini kullanan ve kolektif çalışan tasarımcının, bilişsel tasarım ve iletişim süreçlerindeki değişimleri karakterize edebilmek amacıyla, temel karşılaştırma mecrası olarak ele alınmıştır. Bireysel çalışan tasarımcının bilişsel sürecini inceleyen çalışmalar mevcut olmakla birlikte, işbirlikli çalışma ortamında, dijital teknolojilerin kullanımına yönelik, tasarımcının kullandığı teknolojiyle, takım arkadaşıyla ve çevresiyle olan etkileşimini inceleyen az sayıda araştırma bulunmaktadır. Bu makale tasarımcı davranışını, farklı temsillerle olan etkileşimini incelemesi bakımından bir boşluğu doldurma potansiyeline sahiptir.

İşbirlikli Tasarım Ortamı Olarak Sanal Mecralar

Son yirmi yılda, bilgisayar destekli takım çalışmasına yönelik bilgi teknolojilerinin geliştirilmesi, test edilmesi ve yaygınlaşması için çok disiplinli araştırmalar yapılmış ve pek çok sanal mecra geliştirilmiştir. Dijital kalemli dokunmatik ekranlar, tabletler, üç-boyutlu (3B) modelleme araçları ve uygulamaları, foto-gerçekçi sunum motorları gibi dijital temsil imkânlarının artmasıyla, tasarım düşüncesi ve betimlemelerinin niteliği de değişmekte ve bu teknolojiler, tablet ve telefon gibi günlük hayatta kullandığımız nesnelere uyum sağlayarak hızla yaygınlaşmaktadır. Bu bağlamda kullanılan tasarım teknolojileri ve sanal mecraların niteliği, iletişim ve etkileşim yönünden sundukları olanaklar önemlidir. Özellikle, Sanal Gerçeklik (SG) ve Artırılmış Gerçeklik (AG) mecralarının, mekân algısını destekledikleri için tasarım alanında kullanımları öne çıkmakta ve bu sistemlerin tasarım sürecinin erken evrelerinde olan etkisinin araştırıldığı çalışmalar yürütülmektedir.¹⁵

Fiziki çevrenin bazı özellikleri, özellikle de 'kavramsal mekân mecazı'¹⁶ kullanılarak oluşturulan Sanal Dünyalar (SD), 3B mekân ve yerleri barındırmalarıyla diğer mecralardan ayrılmaktadırlar. SD bu özellikleriyle, tasarım eylemini gerçekleştirmek için uygun ortamı sağlayabilmekte, herhangi bir fiziksel kısıt olmadan tasarım yapılabilen, yaratıcı düşünceyi destekleyebilecek çalışma ortamı sunmaktadır.¹⁷ Öte yandan, fiziki çevre verisinin kullanılacağı simülasyon ve değerlendirme ortamı sağladıkları örnekler de mevcuttur.¹⁸ SD'da kullanıcılar, 'avatar' olarak adlandırılan sentetik karakterlerle temsil edilirler. Avatarlar arayıcılığıyla kullanıcılar, birbirleriyle mesajlaşabilir, konuşabilir, mimik ve jestlerle iletişim kurabilir, yürüyebilir, dans edebilir veya uçabilir. Bu mecralarda kullanıcılar, alışveriş yapabilir, eğitim görebilir, araç kullanabilir, ticaret ve reklam yapabilir veya çeşitli başka etkinlikler düzenleyebilirler.¹⁹

Bu makalede kullanıcının tasarım yapabilmesine olanak sağlayan Second Life sanal dünyası kullanılmıştır. Diğer SD'nin aksine Second Life kullanım kolaylığı, oyun teması ve seviye atlama kaygısından bağımsız olması, modelleme yapılabilmesi ve nitelikli görsel yapısıyla geniş bir topluluğa hitap etmektedir. Sanal dünyaların işbirlikli tasarıma hangi koşullarda uygun bir ortam olabileceği araştırılmıştır;²⁰ sanal tasarım stüdyosu olarak değerlendirilen bu çalışmalarda sanal mecraların, etkileşimi ve yaratıcılığı destekleyen bir araç olarak kullanılacağı tespit edilmiştir.²¹ Yapılan çalışmalarda, sanal mecralar, işbirlikli tasarım stüdyosunda kullanılan, farklı ülkelerden katılan mimarlık öğrenci gruplarının birlikte tasarım eğitimi görebileceği mecralar olarak tespit edilmişlerdir.²²

AG ise fiziksel olarak var olmayan sanal nesnenin, gerçek ortama yerleştirilerek canlandırıldığı, insan duyarlarının algılayabileceği her türlü ses, görsel animasyon veya 3B sanal nesnelere oluşan 'çok katmanlı bir gerçeklik' durumudur. Azuma²³ AG'i gerçek ortam ile sanalın birleştiği veya üst üste çakıştığı, eş zamanlı etkileşimi destekleyen ve 3B sanal nesnelere fiziki ortama yerleştirilebildiği gerçeklik olarak tanımlamaktadır. AG 'karma gerçeklik uzamı'²⁴ nın en başında yer alır. Genel olarak, AG teknolojisinin yaygınlaşabilmesinde, yazılım ve donanım teknolojilerindeki gelişmelerin dışında, mobil teknolojilerin yaygınlaşmasının önemli bir faktör olduğu söylenebilir. AG teknolojisi, birden fazla kullanıcının paylaştığı alternatif bir dijital ortam olarak da düşünülebilir.²⁵

Bu çalışma kapsamında bir Mobil Artırılmış Gerçeklik (MAG) uygulaması geliştirilmiştir.²⁶ Bu uygulama, dokun-

¹¹ Lawson 1997.

¹² Goel, 1995; Schön, 1983.

¹³ Gross, 1996.

¹⁴ Gül ve Maher, 2009; Tang v.d, 2011.

¹⁵ Bergig vd., 2009; Yee vd., 2009;

Dorta, 2008.

¹⁶ Lau, K.H. ve Maher, M.L. 1999.

¹⁷ Gül, Williams ve Gu, 2010.

¹⁸ Gül, Williams ve Gu, 2010.

¹⁹ Aldrich, 2004; Percival, 2007.

²⁰ Maher ve Simoff, 1999.

²¹ Chase, 2008.

²² Gül, 2007; Angulo vd., 2009.

²³ Azuma, 1997.

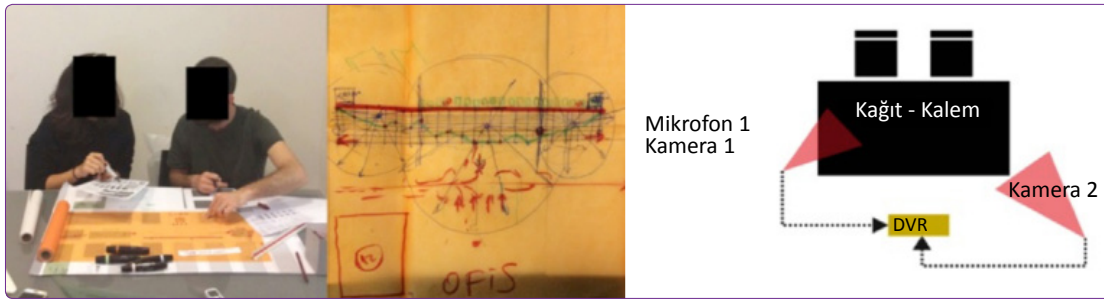
²⁴ Milgram ve Kishino, 1994.

²⁵ Henrysson, vd., 2005; Reitmayr ve Schmalstieg, 2001.

²⁶ MAG ortamı hakkında daha fazla bilgi için bkz. Gül, 2018.

Tablo 1. Araştırma matrisi

Araştırma matrisi		Konum
Temsil biçimi	Aynı yerde eşzamanlı	Farklı yerde eşzamanlı
Eskiz Yapma	E-Yüz Yüze Yüz yüze aynı masa etrafında birlikte çalışma (kağıt-kalem kullanarak işbirlikli tasarım)	UEE-Uzaktan Erişimli Farklı ortamlarda olup da işbirlikli eskiz yapma (dijital kalem esaslı sistemler olan Mimio teknoloji ve Groupboard Designer kullanarak)
3B ortamda tasarım	MAG-Yüz yüze 3B sanal ortamda yüz yüze çalışma (geliştirilen artırılmış gerçeklik masası kullanarak)	SD-Uzaktan Erişimli 3B sanal dünyada uzaktan çalışma (masa üstü bilgisayar kullanarak, Second Life dünyasında)



Şekil 1. Geleneksel (analog) eskiz deney süreci ve deney süreci kayıt ekipmanları.

matik mobil cihazlar kullanılarak modelleme yapılabilen, yapılan sanal modelin fiziki arazi maketine yansıtıldığı bir işbirlikli çalışma ortamı sunar. Farklı disiplinlerden gelen uzmanların bir arada çalışabildiği işbirlikli bir tasarım ortamında, iletişimin önemi yadsınamaz. Bu makalede, sözü edilen bu ileri teknolojileri kullanan mimarların, işbirlikli tasarım süreçleri incelenmiş, odaklandıkları konular, iletişim ve davranışlarında meydana gelen değişimler tartışılmıştır.

Dijital Mecralarda İşbirlikli Tasarımı Anlamak

İşbirlikli çalışmaya olanak sağlayan dijital tasarım teknolojilerinin erken tasarım sürecinde kullanılmasının tasarım davranışı üzerindeki etkileri, temsil sistemleri ve tasarımcıların buldukları konumlar esas alınarak karakterize edilmeye çalışılmıştır (Tablo 1). Araştırmanın matrisi; 1) analog eskiz yapımı (E), 2) uzaktan erişimli eskiz (Paylaşımli beyaztahta mecrasında dijital kalemle eskiz - UEE), 3) 3B modelleme yaparak tasarlama (mobil cihazlar için geliştirilmiş bir artırılmış gerçeklik ortamı- MAG) ve 4) Sanal dünyada 3B modelleme yaparak tasarlama (Second Life dünyasında -SD), olmak üzere dört farklı çalışma ortamını içerecek şekilde kurgulanmıştır.

41 kişinin katılımıyla toplam 83 deney gerçekleştirilmiştir. Deney öncesinde kullanıcılar için yeni olan dijital mecralara alışmalarını sağlamak amacıyla alıştırmalar yapılmış, basit tasarım sorunlarıyla ortamların işlevliğini deneyimlemeleri sağlanmıştır. Katılımcılar İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Bölümü son sınıf öğrencileri ve Mimari Tasarımda

Bilişim Yüksek Lisans programı öğrencilerinden oluşmaktadır. İki kişiden oluşan takımlar, her biri 30 dakika süren, dört deney ortamına alınmıştır. Süreç tüm ortamlarda video ve ses kayıt cihazlarıyla dijital kayıt sistemine (DKS) aktarılmıştır. Toplam 2490 dakikalık tasarım diyalogu kayıt edilmiştir. Bu makalede 17 takıma ait, 2040 dakikalık verinin analizlerine yer verilmiştir. Her deney öncesi kullanılacak dijital ortamla ilgili alıştırmalar yapılmış, denekler dijital sistemleri rahatlıkla kullanabildiğinde esas deneylere geçilmiştir. Her deney ortamında eş değer zorlukta, farklı bir bağlam ve tasarım sorunu verilmiştir. Verilen tasarım problemleri ve araziler benzer şartlar ve kısıtlar içermektedir, örneğin sanat galerisi, müze yapısı tasarımı gibi deney ortamlarının uygunluğunun test edilmesi ve deney koordinasyonunun doğru yapılabilmesi amacıyla üç adet pilot çalışma yapılmıştır.²⁷ Deney ortamları aşağıda açıklanmıştır:

Eskiz Ortamı (E)

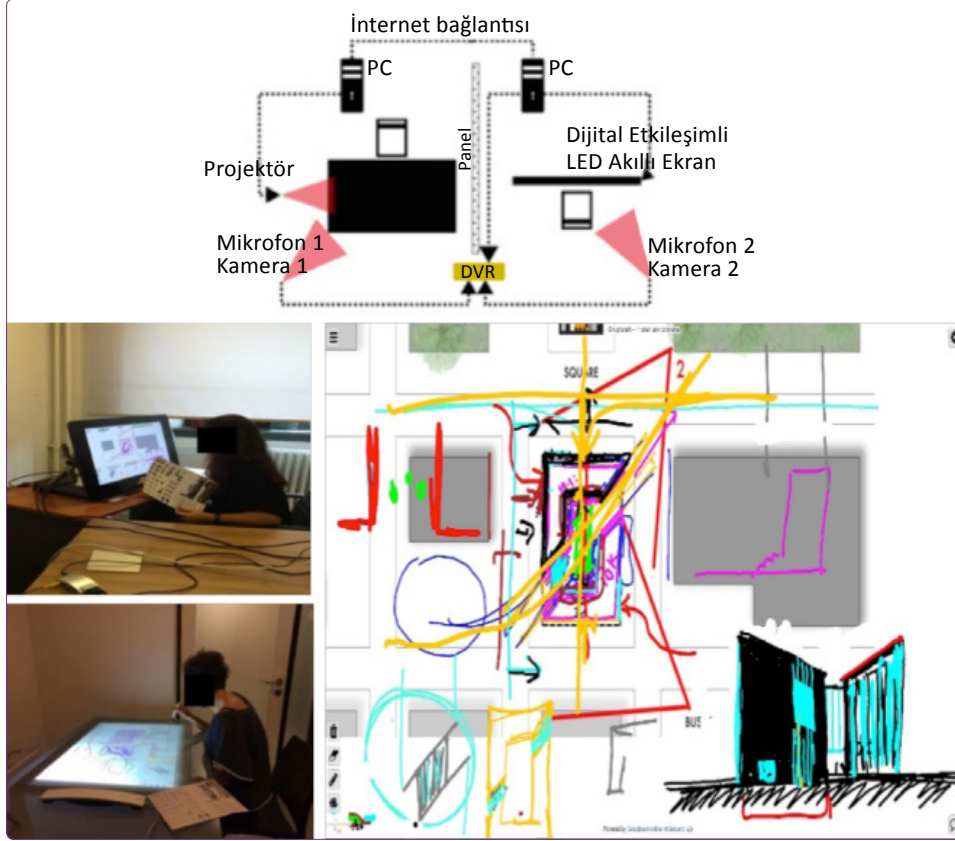
Bu analog eskiz ortamında tasarımcılar, aynı masa etrafında, kalem, kağıt ve analog çizim gereçleri kullanarak tasarım yapmışlardır (Şekil 1).

Uzaktan Erişimli Eskiz Ortamı (UEE)

Dijital eskiz (DE) mecrası olarak, tasarımcıların birbirlerinden uzakta, aynı arayüzde paylaşılan bir görsel üzerinde çalışabildikleri bir beyaz tahta sistemi olan, Groupboard²⁸

²⁷ Pilot çalışmalar ayrıca yayınlanmıştır, bkz. Gül, 2018.

²⁸ <http://www.groupboard.com>.



Şekil 2. Uzaktan erişimli dijital eskiz deney ekipmanları.

kullanılmıştır. Tasarımcılardan biri DE sürecini destekleyen dijital kalemlerle geniş ekranlı bir tableti (27'), diğeri ise paylaşılan ara-yüzün projeksiyon yardımıyla yansıtıldığı cam masada dijital kalemle çalışmıştır. Dokunmatik etkileşimli masa bu araştırma projesi için tasarlanmış olup; alttan ters projeksiyonla görüntü yansıtılan ve dijital kalemle etkileşim sağlayan MimioTeach²⁹ ile çalışmaktadır. Geniş bant internet bağlantısını canlandırmak için tasarımcılar aynı ortamda ancak birbirlerini göremeyecek şekilde oturtulmuşlardır (Şekil 2).

Mobil Artırılmış Gerçeklik Ortamında Tasarım (MAG)

AG ortamında tasarımcılar, aynı ortamda, fiziki maket ve ekran görüntüsü yansıtılan cam masa etrafında tasarım önerilerini geliştirmişlerdir. İki katılımcıda 9 tablet ve Mirror Opt³⁰ yazılımı kullanarak tablet ekranları paylaşılmış ve paylaşılan ekranın görüntüsü cam masaya yansıtılmıştır. Tasarımcılar fiziki çevre maketi (1/500) üzerinde karekod etiketleriyle, AG ortamında sanal tasarımlarını fiziki maket üzerinde görebilmişlerdir (Şekil 3).

MAG Uygulaması

Proje kapsamında, bir MAG uygulaması geliştirilmiştir. Unity3D uygulama geliştirme platformu ve Vuforia AG kü-

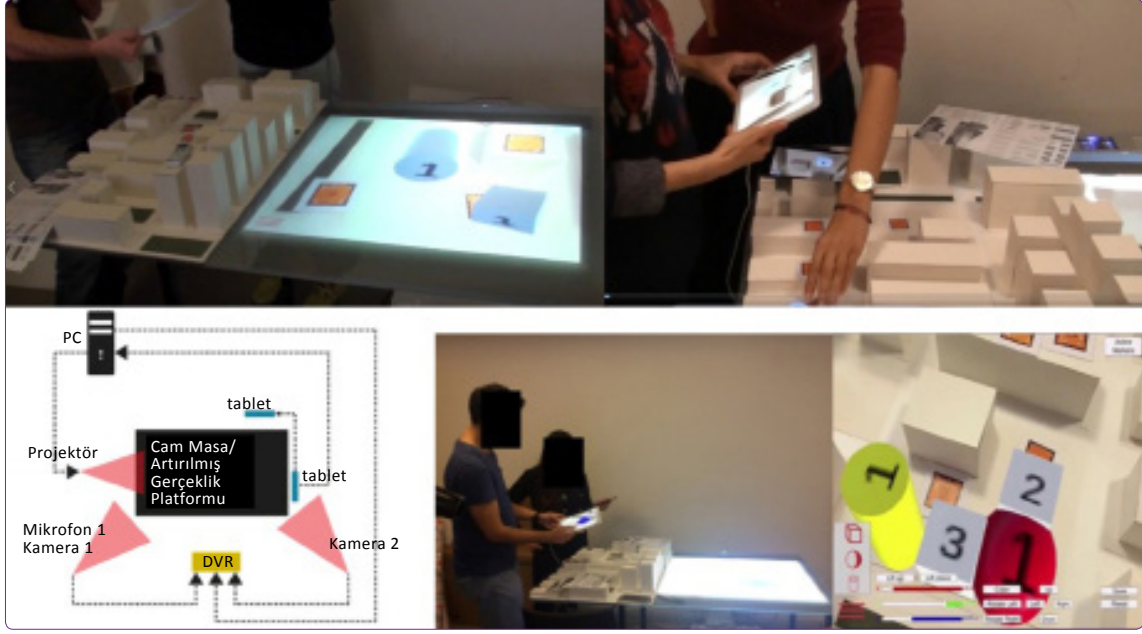
tüphanesi kullanılarak geliştirilen MAG ortamında çeşitli yapma ve düzenleme komutları yer almaktadır (Şekil 4). Vuforia kütüphanesiyle entegre edilmiş olan sistemde, tasarımcıya küp, silindir ve küreden oluşan üç farklı temel geometri sunulmuştur. Her bir 3B geometri için AG uygulamasının etkileşime geçeceği görsel etiketler (karekod hedefler) üretilmiştir. Uygulama Android cihaz için üretilmiş olup, iOS ortamlarıyla da uyumlu çalışabilmektedir. Tablet kamerasının etiketleri tanımasıyla birlikte ekran üzerinde görsel hedeflerin 3B temsilleri sanal olarak görünmektedir (Şekil 4). Tasarımcı daha sonra düzenleme komutlarını kullanarak temel geometrileri istediği başka formlara dönüştürür.

Sanal Dünyada Tasarım (SD)

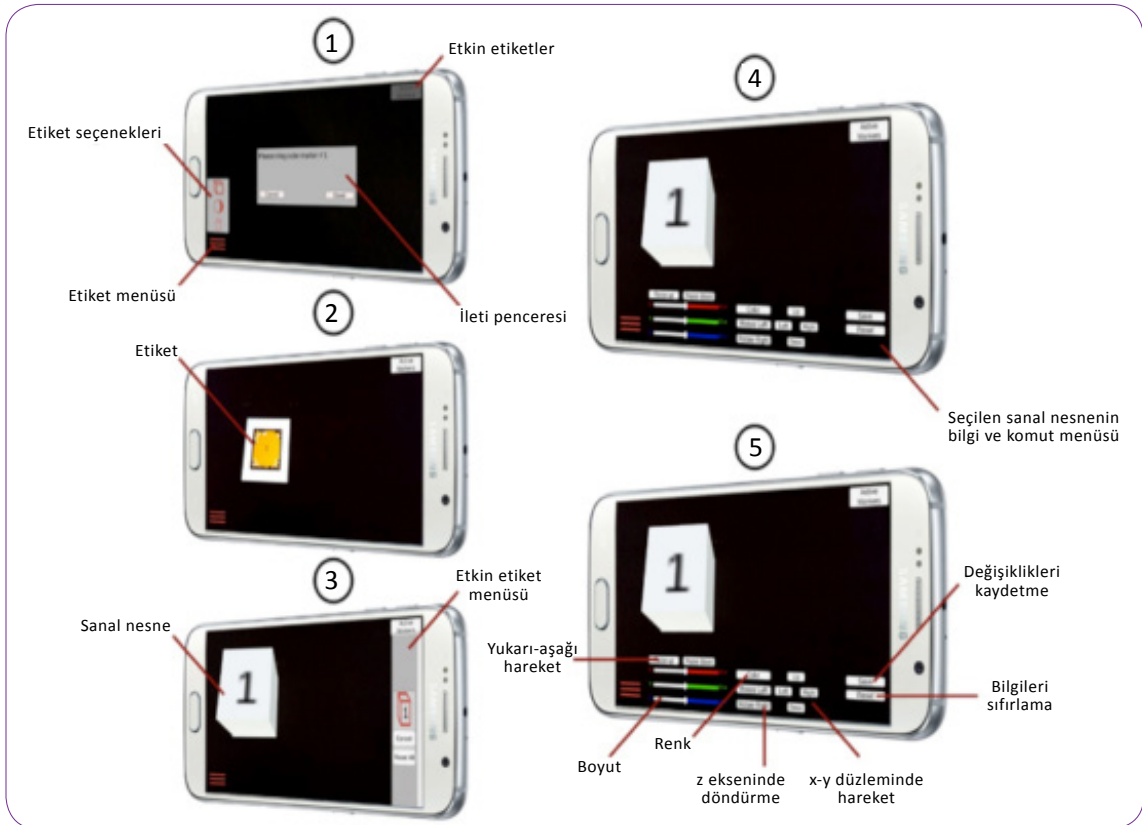
Çalışmanın bu son deney ortamında, tasarımcılar Second Life³¹ (SL) mecrasında tasarım yapmışlardır (Şekil 5). SL'da tasarımcılar, avatar ismi verilen sentetik karakterlerle menüdeki inşa komutlarını kullanarak tasarım yapabilirler. Deney öncesinde katılımcılara önce modelleme komutları öğretilmiştir. SL ortamında modelleme yaparken, 'inşa' menüsünden temel 3B nesnelere ortamı çekilir, daha sonra düzenleme komutları kullanılarak küp, prizma gibi 3B geometriler başka nesnelere dönüştürülebilirler. Her bir

²⁹ <http://www.mimio.com/en-EM/Whiteboard.aspx>
³⁰ <http://www.mirrorop.com>

³¹ www.secondlife.com



Şekil 3. Mobil artırılmış gerçeklik deney ekipmanları.



Şekil 4. Mobil artırılmış gerçeklik ortamının arayüzü sol tarafında nesne seçme menüsü, en altta ise çeşitli düzenleme komutlarından oluşmaktadır.

tasarımcı aynı ortama farklı bilgisayarlardan eş zamanlı olarak erişebilmektedir. UEE' de olduğu gibi, olası bağlantı sorunlarını yaşamamak için tasarımcılar aynı ortamda ancak birbirlerini görmeyecek şekilde oturtulmuşlardır.

Yöntem: Protokol Analizi

Nitel bir araştırma yöntemi olan protokol analizi, belirli bir kodlama sistemi kullanarak, davranışsal ve bilişsel değişiklikleri ölçmemizi sağlar. Tasarımda biliş alanındaki ilk



Şekil 5. Sanal dünyada tasarım deney ekipmanları.

çalışmalar, sözel ifadeler (sözel tasarım protokolleri) önem vermişlerdir.³² Sonraki çalışmalar, tasarım düşüncesiyle ilişkili tasarım betimlemelerinin (grafik ifadeler) yorumlanmasının, en az sözel anlatımlar kadar önemli olduğunu ortaya koymuş³³ ve takım çalışmalarına odaklanılmıştır. Cross vd.'lerine göre, aslında bir takımın tasarım protokolü, tek başına çalışan bireyin 'sesli düşünme'sine (think aloud) benzemektedir; müşterek amaç için çalışan takım üyelerinden elde edilecek olan veri, takımın bilişsel süreçlerini anlamamız için gerekli olan bilgiyi sağlama potansiyeline sahiptir.³⁴ Sonuç olarak, bir takımın 'tasarım protokolünü' incelemek bir bireyin 'tasarım eylemini' incelemekten esas olarak farklı değildir. 'Tasarım eylemi' olarak isimlendirdiğimiz davranışlar; temsilleri oluşturmak için yapılan ürün/nesne/grafik odaklı davranışları kapsar; örneğin zihinde canlanan tasarımı çizmek, yazı yazmak, karalama ve modelleme yapmak, farklı bakış açılarından görsel değerlendirme yapma vb.

Bu yöntemde öncelikle toplanan videoların analiz edilebilmesi için diyalogların metin haline getirilmesi gerekmektedir. Bu aşama (transkriptlerin oluşturulması) deney sürecindeki tüm sözel verinin gereksiz tasarım dışı konuşmalardan arındırılarak temizlenmesi ve metin haline getirilmesini kapsar. Transkriptlerden sonra, küçük parçalara ayırma işlemi (segmentasyon) gerçekleştirilir. Bu çalışmada, 'segmentasyon' melez bir model üzerinden yapılmış olup, bu model iki kaynağa bağlı kalarak oluşturulmuştur.

Segmentasyon kurallarından birincisi Gero ve McNeill'nin (1998) önerdiği eylem ve niyetteki değişimin olduğu anlarda, ikincisi ise Maher v.d.'nin (2006) önerdiği 'kim' 'ne' yapıyor durumlarının değişiklik gösterdiği anlarda, metinleri parçalara ayırmaktır. Tüm bu işlemler davranış analizi yazılımı olan INTERACT³⁵ arayüzü kullanılarak yapılmıştır. Aşağıda yazılımın arayüzü ve segmentler görülmektedir (Şekil 6): hem tasarım diyalogları, hem de kaydedilen video aynı ekranda zaman etiketli olarak incelenmiştir.

Kodlama Şeması ve Kodlama Süreci

Segmentasyon sürecinden sonra protokollerin kodlanması, Delphi yöntemi³⁶ kullanılarak yapılmıştır. Kodlama işlemi, her segment parçasının tanımlanan kodlarla eşlenmesi sürecidir. Kodlamaların güvenilirliği Cohen'nin³⁷ KAPPA oranı değerlendirilerek yapılmıştır (Tablo 2). KAPPA değerleri INTERACT ortamında elde edilmiş olup, %70 ve üzeri değerler, kodlamayı yapan her iki araştırmacının da parçaları benzer yargılarla değerlendirdiklerini ve sonuçların birbirleriyle uyumlu olduğunu göstermektedir. Kodlama işlemi, INTERACT yazılımıyla yapılmış, yazılımın desteklediği görsel zaman çizelgeleri, grafikler oluşturularak, istatistiksel bulgular tartışılmıştır.

Benzer protokol çalışmalarında da yapıldığı gibi,³⁸ kodlama şeması çalışmanın konusu olan, 'tasarım eylemi, bilişsel

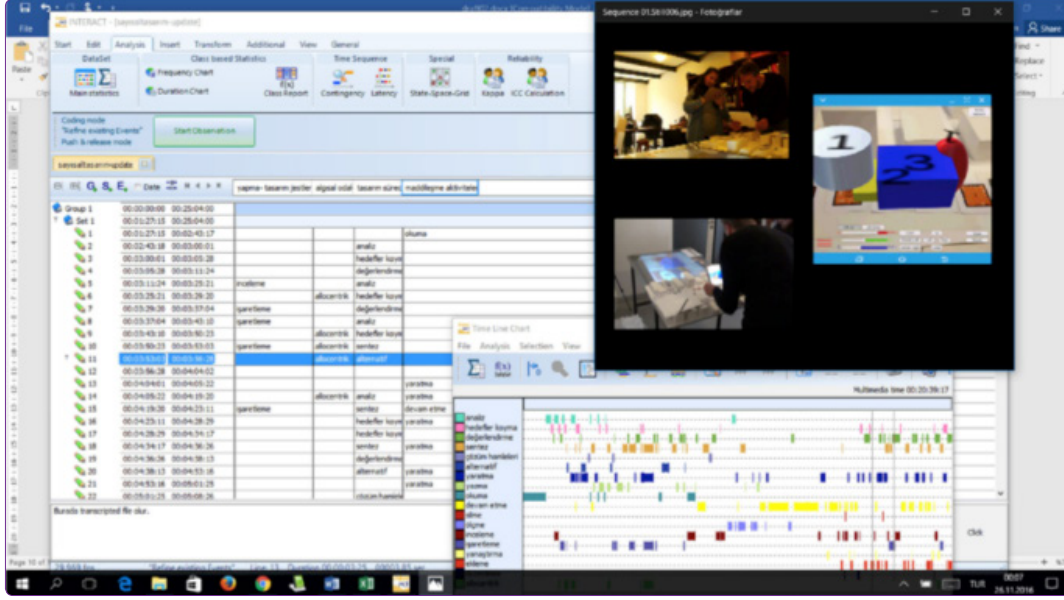
³² Ericsson ve Simon, 1984. ³³ Suwa v.d., 1998; Akın, 1982. ³⁴ Cross v.d.,1996.

³⁵ <https://www.mangold-international.com/en/products/software/>
behavior-research-with-mangold-interact

³⁶ bkz. Linstone ve Turoff, 1975.

³⁷ Cohen, 1960.

³⁸ bkz. Gero, ve Neill, 1998, Suwa v.d., 1998.



Şekil 6. Deneyin INTERACT yazılımında segmentlere - parçalara ayrılması.

Tablo 2. Kodlamanın güvenilirliği- KAPPA değerleri

%	İşbirliği modu	İşbirliği modeli	Tasarım takası	Tasarım süreci	Tasarım uzayı	Gerçekleştirme eylemi	Gerçekleştirme süreci	İçerik paylaşımı
E	72	72	74	71	72	91	84	89
UEE	89	72	71	70	71	80	76	77
MAG	99	72	74	71	73	78	86	87
SD	79	75	71	71	72	85	92	80

süreçler ve iletişimde meydana gelen değişimler nelerdir?’ sorusuna cevap verebilecek şekilde hazırlanmış olup, tasarım eylemi ve davranışlarda, işbirliği süreçlerinde gözlenen değişimleri, temsil sistemleriyle olan etkileşimi sayısal olarak tespit edilmesini sağlamaktadır (Tablo 3).

Analizler ve Bulgular

Kodlamalar³⁹ her bir birey için ayrı ayrı yapılmış olup, tespit edilen farklılıklar, verilen süre içerisinde kodların görülme sıklıklarının (frekansların) aritmetik ortalaması alınarak sütun diyagramlarında yüzdelik değer olarak ifade edilmiştir. Yüzdelik değerler tasarım sürecinde kodlanan davranışların süre içerisindeki dağılımını ifade eder. Tespit edilen davranış değişiklikleri ‘Sağlamacılık Kuramı’ çerçevesinde aşağıdaki başlıklar altında incelenmiştir.

Tasarım süreci

‘Tasarım süreci’ kategorisi ‘analiz’, ‘hedef belirleme’, ‘öneri’, ‘sentez’ ve ‘değerlendirme’ olarak kabul ettiğimiz döngüsel ve pek çok kez tekrarlanan bir süreci ifade eder. Tasarım süreci kategorisinin ortalama frekans yüzdeleri, gruplanmış sütun diyagramında gösterilmektedir (Şekil 7).

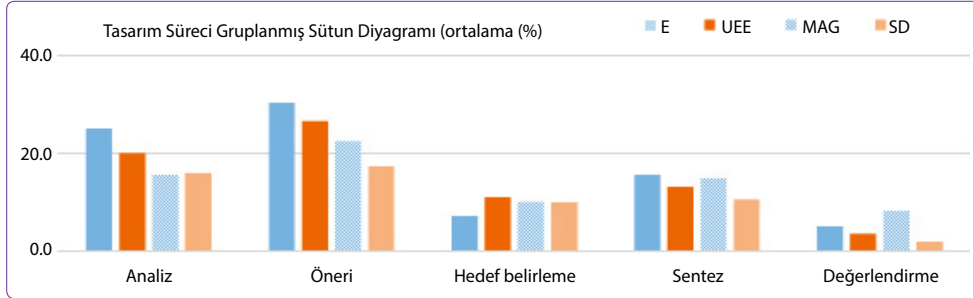
Tasarım sürecindeki ‘öneri geliştirme’ eylemi sıklık yüzdeleri, genel olarak her dört deney ortamında yüksek oranda tespit edilmiştir; ancak eskiz ortamından dijital ortamlara geçildiğinde, ‘öneri geliştirme’ sürecinin sıklık yüzdelerinde düşüş gözlemlenmiştir (%30,5 E, %26,7 UEE, %22,5 MAG ve %17,5 SD). Tasarım sürecinde, özellikle her iki eskiz ortamında, verilen problemi anlama, bağlamı inceleme gibi eylemlerin, deneyin ilk dakikalarında yoğunluk kazandığı, daha sonra öneri geliştirme, sentez ve değerlendirme aşamalarının döngüsel olarak gerçekleştiği görülmüştür. Eskiz ortamında öneri geliştirme kodunun yüksek oranda görülmesi daha önceki araştırmalarda⁴⁰ da gözlenen bir durum olmakla beraber, bu eylemin diğer ortamlarda da fazlaca gözlemlenmesi ilginç bir bulgudur. Katılımcıların dijital tasarım araçlarına aşinalıklarıyla açıklanabileceği gibi, bu ortamların eskiz ortamı kadar tasarım sürecini destekleyen imkanlar sunabildikleri de iddia edilebilir; bu durum daha derin araştırmalarla desteklenmelidir. Dijital ortamlarda genel olarak kodların frekans yüzdelerinde düşüş meydana gelmiştir. Bunun başlıca sebebi sözel artikülasyonda genel olarak görülen bir azalmadır. Bu bulgunun sebebinin, biliş-

³⁹ Bu makalede bazı seçili kategorilerin sonuçlarına yer verilmiştir.

⁴⁰ Gül, 2007; Maher vd., 2006.

Tablo 3. İşbirlikli ortamda biliş kodlama şeması

Sınıflar	Kodlar	Açıklamalar
Tasarımda İşbirliği (Kvan vd. 1996)	Planlama Müzakere Değerlendirme Bireysel çalışma	Tasarım sürecinin planlanması Tasarıma dair bir durum hakkında konuşma Tasarım önerilerinin niteliğinin belirlenmesi Deney katılımcıları ayrı ayrı çalışıyor
Cismileştirme/gerçekleştirme eylemleri (Gül, 2007)	Yazma Yaratma Devam etme Silme	Tasarım hakkındaki bir durumun not edilmesi Öneriyi ilk kez dışsallaştırmak Yaratılmış öneri üzerinden devam etmek Dışsallaştırılmış önerinin bir bölümünün ya da tamamının silinmesi
Cismileştirme/gerçekleştirme süreçleri (Gül, 2007)	Karar verme Açıklama Modelleme	Bir öneri üzerinde uzlaşmak Tasarımın bir durumunun açıklanması Öneri temsillerinin dışsallaştırılması (3B model-eskiz)
Tasarım süreci	Analiz Öneri Hedef belirleme Sentez Değerlendirme	Tasarım önerisinin bir durumunun incelenmesi Tasarım hakkındaki bir durumun ilk kez belirtilmesi Bir amaca yönelik planlama yapılması Analizler sonucunda çıkarımda bulunulması Tasarım önerilerinin niteliğinin belirlenmesi
Tasarım uzayı (Gül, 2007)	3B 2B	Tasarım önerisinin 3 boyutlu uzayda dışsallaştırılması Tasarım önerisinin 2 boyutlu uzayda dışsallaştırılması
İşbirliği modu	Bireysel çalışma Takım çalışması	Deney katılımcıları ayrı ayrı çalışıyor Deney katılımcıları ekip çalışması yapıyor
İçerik paylaşımı	Temin edilen model ile Öneri ile	Tasarım görevi ile ilgili verilen bilgiler üzerinde çalışılıyor Tasarım önerisi üzerinde çalışılıyor
Tasarım takası/değişimi (Vera vd. 1994)	Yüksek ölçekte Düşük ölçekte	Tasarım önerisinin genel durumları ile uğraşılıyor Tasarım önerisinin detayları ile uğraşılıyor



Şekil 7. Tasarım süreci kategorisinin gruplanmış sütun diyagramı, frekansların ortalaması (%).

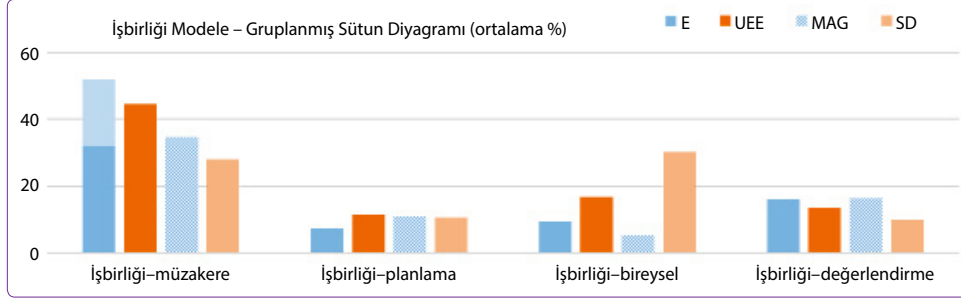
sel yüklemekten mi kaynaklandığına dair daha detaylı araştırmalar yapılabilir.

'Hedef_belirleme' işbirliği süreci, bir sonraki adımda yapılması gereken işlemlerin tarif edildiği bir anı anlatır, en fazla DE ortamında (%11) tespit edilmiştir. Bu bulgu uzaktan erişimli paylaşılan mecralarda, takım çalışmasında süreci yönetebilmek için yapılacak adımları açıkça telaffuz etme, birbirine görev verme, işbirliğini sürdürülebilirlik vb. çabaların yönetilmesi gerektiğini gösterir. Özellikle kullanıcıların aynı ekranı gördüğü 'sen ne görüyorsan ben de aynı-sını görüyorum' (SNGBAG - What You See Is What I See-⁴¹)

⁴¹ bkz. He ve Han, 2006.

tipinde paylaşımlı çalışma ortamlarında, önce yapılacak işlerin tartışılması, hedef belirlenmesi, görev dağılımı yapılması ve mutabakat sağlandığında da tasarlama eyleminin gerçekleştiği gözlenir. Eylem farkındalığı olarak adlandırdığımız bu durumda, temsil üzerinde çalışırken SNGBAG olarak tanımlanabilecek olan uzaktan erişimli DE mecrasında ve aynı fiziki model ile çalışma düzleminin (tablet) paylaşıldığı MAG mecrasında, '...şu çizgiyi çizeyim, mavi olan mesele...', '...sen modelle, kırmızı yap...' gibi sözlü anlatımlarla tasarım temsili birliktelikte geliştirdikleri için, 'hedef belirleme' kodunun yüzdesi yüksek çıkmıştır.

MAG ortamında 'değerlendirme' (%8,3) ve 'sentez' (%14,9) eylemlerinin yüzdesi biraz daha yüksektir; bu bul-



Şekil 8. İşbirliği modeli kategorisinin gruplanmış sütun diyagramı, frekansların ortalaması (%).

gu, tasarımın 3B bir görsel olarak fiziki gerçekliğin üzerine yansıtılmasının, bir başka deyişle MAG ortamında dijital modelin maket üzerine yansıtılmış olmasının, görsel değerlendirme ve önerinin sentezlenmesine katkıda bulunduğunu göstermektedir. Ayrıca tasarımcıların çalışırken masa etrafında dolaşarak ve en iyi görüş pozisyonunu almaya çalışarak, tasarımın fiziki maketle olan ilişkisini değerlendirmeye yönelik bedensel hareketleri (eğilme, uzanma vb) de dikkat çekici olmuştur. Bu durum kütleli bir tasarım önerisi gerçekleştirilebilen MAG ortamında, tasarımcıların, önerinin çevreyle olan ilişkisine önem verdiklerini, bağlam içerisinde sentezlemeler yapmakta olduklarını ve önerinin arazi üzerindeki kütleli etkisi üzerinde daha uzun zaman çalıştıklarını ortaya koymaktadır.

İşbirlikli Tasarım Süreci Modeli

Kvan vd.'nin⁴² işbirliği modelinden uyarladığımız 'tasarımda işbirliği' kodlarının frekans yüzdeleri, gruplanmış sütun diyagramında gösterilmiştir (Şekil 8). İşbirliği modeli, mimarların, tasarım probleminde kolektif bir yaklaşımla çözüm üretmeye çalıştıkları bir süreci tarif etmektedir. Bu süreçte 'meta_planlama' olarak adlandırılan ortak çalışmanın ilk aşaması, problem çözümlenmesi, örnek ve bilgi toplama, iş bölümü, süreç yönetimi vb. planlamaya yönelik aktiviteleri içerir. İşbirliği sürecini içeren, 'müzakere' ise tasarımın geliştirildiği, önerilerin tartışıldığı, sentezlendiği bir ortak çalışma aşamasıdır. Bu aşamada varılan mutabakata göre tasarımcılar, ayrılarak kendi uzmanlık alanları doğrultusunda üstlenmiş oldukları tasarım sorununun bir parçası üzerinde, tek başlarına çalışırlar. Bu aşama 'bireysel çalışma' olarak adlandırılmıştır. İşbirliği süreci içerisinde kolektif öneriler ve bireysel çalışma ürünleri yine ortak bir süreç olan 'değerlendirme' aşamasında ele alınır. Döngüsel bir süreç olan işbirliği modelinin her aşaması çalışma sürecinde tekrarlanabilir veya süreç değerlendirmeye sonlandırılır.

Modelin 'müzakere' aşaması beklendiği gibi her dört deney ortamında en yüksek oranda olmuştur (%52,3 E, %44,6 UEE, %34,7 MAG ve %28 SD farklı olmak üzere). Eskiz ortamından dijital ortamlara geçildiğinde ve özellikle 3B sanal ortamda, takım çalışmasını kapsayan 'müzakere'

aşamasının sıklık yüzdelerinde düşüş gözlenmiştir. Deneylerde 'bireysel' çalışma aşaması, uzaktan erişimli her iki ortamda (UEE ve SD) ve özellikle de SD ortamında, sıklıkla gözlenmiştir (%16,8 UEE ve %30,2 SD). Benzer şekilde 'meta_planlama' aşaması, tüm dijital ortamlarda analog (eskiz) ortama göre daha uzun sürmüştür (%7 E, %12 UEE, %11 MAG ve %10,6 SD). Bu sonuç, kullanılan tasarım ortamı veya teknolojisinden bağımsız olarak tasarımcıların uzaktan erişimli olduğu durumların bireysel çalışmayı ve aynı yerde (yüz yüze) bulunduğu durumların ise kolektif çalışmayı desteklediği şeklinde yorumlanabilir.

Analiz sonuçları tasarımcıların, çalışılan dijital mecraların sağladığı olanaklar çerçevesinde, Kvan'nın döngüsel işbirliği modelini teyit eden davranışlar sergilediklerini göstermiştir. Ancak modeli oluşturan aşamaların sıklığı ve süreleri farklılıklar göstermektedir. Bireysel çalışma, her iki uzaktan erişimli mecrada daha uzun sürmüştür (UEE ve SD); SD'de en uzun süre gerçekleşmiştir. SD yukarıda sözü edilen eylem farkındalığını destekleyen SNGBAG - 'sen ne görüyorsan ben de aynısını görüyorum' mecrası değildir. Her ne kadar SD paylaşılan bir çalışma ortamı sunuyor ve kısıtlı bir eylem farkındalığı sağlıyor olsa da (örneğin avatar modelleme yaparken yazı yazma animasyonu çalışır ve nesneyle arasında bir parlak ışık belirir), sanal dünyaların sağladığı tasarlanan nesneyle etkileşim imkanları, kullanıcının avatarının takım arkadaşından ayrı bir bakış açısıyla odaklanabilmesi ve bağımsız hareket edebiliyor olması, bireysel çalışmayı desteklemektedir.

Paydaşların davranışlarının ve katkılarının gözlenebilir olması, yani 'çalışma alanı farkındalığı', özellikle dijital ve uzaktan erişimli ortamlar söz konusu olduğunda önem taşımaktadır. Dijital ortamlarda 'dolaylı iletişim' (consequential communication⁴³) ve 'geri beslemeli' (feedthrough⁴⁴) iletişim şeklinde iki çeşit çalışma alanı farkındalığından bahsedilebilir. Örneğin, Second Life'ta kullanıcı ortamdaki bir nesneyi hareket ettirirken diğer kullanıcı ekranında bu hareketleri komut tamamlanmamış dahi olsa izleyebilir. Bu izleme 'geri besleme' yoluyla ortam farkındalığı sağlamaktadır. Groupboard ortamında ise çalışma ortamı farkındalığının

⁴² Kvan vd., 1997.

⁴³ bkz. Segal, 1995. ⁴⁴ bkz. Dix vd., 1993.

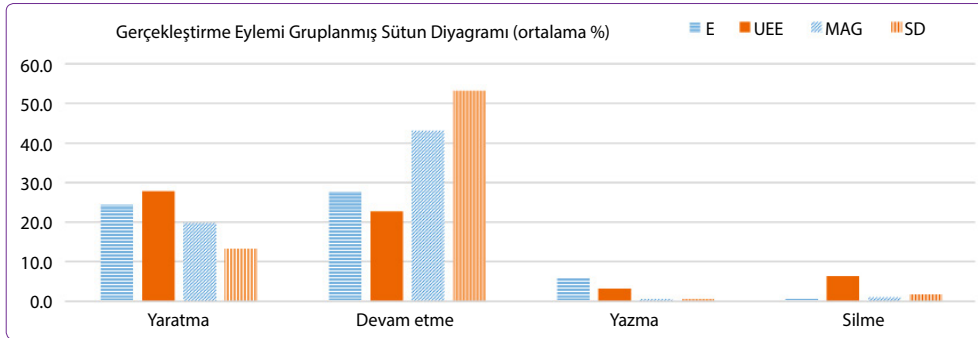
aynı ölçüde karşılanmadığı tespit edilmiştir. Tasarımcılar, birlikte çalışmanın gereği olarak yapmakta oldukları veya biraz sonra yapacakları eylemleri, sözlü olarak anlatma gereği duymuşlardır, örneğin ‘...şu kırmızı çizginin sağındaki duvarı buraya taşıyorum...’. Bu sebeptendir ki, meta-planlama ve hedef-belirleme kodlama kategorileri DE ortamında daha yüksek oranda tespit edilmiştir. Bu durum uzaktan erişimli dijital ortamlarda işbirliği sürecinin yönetilmesi gerektiği ve analog eskiz ortamında olduğu kadar tasarımın doğal akışında gerçekleşmediği şeklinde de yorumlanabilir.

Temsil Geliştirme

Tasarımcıların temsil üzerindeki çalışmaları, (eskiz veya model yapımı) ‘cismileştirme / gerçekleştirme eylemi’ kodlama kategorisi kullanılarak incelenmiştir (Şekil 9). Video kayıtları kullanılarak kodlanan protokoller, tasarımcıların temsille ilgili her türlü davranışını anlamamızı sağlamaktadır. Örneğin, çizilen her yeni çizgi veya ortama koyulan 3B geometri, ‘yaratma’ eylemi olarak; bir çizgi üzerinden tekrar geçme, karalama yapma veya modelleme ortamında 3B nesnenin düzenleme komutları kullanılarak başka biçimlere dönüşmesi, taşınması vb. düzenleme işlemleri ‘devam_etme’ olarak kodlanmıştır.

Analiz sonuçları, kullanılan eskiz ve 3B modelleme ortamlarının, benzer eğilimlerde temsil geliştirme davranışını desteklediğini göstermiştir: Eskiz ortamlarında, ‘yaratma’ (%24,4 E ve %28 UEE) ve ‘yazma’ eylemi (%6 E ve %3,2 UEE); 3B modelleme ortamlarında ise ‘devam_etme’ eylemi yüksek oranda tespit edilmiştir (%43 MAG ve %53 SD). 3B tasarım ortamlarında model yapımının doğası oldukça farklıdır. Ortama önce bir 3B geometri konur, bu ‘yaratma’ eylemi olarak kodlanmıştır. Bu eylem MAG mecrasında bir etiketi okutarak ilk geometriyi ekranda görmeyi; SL’de ise yaratma komutuyla ilk geometriyi ekrana atma işlemi ifade eder. Bu eylem genellikle kısa bir süre alır. 3B tasarım ortamlarında yaratılan nesne düzeltme, hareket ettirme, döndürme vb. ‘edit’ komutları kullanılarak başka nesnelere dönüştürülür. Bu durum daha uzun ve sık aralıklarla modelle ilgilenmeyi gerektir. Kullanılan temsil sistemlerinin ‘sağladığı’ temsil geliştirme imkanlarının bu bakımdan farklılık gösterdiği söylenebilir. Zaman çizelgelerinde (Şekil 10 ve 11) de görüldüğü gibi bu modelleme eylemi, 3B mecralarda uzun zaman dilimleri şeklinde tüm süreç boyunca gerçekleşmiştir.

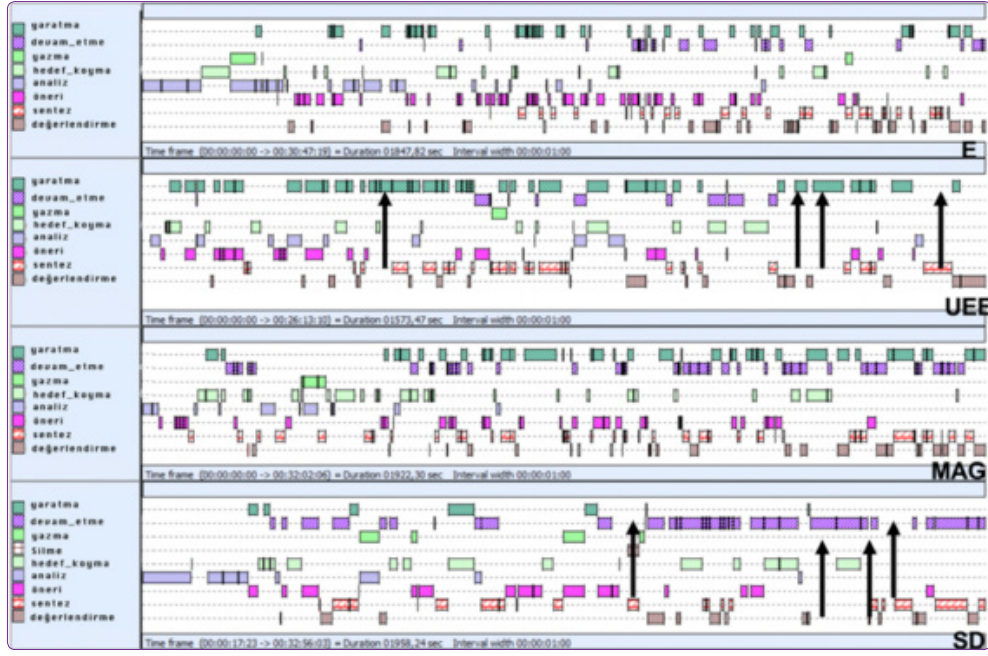
Sürecin geneline baktığımızda, eskiz ortamındaki ‘devam_etme’ tasarlama sürecinde ‘öneri’ veya ‘sentez’ gibi



Şekil 9. Gerçekleştirme eylemi kategorisinin gruplanmış sütun diyagramı, frekansların ortalaması (%).



Şekil 10. T1-T2 takımının tasarım süreci zaman çizelgesi (analiz, öneri, hedef koyma, değerlendirme, sentez).



Şekil 11. Gerçekleşme eylemi ve tasarım süreci paralel zaman çizelgesi.

aşamalarla paralel ilerlemiştir. Bir başka deyişle katılımcılar, tasarımla ilgili düşüncelerini paylaşırlarken, bir yandan da çizim üzerinden tekrar geçerek temsillerini geliştirmişlerdir. Öte yandan, 3B modelleme ortamlarında ise 'devam_etme' eylemi, çoğu kez tasarım sürecinde yaşanan bir sessizlik anında, sadece modelleme eylemine odaklı bir şekilde ortaya çıkmıştır. Bu bulgu, 3B tasarım ortamlarının tasarımcıların biliş düzeylerinde bir yüklemeye sebep olduğundan söz edilebileceğine işaret etmektedir; zira paralel zaman çizelgeleri (Şekil 11) ve gözlemlerimize göre, tasarım temsili üzerinde çalışma ve tasarım fikri geliştirmede kesintiler / kopukluklar söz konusu olabilmektedir. Bu sonuç, mecraların sağladığı temsili geliştirme eyleminin karakteri olarak en belirgin tespit olup, 3B ortamlarda nesnenin 'düzenlenmesinin', tasarımcıların temel odağı haline geldiğini göstermektedir.

Zaman Çizelgesi

Zaman çizelgesi 30 dakikalık deney sürecinde eşlenen kodları ve sürelerini göstermektedir. Çizelgenin solu deneyin başlangıcını, sağ ise deneyin sonunu ifade eder. Şekil 10'te ifade edildiği gibi, eskiz ortamlarında, döngüsel tasarım sürecini oluşturan analiz, öneri, hedef koyma, değerlendirme ve sentez aşamaları yoğun olarak gözlenmiştir. 3B ortamlarda ise duraksamalar ve boşluklar söz konusudur; gözlenen bu seyrelme (işaretlenmiş alanlar) tasarımcıların; ya sessiz kaldıkları ve düşüncelerini sözel olarak ifade etmedikleri, ya da tasarım dışında başka bir konuyu konuştukları anları göstermektedir (teknik sorunlar vb). Bu anlarda eş zamanlı olarak neler yapıldığı paralel zaman çizelgesinde gösterilmiştir (bkz. Şekil 11). Özellikle uzaktan erişimli ortamlarda tasarım sürecinde gözlenen bu kopuk-

luk oldukça ilginç olup, sadece dijital araçların sürece dahil olmasıyla açıklanamaz; çünkü MAG ortamında örneğin, daha kısa aralıklar söz konusudur.

Paralel Tasarım Eylemleri

Eş zamanlı ilerleyen süreçleri anlayabilmek için bazı kodlama kategorileri aynı zaman çizelgesi üzerinde incelenmiştir. Şekil 11, takımlardan birinin 'cismileştirme / gerçekleştirme eylemi' ve 'tasarım süreci' kodlama kategorilerinin eşlenmiş halini paralel zaman çizelgesinde göstermektedir. Zaman çizelgesinde, analog ve dijital eskiz ortamlarında, ilk çizilen çizgiyi temsil eden 'yaratma' kodu ile çizginin tekrar üzerinden geçilmesini ve karalama yapmayı ifade eden 'devam_etme' kodu, tasarım süreci kodlama kategorisindeki 'öneri' eylemiyle çoğunlukla eş zamanlı olarak gerçekleşmiştir. DE ortamında daha uzun aralıklarla gözlenen eskiz yapma sırasında 'sentez'lemeler de yapılmıştır. MAG ortamında da bu eş zamanlı yapma ve tasarım süreci gözlenmektedir. Bu sürekliliğin en belirgin sebebi aynı yerde çalışıyor olmak olabilir. Ancak SD ve DE ortamında bu eş zamanlı eylemlerde bazı kopukluklar olduğu tespit edilmiştir (okla işaretlenmiş alanlar). Tasarım sürecinde yaşanan bu kopukluklar, uzaktan erişimli çalışmalarda odaklanma farklılıkları, bireysel olarak tasarımın seçili bir unsuruyla ilgilenip yeterince sözlü iletişim kurulmaması gibi çeşitli sebeplerden kaynaklanıyor olabilir.

Değerlendirme ve Sonuç

En yüksek frekans oranlarının tespit edildiği kodlama kategorileri, araştırma matrisinde yer alan dört farklı duruma göre gruplandırılmıştır (Tablo 4). Sonuç olarak, her iki eskiz ortamında tasarım süreci benzer ilerlemiştir, ancak uzaktan

Tablo 4. Analiz sürecindeki bulgulara göre kodlama etiketlerinin araştırma matrisindeki yeri

Temsil biçimi	Yer	
	Aynı yerde eşzamanlı	Farklı yerde eşzamanlı
Eskiz yapma	<p><i>E-Yüz Yüze</i></p> <p>Tasarım süreci_analiz, öneri</p> <p>İşbirliği modeli_müzakere</p> <p>Gerçekleştirme süreci_tarif_etme</p> <p>Gerçekleştirme eylemi_yazma</p> <p>Tasarım uzayı_2B</p> <p>Değişim takası_yüksek seviye</p>	<p><i>UEE-Uzaktan Erişimli</i></p> <p>Tasarım süreci_hedef_belirleme</p> <p>İşbirliği modeli_meta planlama</p> <p>Gerçekleştirme süreci_tarif_etme</p> <p>Gerçekleştirme eylemi_yaratma, silme</p> <p>Tasarım uzayı_2B</p> <p>Değişim takası_düşük seviye</p>
3B ortamda tasarım	<p><i>MAG-Yüz yüze</i></p> <p>Tasarım süreci_değerlendirme, sentez</p> <p>İşbirliği modu_takım çalışması</p> <p>Paylaşımın içeriği_verilen</p>	<p><i>SD-Uzaktan Erişimli</i></p> <p>Gerçekleştirme süreci_modelleme</p> <p>Gerçekleştirme eylemi_devam etme</p> <p>Tasarım uzayı_3B</p> <p>Paylaşımın içeriği_öneri</p>

erişimli çalışmanın bir sonucu olarak, işbirliği süreçlerinde farklılıklar gözlenmiş, uzaktan erişimli ortamda bireysel çalışma daha fazla gerçekleşmiştir. Her iki 3B modelleme ortamında da işbirliği süreci farklılıklar göstermiş olup, sanal ortamın sağladığı bedensel sarmallanma⁴⁵ durumu; avatarın tasarımıyla aynı yerde olmasının getirdiği görsel değerlendirme imkanları ve eylem farkındalığı öne çıkmıştır.

Uzaktan erişimli ortamlar olarak değerlendirildiğinde ise farklı konumlarda yer alma durumunun, özellikle işbirliği sürecini sürdürmede eylem farkındalığı; yapılan işlemlerin gözlenebiliyor olması, avatarın ve kullanıcıyı temsil eden imlecin varlığı vb. meselelerin öne çıktığı söylenebilir. Elde edilen bulgulara göre, uzaktan erişimli ortamlar kullanılan temsil uzamından bağımsız olarak, benzer şekilde işbirlikli tasarım sürecini desteklerler. Esasen bu ortamlarda çalışan tasarımcılar Kvan'nın işbirliği modelindeki her aşamayı deneyimlemiş, ancak bireysel çalışma için daha çok fırsat bulmuşlardır.

Genel olarak bulgular, kullanılan temsil uzamının ve teknolojinin algılanabilir potansiyelleriyle öne çıkan 'mecraların sağladığı davranışlar ve etkileşimler' olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda Sağlamacılık Kuramı'nda da ortaya konulduğu gibi, çalışılan mecraların sunduğu imkanlar, algılanan tasarım ve iletişim potansiyelleri olarak; hem tasarlanan nesnelere olan etkileşimi, hem de işbirliği yapılan bireylerle olan etkileşimi etkilemiştir.

Tasarımcılar kısa süreli bir alıştırmayla deneylerde kullanılan tüm teknolojileri kolaylıkla öğrenmiş, tüm ortamlarda beklenen çözümleri geliştirebilmişlerdir. Bulgular kullanılan temsil sistemi ve bu sistemin imkanları ölçüsünde, bir başka deyimle sistemin 'sağladığı' ölçüde tasarlayabilme durumunu; Mitchell'in⁴⁶ söylediği gibi 'mimarlar neyi inşa

edebileceklerse onu çizer, neyi çizebileceklerse onu inşa ederler', tespitini teyit eder niteliktedir. Bu çerçevede 'tasarımcıların kullandıkları araçlara hâkim oldukları ve ortamın sağladığı imkanlar kadar tasarlayabildikleri ve işbirliği yaptıkları' bulgusu önemlidir.

Araştırmanın temel sonuçları aşağıdaki şekilde özetlenmiştir:

Uzam Etkisi

Araştırmanın sonuçlarından ilki; ileri tasarım teknolojilerini kullanırken, cismileştirme eyleminin niteliği; tasarımcının algısı ile tasarımcının fonksiyonel, strüktürel ve kavramsal muhakemesi kullanılan mecranın uzamsal / boyutsal niteliğine göre farklılaşmaktadır. 2B'lu temsiller fonksiyonel ve davranışsal tasarım unsurlarının ve sıklıkla önerinin tartışıldığı ortamlar olurken; 3B'lu temsiller, strüktürel tasarım unsurlarının tartışıldığı ve yapma eylemine (özellikle temsilin mecrada 3B modellemesine yönelik) daha çok odaklanılan bir temsil mecrası sunarlar. Ayrıca, 2B'lu mecralarda temsilin ifadesi ve yaratılmasını öne çıkarırken, yani sürekli çizerek yeni temsil oluşturmaya odaklanılırken; 3B'lu tasarım mecralarında, düzenleme ve dönüştürme esaslı çalışma önem kazanır. Burada özellikle mecraya çekilen basit bir geometrinin düzenleme komutlarıyla başka biçimlere dönüştürülmesine odaklanılmaktadır.

Konum ve Paylaşım Etkisi

Araştırmanın diğer bir sonucu ise; ileri tasarım teknolojilerini kullanan tasarımcıların hem birbirleriyle olan etkileşimleri, hem de mecrayla olan etkileşimleri de farklılaşmakta olup, işbirliği süreçleri, etkileşim, temsilin birlikte çizilerek ve modelleyerek geliştirilmesi vb. paylaşılan eylemler de çeşitlenmektedir. Yüz yüze ve uzaktan çalışma durumunun, kullanılan tasarım uzamından bağımsız olarak (2B veya 3B olmasından bağımsız) tasarımcıların işbirli-

⁴⁵ Immersion, kavramı içine-gömülme dir. olarak da Türkçe'de kullanılmakta- ⁴⁶ Mitchell, 2001, s. 354.

ği ve etkileşimlerini değiştirdiği tespit edilmiştir. Özellikle ayrı mekanlarda çalışma durumu sanal dünyalarda olduğu gibi, bireysel çalışmaya imkan tanıması; yüz yüze çalışmak ve çevrimiçi olsa bile tasarım temsilini paylaşmak işbirliği sürecini desteklemiş, daha sürekli ve kesintisiz ortak çalışma imkanı sağlamıştır.

İşbirlikli Tasarım Bilişsel Kodlama Önerisi

Araştırmanın yöntem anlamında alana katkısı ise, bilişsel tasarım ve iletişim süreçlerini araştırmak için sözel ve görsel ifadeleri analiz etmek üzere, bir bilişsel kodlama sistemi geliştirmek olmuştur. Bu araştırmada geliştirilen kodlama şeması genel olarak işbirliği ve tasarıma yönelik davranış değişikliklerini anlamak için yeterli olup, ilerideki çalışmalarda daha detaylı olarak mekânsal ve görsel algı, arayüzle etkileşim vb alanlarda kullanılmak üzere temel alınabilir. Örneğin, dijital mecralar ve teknoloji arayüzleriyle olan etkileşim, jest ve vücut hareketlerini de ele alacak şekilde detaylandırılması söz konusu olabilir.

Özet olarak çalışmada elde edilen bulgular, her geçen gün artan bir ivme ile hayatımızın her alanına etki etmekte olan ileri teknolojilerin, tasarım alanını ve özellikle işbirlikli tasarım mecralarının potansiyellerini anlamaya yönelik olup, sistem geliştiricileri için kullanıcı davranışlarının bir öngörüsünü yapma bakımından değerli bir kaynak olma niteliğini taşımaktadır. Ayrıca elde edilen bu bilgi, tasarımcılar için de teknoloji ve araç seçiminde rehber olma potansiyeline sahiptir.

Teşekkür

Bu araştırma TÜBİTAK 1001 destek programı tarafından desteklenmiş olup, Proje Adı: Sanal Ortamlarda İşbirlikli Tasarımında Biliş Üzerine Bir Çalışma: Var Olma Duygusu ve Temsil Sistemleri Tasarım Davranışını Değiştirir Mi? ve Proje no: 115K515'tir. Emeği geçen bursiyer ve katılımcılara teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akın, Ö. (1982) "Representation And Architecture", Ed: Akın, Ö. ve Weinel, E. (editörler) Representation And Architecture, Information Dynamics, Inc.: Maryland. 1-26.
- Akın, Ö ve Lin, C (1995) "Design Protocol Data And Novel Design Decisions". Design Studies, 16,(2), 211-236.
- Aldrich, C. (2004) Simulations And The Future Of Learning: An Innovative Approach To E-Learning, Pfeiffer. ISBN: 0787969621.
- Angulo, A., Fillwalk, J. ve Velasco, G. D. (2009) "Collaborating In A Virtual Architectural Environment: The Las Americas Virtual Design Studio (LAVDS) Populates Second Life", In From Modern To Digital: The Challenges Of a Transition, Proceedings Of The 13th Congress Of The IberoAmerican Society Of Digital Graphics, s.363-365.
- Azuma, R. (1997) "A Survey Of Augmented Reality", In Presence: Teleoperators and Virtual Environments 6, 4 (August 1997), 355-385.
- Bergig, O.H., Nate El-Sana, J. ve Billinghamurst, M. (2009) "In-Place 3D Sketching For Authoring And Augmenting Mechanical

- Systems," In Mixed and Augmented Reality, 2009. ISMAR 2009. 8th IEEE International Symposium on, s. 87-94.
- Cohen, J. (1960) "A Coefficient Of Agreement For Nominal Scales", Education And Psychological Measurement, 20,37-46.
- Chase, S. (2008) "Virtual Worlds As Collaborative Environments For Design And Manufacturing: From Idea To Product", In: Proceedings Of 5th INTUITION International Conference.
- Cross, N., Christiaans, H. ve Dorst, K. (editörler) (1996) Analysing Design Activity, Chichester, UK: John Wiley & Sons.
- Dix, A., Finlay, J., Abowd, G. ve Beale, R. (1993) Human-Computer Interaction, Printice Hall.
- Dorta, T. S. (2008) "Design Flow And Ideation" International Journal Of Architectural Computing, 6(3),299-316.
- Ericsson, K.A. ve Simon, H.A. (1984) Protocol Analysis: Verbal Reports As Data, Cambridge, MIT Press.
- Gaver, W.W. (1991) "Technology Affordances", Proceedings Of SIGCHI Conference On Human Factors In Computing Systems: Reaching Through Technology. New Orleans, Louisiana, US, ACM Press, 79-84.
- Gero, J.S. ve Neill, T.M. (1998) "An Approach To The Analysis Of Design Protocols" Design Studies, 19, 21-61 Doi:10.1016/S0142-694X(97)00015-X
- Gibson, J. (1997) "The Theory Of Affordances", Ed.: Shaw, R. And Bransford, J. (editörler) Perceiving, Acting And Knowing Toward An Ecological Psychology, Hillsdale, NJ. Erlbaum Assoc., 67-82.
- Goel, V. (1995) Sketches Of Thought, Cambridge, MA, MIT Press.
- Gross, M.D. (1996) "The Electronic Cocktail Napkin—A Computational Environment For Working With Design Diagrams" Design Studies, 17(1), 53-69.
- Gül, L.F. (2007). "Understanding Collaborative Design in Different Environments: Comparing Face-to-Face Sketching to Remote Sketching and 3D Virtual Worlds", School of Architecture, Design Science and Planning, Key Centre of Design Computing and Cognition, PhD Thesis, the University of Sydney, Sydney, Australia.
- Gül, L.F. ve Maher, M.L. (2009) "Co-Creating External Design Representations: Comparing Face-To-Face Sketching to Designing in Virtual Environments", Co-Design. Vol. 5, Issue 2, p. 117-138.
- Gül, L.F., Williams, A. ve Gu, N.(2010), "Understanding the Role of Virtual Environments in Collaborative Design", in Carrara, G., Fioravanti, A. ve Kalay, Y.E. (editörler) Collaborative Working Environments for Architectural Design, ISBN: 978-88-6060-261-9. Palombi Editori, Sapienza Università di Roma, Italy, pp. 105-117.
- Gül L.F. (2018). "Studying Gesture-Based Interaction On A Mobile Augmented Reality Application For Co-Design Activity", Journal On Multimodal User Interfaces, no. November, pp.1-16.
- He, F. ve Han, S. (2006) "A Method And Tool For Human-Human Interaction And Instant Collaboration", In CSCW-Based CAD, Computers In Industry, 57, 740-751.
- Henrysson, A., Billinghamurst, M. ve Ollila, M. (2005) "Face To Face Collaborative AR On Mobile Phones", Paper Presented At The Mixed And Augmented Reality, 2005. Proceedings. Fourth IEEE And ACM International Symposium On.
- Kvan, T., West, R. ve Vera, A. (1997) "Tools And Channels Of Communication: Dealing With The Effects Of Computer Mediation

- on On Design Communication”, 1st International Conference On Creative Collaboration In Virtual Communities. University Of Sydney.
- Lawson, B. (1997) *How Designers Think*, London. Routledge.
- Lau, K.H. ve Maher, M.L. (1999) “Architectural Design and Virtual Worlds”, *ACADIA Quarterly* 18:4, 4-6.
- Linstone, H.A. ve Turoff, M. (1975) *The Delphi Method: Techniques And Applications*, Addison-Wesley Educational Pub.
- Maher, M.L., Bilda, Z. ve Gül, L.F. (2006) “Impact Of Collaborative Virtual Environments On Design Behaviour” Ed: Gero J. (editör) *Design Computing And Cognition’06*, Pp. 305-321. Springer, Netherlands.
- Maher, M.L. ve Simoff, S.J. (1999) “Variations On The Virtual Design Studio” In: *Proceedings Of Fourth International Workshop On CSCW In Design*, Universite De Technologie De Compiègne, Pp 159-165.
- Milgram, P. ve Kishino, F. (1994) “A Taxonomy Of Mixed Reality Visual Displays” Paper Presented At The IEICE Transactions On Information Systems.
- Mitchell, W.J. (2001) “Roll Over Euclid: How Frank Gehry Designs And Builds” Ed.: Frank Gehry, Architect, J Fiona Ragheb (editör) New York: The Solomon R. Guggenheim Foundation, 2001 P. 354.
- Norman, DA. (1998) *The Psychology Of Everyday Things*, New York, Basic Books.
- Percival, S. (2008) *In World Travel Guide: Second Life*, Pearson.
- Schön, D.A. (1983) *The Reflective Practitioner: How Professionals Think In Action*, New York, Basic Books.
- Schön, D.A. ve Wiggins, G. (1992) “Kinds Of Seeing And Their Functions in Designing” *Design Studies*, 13,(2), 135.
- Segal, L., (1995) “Designing Team Workstations: The Choreography Of Teamwork” Ed: Hancock, P., Flach, J., Caird, J. ve Vicente, K. (editörler), *Local Applications Of The Ecological Approach To Human-Machine Systems*, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum. 392-415.
- Suwa, M., Purcell, T. ve Gero, J. (1998) “Macroscopic Analysis Of Design Processes Based On A Scheme For Coding Designers’ Cognitive Actions”, *Design Studies*, 19(4) P. 455.
- Tang, H.H., Lee, Y.Y. ve Gero, J.S. (2011) “Comparing Collaborative Co-Located And Distributed Design Processes In Digital And Traditional Sketching Environments: A Protocol Study Using The Function–Behaviour–Structure Coding Scheme” *Design Studies*, 32(1), 1-29.
- Tversky, B., Suwa, M., Agrawala, M., Heiser, J., Stolte, C., Hanrahan, P., Phan, D., Klingner, J., Daniel, M-P, Lee, P. ve Haymaker, J. (2003) “Sketches For Design And Design Of Sketches” Ed: Lindermann, U (editör) *Human Behaviour In Design: Individuals, Teams, Tools*. Germany: Springer- Verlag. 79-86.
- Vyas, D., Chisalita, C.M. ve Van Der Veer, G.C. (2006) “Affordances In Interaction”, *ACM Proceeding Of The 13th European Conference On Cognitive Ergonomics: Trust And Control In Complex Socio-Technical Systems*, 250:92-99.
- Yee, B., Ning, Y. ve Lipson, H. (2009) “Augmented Reality In-Situ 3D Sketching Of Physical Objects”, Paper Presented At The Intelligent UI Workshop On Sketch Recognition.