

# Üç-Boyutlu Sanal Ortamların Kullanılabilirlik Çalışmalarında Göz-İzleme Yöntemi: Active Worlds Örneği

Esin Kalaycı<sup>1</sup>, Hakan Tüzün<sup>2</sup>, Fatma Bayrak<sup>2</sup>, Fatih Özdiñç<sup>2</sup>, Ayşe Kula<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Başkent Üniversitesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, Ankara

<sup>2</sup> Hacettepe Üniversitesi, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü, Ankara

<sup>3</sup> Milli Eğitim Bakanlığı, EĞİTEK Genel Müdürlüğü E-Dönüşüm ve İnternet Hizmetleri Şubesi, Ankara

ekalayci@baskent.edu.tr, htuzun@hacettepe.edu.tr, fbayrak@hacettepe.edu.tr, ozdinc@hacettepe.edu.tr, aysekula@gmail.com

**Özet:** Bilişim teknolojilerinin kullanım alanları hızla artmaktadır. Bu artış kullanıcı sayısının artışı da beraberinde getirmektedir. Bu yüzden bu teknolojileri kullanan hedef kitlenin ihtiyaçlarının en verimli şekilde karşılanması önem kazanmıştır. Geliştirilen sistemlerin değerlendirilmesi kullanılabilirlik testleri ile yapılmaktadır. Bu çalışmada, göz hareketlerini izleme yöntemi kullanılarak 3-boyutlu ortamların kullanılabilirlik çalışmasının yapılması amaçlanmıştır. Bu amaçla Hacettepe Üniversitesi Beytepe Yerleşkesi'ndeki kütüphane için Active Worlds ortamında tasarlanmış olan "3-Boyutlu Kütüphane Oryantasyonu" sistemi incelenmiştir. Araştırmada göz hareketlerinin izlenmesi ODTÜ İnsan-Bilgisayar Etkileşim Laboratuvarı'ndaki göz izleme cihazı ile yapılmıştır. Göz izleme uygulamasına 3 kişi katılmış, ancak bir kullanıcının verilerinde gözünü ekrana odaklamadaki uygunsuzluk nedeniyle bu kişinin verileri değerlendirme dışı bırakılmıştır. Göz izleyicisi ile uygulamada kullanıcıların görev tamamlama esnasında ekranda nereye ne kadar odaklandıkları, uygulama süresinde dikkatini çeken, dikkatini çekmesi beklenen ancak çekmeyen öğeler ortaya konulmuştur. Veriler Tobii Studio (ver. 1.3.14) programı ile analiz edilmiştir. Araştırma bulgularına göre 3-boyutlu sanal ortamlarda göz-izleme teknolojisinin hangi özelliklerinin kullanıldığı belirtilmiş ve gelecek çalışmalar için önerilere yer verilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Göz izleme, Kullanılabilirlik

## Eye-tracking Methods for Usability Testing in 3d Virtual Environments

**Abstract:** The usage area of Information Technology is increasing rapidly. Along with this increase, the number of users are also. So, these users' fulfilment of needs as effectively are important. Evaluation of developed systems with usability testing is done. The purpose of this study, usability study is to do with using eye tracking method in 3d environment. For this purpose, 3d library environment orientation system in Beytepe campus at Hacettepe University was designed with Active Worlds. Eye tracking systems of the Human-Computer Interaction laboratories in METU is used. The user group consisted of 3 participants, but 1 participant's data for unqualified of eye tracking motion is out. It was revealed that how and where they are focus on the screen, items which are pay attention or not during task completion. Data is analyzed with Tobii Studio. According to the findings, 3d virtual environments using eye-tracking technology, which features have been stated and giving suggestions for future studies.

**Keywords:** Eye-tracking, Usability

## 1. Giriş

Bilişim teknolojilerinin kullanım alanlarının hızla yaygınlaşmasıyla birlikte kullanıcı sayısı da artış göstermektedir. Bu artış göz önünde bulundurulduğunda kullanıcıların, ihtiyaçlarına bağlı olarak Bilişim Teknolojileri (BİT) tabanlı sistemlerin/uygulamaların verimli biçimde kullanılabilmesi ile ilgili olan “kullanılabilirlik” kavramı önem kazanmaya başlamıştır. Kullanılabilirlik, bir uygulamada belirlenen işlerin hedef kitle olarak belirlenen kullanıcılar tarafından, gerekli eğitimin ve teknik desteğin verilmesinin ardından, uygun çevre koşullarında kolaylıkla ve etkili biçimde kullanılabilmesi olarak tanımlanabilmektedir [1]. Kullanılabilirlik çeşitli boyutları kapsamaktadır. Nielsen bu boyutları öğrenilebilirlik, verimlilik, hatırlanabilirlik, düşük hata oranı ve tatminlik olarak sıralamıştır [9].

Kullanılabilirlik çalışmalarında genelde kullanıcıların algıları anketlerle ölçülmüş, verilen görevleri ne sürede bitirebildikleri ve görevi yerine getirmede ne derece başarılı olabildikleri rapor edilmiştir. Ancak bu yöntemlerin kullanıcıların neyi, ne zaman yaptıkları hakkında ya yeterince bilgi verememekte olduğu ya da nesnel olmayan veriler sunmakta olduğu ifade edilmiştir [12]. Bu noktada Acartürk ve Çağiltay kullanılabilirlik testlerinin en uygun biçimde İnsan-Bilgisayar Etkileşimi araştırmaları için kurulmuş olan laboratuvarlarda yapılabilir olduğunu ifade etmişlerdir [1]. Benzer biçimde Duchowski, kullanıcıların bilgisayar ortamında nereye, ne kadar süre baktıkları hakkındaki objektif ve nicel verilerin yeni geliştirilen göz izleme cihazları yardımıyla elde edilebileceğini belirtmiştir [3].

## 2. Kullanılabilirlik Çalışmalarında Göz İzleme

Bir insanın nereye baktığı, bilişsel süreçte düşünceleri gösterdiği olarak varsayıldığı [5] “göz-dikkat” hipotezi temele alındığında insanın görsel bir ekranla etkileşiminin, göz

hareketlerinin nereye odaklandığı ile ilişkili olduğu söylenebilir. Bu yüzden insan-bilgisayar etkileşimini göz hareketleri ile belirleyen yeni teknolojiler yaygınlaşmaya başlamış ve bu teknolojinin kullanılabilirlik hakkında daha iyi neticeler vermeye başlamış olduğu dikkati çekmiştir.

## 3. Göz İzleme Teknolojisi Nasıl Çalışır?

Ticari olarak piyasada bulunan göz izleyicilerin çoğu “korneal-yansıma/gözbebeği-merkez” yöntemi ile gözün bakış noktalarını ölçmektedir [6]. Bu tür izleyiciler standart bilgisayarda monitörün üzerine entegre edilmiş kızılötesi bir kameradan oluşmaktadır. Bu donanımın birlikte izleme için kullanılan, gözün özelliklerini konumlandırın ve açıklayan bir resim işleme yazılımı kullanılmaktadır. LED gömülü kızılötesi kameradan çıkan kızılötesi ışın hedef göz bölgelerinde güçlü yansımalar yapmak ve izlemeyi kolaylaştırmak üzere gözün içine yönelir. Işın retinaya girer ve göz bebeğinin parlak görünmesini sağlayarak, retinadan büyük ölçüde geri yansır [10]. Bu sırada görüntü işleme yazılımı gözbebeğinin merkezini ve korneal yansımanın konumunu belirlemektedir. Bu ikisi arasındaki vektör ölçülerek çeşitli trigonometrik hesaplarla gözün dikkat noktası belirlenir.



Parlak Gözbebeği      Korneal Yansıma

**Şekil 1.** Göz bebeği ve kornea ile göz izleyicisinin etkileşimi [10]

Göz izleme'nin (eye tracking) kullanılabilirlik testlerinde kullanılmaya başlanması 1950'lere dayanmaktadır. İlk olarak kokpit tasarım testlerinde kullanılmıştır [11]. Son yıllarda ise göz izleme teknolojisinin bilgisayar ortamlarında kullanılabilirlik çalışmalarına entegre edilmiş

olması dikkat çekmektedir. Kullanılabilirlik çalışmalarında göz izleme aygıtlarının, en göze hitap edici, en bilgi verici, en önemsenmeyen, en gözden kaçan boyutları hakkında daha çok bilgi toplanmasını sağlamakta olduğu ifade edilmektedir [11]. Bu nedenle göz izleme çalışmaları yalnızca kullanıcıların, kullandıkları sistemin belli bir bölümünde başarılı işler yapıp yapmadığını değil; aynı zamanda o sistem içerisinde bulamadıkları bir nesneyi nasıl ve nerede aradıkları hakkında da bilgi vermektedir. Buradan hareketle göz izleme çalışmalarının, klasik anketlerle yapılan kullanılabilirlik çalışmalarını tamamlayıcı bir yanını oluşturmakta olduğu ileri sürülebilir. Benzer şekilde Özçelik, Kurşun ve Çağıltay kullanılabilirlik çalışmalarında, kullanıcının sesli düşünmesi sırasında kullanıcının istenen bağlantıya ne kadar baktığı, ara yüzdeki farklı bir görsel öğeye mi baktığı, bağlantıyı gördüğü halde anlamını kavrayıp kavrayamadığı gibi sorulara cevap bulunabileceğini ifade etmektedir [12].

Hannafin ve arkadaşları kullanıcıların nerede olduklarının ve ne yapmakta olduklarının farkında olmadıkları durumlarda, bilgisayar ortamlarında kaybolduklarını belirtmiştir [4]. İlgili alan yazın incelendiğinde göz izleme yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalarda web ortamlarının kullanılabilirliğinin değerlendirildiği görülmüş; ancak 3-boyutlu ortamlarla ilgili çalışmaların azlığı dikkat çekmiştir. Bu nedenle 3-boyutlu sanal ortamların kullanılabilirlik çalışmaları önem kazanmaktadır. Buradan hareketle bu çalışmanın amacı oryantasyon amaçlı tasarlanmış 3- boyutlu sanal bir ortamın kullanılabilirlik çalışmasını göz izleme yöntemi ile yapmak ve 3-boyutlu ortamların tasarımı ve geliştirilmesinde bu teknoloji ile yapılan kullanılabilirlik çalışmasının sonuçlarından nasıl yararlanılacağına ilişkin öneriler sunmaktır.

## **4.Yöntem**

### **4.1 Katılımcılar**

Göz izleme uygulamasına Beytepe Kütüphanesinin gerçek ortamını görmüş Hacettepe

Üniversitesi'den bir öğrenci ile ODTÜ den kütüphane ortamını hiç görmemiş iki öğrencinin oluşturduğu toplam 3 kişi katılmıştır. Her kullanıcının uygulama öncesinde göz-izleme cihazına kalibrasyonu gerçekleştirilmiştir.

### **4.2 Veri Analizi**

Çalışmada Orta Doğu Teknik Üniversitesi İnsan-Bilgisayar Etkileşimi Laboratuvarı'nda bulunan göz izleyicisi ile sistem kullanılabilirliği üzerine uygulama yapılmıştır. Kullanıcılar Active Worlds programında oluşturulmuş Hacettepe Üniversitesi, Beytepe Yerleşkesi kütüphanesinin 3-boyutlu ortamını kullanmış ve bu süreçler göz izleyicisi ile kayıt altına alınmıştır. Analiz sırasında bir kullanıcının gözünü ekrana odaklamadaki uygunsuzluk nedeniyle verileri değerlendirme dışı bırakılmıştır. Kullanıcılara, yazılımda tamamlamaları gereken görevler verilmiştir. Verilen görevleri yerine getirirken ortamdaki hareketleri incelenmiştir.

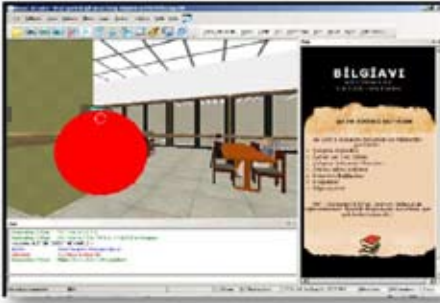
Göz izleyicisi ile uygulamada kullanıcıların görev tamamlama esnasında ekranda nereye, ne kadar odaklandıkları, uygulama süresinde dikkatini çeken, dikkatini çekmesi beklenen ancak çekmeyen öğeler ortaya konulmuştur. Veriler Tobii Studio (ver. 1.3.14) programı ile analiz edilmiştir. Tobii Studio yazılımı göz hareketlerinin, odaklanma noktalarının, olay geçişinin, ekran içeriğinin, kullanıcı ses ve görüntüsünün, basılan tuş ve fare tıklamalarının kayıt altına alınmasının ve yapılan tüm işlemlerin tekrar izlenmesinin yanında odaklanma alanlarının ve yoğunluklarının bulunmasına yönelik bazı istatistiksel veriler de üretebilmektedir. Bu çalışmada kullanıcıların verilen görevleri yerine getirme sürecindeki göz hareketleri, odaklanma süreleri, göz hareket çizgileri ve sıcak alanlar analiz edilecek veriler olarak belirlenmiştir.

## **5. Bulgular**

Tobii Studio programı ile toplanan veriler 4 alan altında incelenmiş ve bulgular ilgili başlıklar altında verilmiştir.

### 5.1 Odaklanma Süresi

Just ve Carpenter, göz izleme ile yaptıkları analizde, uzun odaklanmalar sözkonusu olduğunda, kullanıcının bir bilgiyi ortaya çıkarmakta zorlandığını ya da o bölgede ilgisini çeken bir nesne bulunduğunu belirtmiştir [5]. Bu amaçla sistem genelinde kullanıcıların görevini gerçekleştirmesini sağlayacak alanların onlar için işaretlenmiş ya da diğerlerinden farklı olması ile ilgi çekici kılınmaya çalışılmış olduğu görülmektedir. Veriler analiz edildiğinde, kullanıcıların verilen görevleri gerçekleştirmelerini sağlayacak nesnelere karşılaştıkları zaman o nesneye bakma süresinin arttığı görülmektedir. Şekil 2’de görüldüğü gibi kullanıcı, görevini gerçekleştirmesini sağlayacak bilgisayarı bulduğunda bu bilgisayara odaklanmış ve o bilgisayara fare ile tıklama eylemini gerçekleştirmiştir. Buradan hareketle görevi yerine getirmede nesnelere uygun ipuçlarını sağladığı görülmüştür.



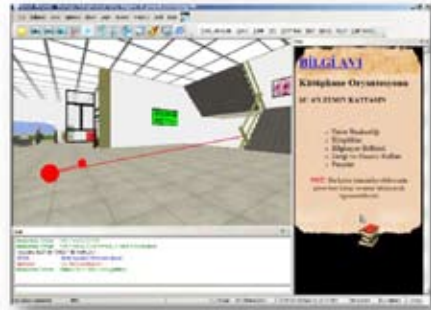
Şekil 2. Katılımcıların odaklandığı alanlar

Benzer biçimde kullanıcıların bulmaları gereken hedefe yaklaştıkları yerlerde onların dikkat sürelerinin artmasının sistem tarafından yoğunluğu giderek artan kırmızı ışıklarla gösterildiği dikkati çekmektedir. Ancak kullanıcıların kitap bulma görevinde, kitaba yakın bir yerde ipucu olarak verilen ışığa (ışıklı nesneye) odaklandıkları, bu nedenle kitabı bulmakta zorlandıkları laboratuvarında bulunan kameralar tarafından gözlenmiştir. Bu durumla ilgili olarak Albert, sistemde kullanıcıların önemli olduğu düşünülen bir alana odaklanmamaları durumunda o

alanın farklı bir yere konulması ya da belirginleştirilmesi gerektiğini ifade etmiştir [2].

### 5.2 Hareket Çizgisi

Goldberg ve diğerleri göz hareketlerinden oluşan çizginin uzun olmasının kullanıcıların dikkatlerini bir noktaya vermediklerini göstermekte olduğunu belirtmiştir [8]. Oryantasyon sisteminde de kullanıcılar hedeflerini ararlarken, bulmakta zorlandıkları yerlerde bu çizgilerin uzadığı görülmüştür.



Şekil 3. Göz hareket çizgileri

Şekil 3’te kullanıcının bir görevi ararken 3-boyutlu ekranın her tarafını taramakta olduğu ve gitmesi gereken yeri bulmaya çalışmakta olduğu dikkati çekmektedir. Ayrıca, görevin zorluğuna paralel olarak bakış sayısının da arttığı gözlemlenmiştir.

### 5.3 Kısa Bakış Sayısı

Görev durumuna göre kullanıcıların kısa bakış sayıları artmış ya da azalmıştır. Goldberg ve Kotval kısa bakış sayılarının fazla olmasının kullanıcının fazla arama yapmakta olduğunu gösterdiğini ifade etmiştir [6].

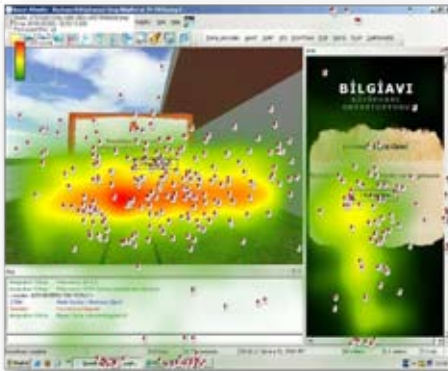
Verilere bakıldığında kullanıcıların hedeflerini bulamadan ya da nerede olduklarını tahmin edemeden önce kısa bakış sayısının arttığı gözlenirken; hedeflerini bulduklarında ya da görevlerini tamamlamaya yakın olduklarında kısa bakışların sayısının azalarak yerini uzun bakışlara bırakmış olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4. Kısa bakış noktası

#### 5.4 Sıcak Alanlar

Şekil 5'te uygulamaya katılan kullanıcıların ekranın en çok neresinde yoğunlaştıklarını ifade eden bir harita görülmektedir. Kırmızı bölgeler en çok odaklanılan, sarı ve yeşil bölgeler daha az odaklanılan alanları göstermektedir. Şekilde renklendirilmemiş bölgeler ise hemen hemen hiç odaklanılmayan alanları göstermektedir. Kullanıcılar 3-boyutlu alanda ilerlerken hedeflerini ekranın ortasına almışlardır. Dolayısı ile 3-boyutlu ekranda kırmızı alanlar ekranın ortasında toplanmıştır. Kullanıcılar 3-boyutlu ekranın uç noktalarına bakma eğilimi göstermemişlerdir.



Şekil 5. Sıcak alana yönelik ortamdan bir kesit

#### 6. Sonuç ve Öneriler

İnsan-bilgisayar etkileşimini göz hareketleri ile belirleyen yeni teknolojilerin yaygınlaş-

maya başlamasıyla birlikte BİT tabanlı sistem ve uygulamaların kullanılabilirliği hakkında daha iyi sonuçlar alınmaya başlanmıştır. Göz izleme teknolojisi kullanılarak yapılan araştırmaların genellikle 2-boyutlu ortamlarda yürütüldüğü görülmektedir. Bu teknoloji kullanılarak 3-boyutlu ortamlardan elde edilen verileri analiz etmek 2-boyutlu ortamlara göre daha zahmetli ve güçtür. Bu çalışmada 3-boyutlu ortamda göz izleme teknolojisi ile elde edilen veriler analiz edildiğinde, şunları söylemek mümkündür:

Hazırlanmış ortamda kullanıcılara kütüphaneyi tanıması için verilmiş olan nesne bulma görevleri (arama yapması için bilgisayar, çalışma yapılması için çalışma odası, vb.) bulunmaktadır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre, kullanıcıların görevlerini yerine getirirken aradıkları nesneyi gördüklerinde bu nesneye odaklandıkları görülmüştür. Ortamın amacı doğrultusunda katılımcılara tamamlamaları istenilen görevler sunmak veya ulaşmak isteyecekleri hedefler ortaya koymak ve bunların net olması ortamın kullanılabilirliğini artırabilir. Öte yandan kullanıcının hedefine ulaşması için ipuçlarının ulaşılacak hedeften daha az çarpıcı olması gerektiği de söylenebilir. Yoksa kullanıcı hedefe ulaşma yolundaki ipuçlarıyla çok fazla zaman kaybedebilir. Bu durum ortamın kullanılabilirliğini olumsuz etkileyebilir.

3-boyutlu kütüphane oryantasyon ortamında kullanıcı hedefi ararken ekranın her tarafını taramıştır. Bu durum göz izleme aracında göz hareket çizgilerinin uzaması şeklinde gösterilmiştir. Göz hareket çizgilerinin uzaması kullanıcının hedefine ulaşırken izlediği yolların uzunluğu [7] olarak düşünülürse mevcut 3-boyutlu ortamların geliştirilmesinde kullanıcıyı hedefine en kısa yoldan ulaştıracak çözümler aranmalıdır. Benzer şekilde kısa bakış çizgilerinin sayısı da kullanıcının hedefi bulmakta zorlandığı zaman artmıştır. Bu nedenle mevcut 3-boyutlu ortamların kullanılabilirliği açısından bu tür ortamların geliştirilmesinde kullanıcının hedefine doğru ilerlerken yanlış-

ya düşmesine yol açacak, dikkatini dağıtacak unsurlara yer verilmemesi uygun olacaktır.

3-boyutlu ortamların tasarımında ortamın gerçek ortamlarla bire-bir örtüşmesi sanılanın aksine kullanılabilirliği artırmamaktadır. Bu çalışmada kullanıcı kitap ödünç alma birimini (bürosunu vb. yerleri) bulmakta zorlanmıştır. Çünkü bu tür yerlerin adının yazılı olduğu tabela o birimin üzerine gerçek ortamdaki gibi yazılmıştır. Kullanıcı ortamlarla ilgili birimi ararken aradığı birimin adını okumak (doğru yeri bulduğundan emin olmak) için durmak zorunda kalmıştır. Göz izleme teknolojisi bu durumu kullanıcının hedefe yaklaştığını hissettiği zaman göz hareket çizgilerinin uzaması ve kısa bakış çizgi sayısının artması olarak ortaya koymuştur.

## 7. Kaynaklar

- [1] Acartürk, C., & Çağıltay K. (2006). İnsan bilgisayar etkileşimi ve ODTÜ’de yürütülen çalışmalar. Akademik Bilişim 2006 Bildiriler Kitapçığı, 9-11 Şubat 2006, Denizli.
- [2] Albert, W. (2002). Do web users actually look at ads? A case study of banner ads and eye-tracking technology. In Proceedings of the Eleventh Annual Conference of the Usability Professionals’ Association.
- [3] Duchowski, A.T.(2002). A breadth-first survey of eye tracking applications. Behavior Research Methods, Instruments and Computers, 1-16.
- [4] Hannafin, M. J., Hannafin, K. M., Hooper, S. R., Rieber, L. P., & Kini, A. S. (1996). Research on and research with emerging technologies. Ch 12 in David H. Jonassen (Ed.).
- [5] Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1976). Eye fixations and cognitive processes. Cognitive Psychology, 8, 441-480.
- [6] Goldberg, H. J., & Kotval, X. P. (1999). Computer interface evaluation using eye movements: Methods and constructs. International Journal of Industrial Ergonomics, 24, 631-645.
- [7] Goldberg, H. J., & Wichansky, A. M. (2003). Eye tracking in usability evaluation: A practitioner’s guide. In J. Hyönä, R. Radach, & H. Deubel (Eds.).
- [8] Goldberg, J. H., Stimson, M. J., Lewenstein, M., Scott, N., & Wichansky, A. M. (2002). Eye tracking in web search tasks: Design implications. In Proceedings of the Eye Tracking Research and Applications Symposium 2002 (pp. 51-58). NY: ACM Press.
- [9] Nielsen, J., (1997). What is usability?
- [10] Poole, A., & Ball, L. J. (2005). Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Current status and future prospects. Chapter in C. Chaoui (Ed.): Encyclopedia of HCI. Pennsylvania: Idea Group.
- [11] Russel, M.C. (2006). Hotspots and hyperlinks: Using eye-tracking to supplement usability testing, <http://www.uigarden.net/english/hotspots-and-hyperlinks> adresinden 03 Ocak 2009 tarihinde erişildi.
- [12] Özçelik, E., Kursun, E., & Çağıltay K. (2006). Göz hareketlerini izleme yöntemiyle üniversite web sayfalarının incelenmesi. Akademik Bilişim 2006 Bildiriler Kitapçığı, 9-11 Şubat, 2006, Denizli.