

Güvenlik Sistemi İzleyici Personelinin

Görsel Tarama Davranışının Analizi

Onur İnce, Mehmet Göktürk

Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
oince@gyte.edu.tr, gokturk@gyte.edu.tr

Özet: Son zamanlarda kent merkezlerinde gerçekleştirilen terör saldırıları, akıllara insanların güvenliğinin ne kadar iyi sağlandığı sorusunu getirmektedir. Bu sorunun cevabını verebilmek için ise koruma görevini icra eden güvenlik güçlerinin performanslarının değerlendirebiliyor olması gerekmektedir. Yapılan bu çalışmada güvenlik sistemi kamera görüntüleri izleyici personelinin görsel tarama başarısı deneyler ile analiz edilmeye çalışılmaktadır. Deneylerde ekranda amaç dışında beliren dikkat çekici resim veya sayıların görsel dikkati düşürüp düşürmediği sorgulanmaktadır. Dikkatin bu nedenlerden ötürü düşmesi durumunda izleyici personelin dikkatini üst seviyede tutmak için bir kontrol mekanizması önerilmiş, yapılan kontrollü deneylerle bu önermenin doğruluğu ispat edilmeye çalışılmıştır. Deney sonuçları analiz edildiğinde kontrol mekanizması olarak önerilen ek hedeflerin görsel dikkat üzerinde oto-kontrol sağladığı görülmüş, gerçek sistemlere getirilecek benzer bir kontrol mekanizması ile daha yüksek başarımlar elde edileceği sonucuna varılmıştır.

Abstract: The latest terror attacks performed in the city centers bring the question 'how good the protection of the people is provided' to the mind. In order to answer this question, it is required to be able to evaluate the performance of the security teams. In this study, the security system human operator's success is tried to be evaluated through the experiments. In the experiments it is queried that when some attractive images or numbers appear on the screen, does the visual attention decrease? If the visual attention decreases because of those, a control mechanism is suggested to keep the visual attention at the highest level. The correctness of the suggestion is tried to be proven with the control experiments. When the results of the experiments are analyzed, it is seen that the additional goal which is suggested as a control mechanism provides an auto-control on the visual attention. It is understood that when a similar mechanism is applied to the real systems, better results would be achieved.

Anahtar Kelimeler: Göz İzleme, Görsel Dikkat, Görsel Tarama Davranışı.

1. Giriş

Hava trafik kontrolörlüğü, nükleer santral kontrol odası operatörlüğü, havalimanı giriş kapısı X-Ray üniteleri kontrol personeli gibi görsel göstergelerde sunulan bilgiyi izlemek üzerine kurulmuş olan görevlerin sayısı günümüzde gitgide artmaktadır. Bu görevleri icra eden operatörler için tasarlanan kontrol odaları, bu operatörlerin görsel kapasite ve yetenekleri de hesaba katılarak tasarlanmaktadır. Her ne kadar bu sis-

temlerde görsel tarama sıklıkları ve yöntemleri hakkında kesin kararlar verilemese de, tecrübeli operatörlerin, monitor üzerinde meydana gelen değişiklikleri, yineleme sıklıklarına göre tarama eğilimi içinde oldukları kabul edilmektedir [1]. Bu tarz kritik görevleri icra eden operatörlerin, verilen görev haricinde bir davranış sergileme gibi bir lüksleri yoktur. Elbette çok iyi tanımlanmış hedefleri olan bir görevin ve bu görevi icra etmek için belirli bir sebebin de tanımlı olması gerekir. Görsel tarama davranışı üzerine çalışma

yapacak olan araştırmacılar, bu varsayımları kabul ederek işe koyulmalıdır.

1971 yılında, Noton ve Start, görsel tarama güzergâhını, görüntülenen alan içinde tekrarlayan sabitleme (fixation) ve sıçrama (saccade) hareketleri olarak ifade etmektedirler. Sabitlemeler dikkatin bir noktaya yoğunlaştığını gösteren, gözün bir süre hareketsiz kalması; sıçramalar ise görmenin çok kısa olarak durakladığı, gözün bir alandan bir diğer alana yaptığı sıçrama hareketleri olarak tanımlanabilir [2]. Göz hareketleri üzerine yapılmış olan araştırmalarda izleyicilerin sahne veya göstergeleri izlemeleri esnasında gerçekleştirdikleri görsel hareket ve görsel aramaların rasgele olmadığı, bu hareketlerin sahnenin içeriği ve izleyicinin bakış hedefine de bağlı olduğu ortaya konmuştur [3]. Bakılan sahnedeki detaylar, sabitleme ve sıçrama paternlerini ciddi şekilde etkilemektedir. Sahne içerisindeki bir alan, diğer kısımlardaki detay seviyesinden daha az detay içermesine rağmen çok daha fazla dikkat çekebilmektedir. İzleyiciler diğer noktalara nazaran farklılık ve aykırılık içeren alanlara dikkatlerini çok daha erken yöneltmekte ve buralarda çok daha sık ve uzun süreli sabitlemeler yapmaktadırlar [3]. Bir amaç doğrultusunda olsun veya olmasın, sabitleme ve sıçrama hareketlerinin arka arkaya gelmesi ile oluşan bakış güzergâhları, izleyicilerin görsel tarama davranışlarını ortaya koymaktadır. Sahnede birden fazla görsel uyarı bulunması durumunda, bu uyarıların belirme sıraları, şiddet ve süreleri görsel tarama güzergâhının oluşmasındaki etkenler olarak göze çarpmaktadır. Görsel tarama davranışının modellenmesinde, belirli alanlarda gerçekleşen uyarıların gerçekleşme süre ve sıklıklarının sağlanması gerekmektedir [4]. Gözlemcinin uyarının gerçekleştiği alan için harcaması gereken sabitleme süresi, bu alan için üretilen sinyallerin karakteristiklerinden hesap edilebilmektedir. İzleyici A bölgesini izlerken, B bölgesinin dikkati tetikleyici sinyal çıkartması durumunda izleyici meşgul durumda olacaktır. Birden fazla kaynağın çakışan zamanlarda uyarı yayınlamaları durumunda, izleyicinin sis-

tem üzerindeki hâkimiyeti kaybolacak, kaynaklara ayrılan dikkatler karışmaya başlayacaktır [1]. Ve bu durum aşırı yüklenme olarak tanımlanmaktadır. Değişik kaynaklara ayrılan gözlem süre ve sıklıklarını hesap etmede sıralama teorisinin oldukça işe yaradığı görülmektedir. Sıralama teorisine göre operatör veya gözlemci, göz hareketlerini yoğunlaştırdığı alan veya gösterge için belirsizliği henüz çözememiş, bir diğer alandaki belirsizlik seviyesi de eşik değerini aşmamış ise, belirsizliği çözemediği alana bakmaya devam edecektir. Ta ki diğer belirsiz alan, eşik değerini geçmediği sürece. Bu durumda bir alan, kendisi için sıra gelinceye dek, daha önce sıraya girmiş olan alanları beklemek durumundadır. Tabi bu genellemeler her durum için geçerli olamayabilir. Yapılan kabullere göre oluşması beklenen sabitleme süre ve sıklıkları değişiklik arz edebilir çünkü gözlemciye verilen hedef doğrultusunda görsel tarama davranışları farklılık gösterebilmektedir.

2. Amaç

Bu çalışmanın genel amacı uzun süreli görsel tarama faaliyeti gerçekleştiren güvenlik sistemi izleyici personelinin, zaman içerisinde görsel dikkat seviyelerindeki değişimi incelemek, eğer negatif yönde bir değişime rastlanırsa, bu değişimin etkisini giderebilecek bir yöntem önermek ve bu önermenin doğruluğunu deneylerle araştırmaktır. Bunun için deneklere güvenlik sistemi kamera görüntülerini temsilen, kontrollü olarak üretilmiş görüntüler izlettirilecektir. Görüntüleri izleme süresince deneklerin tüm göz hareketleri göz izleme cihazı ile kaydedilecektir. Göz hareketlerinden elde edilen kayıtlar ile görüntülere ait kayıtlar birlikte analiz edilerek, deneklerin izleme işlemi süresince sergiledikleri görsel tarama davranışları, görsel dikkat seviyelerindeki değişimler ve bu süreçteki örüntüler ortaya çıkarılacaktır.

3.Yöntem

Örneklem: Çalışmaya Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü'nde çalışan araştırma görevlileri ve öğ-

renim gören öğrencilerden 2 kız, 6 erkek olmak üzere toplam 8 kişi gönüllü olarak katılmıştır.

Deney deseni: Bu çalışmada toplam 4 adet senaryo tanımlanarak, senaryoların tamamını tüm katılımcılara uygulanmıştır. Senaryolarda bilişsel yük kuramı göz önünde tutularak, bilişsel sınırlara uygun içerikler tanımlanmıştır.

Veri toplama araçları ve işlem: Katılımcıların temel görevleri senaryo içeriklerine göre üretilen görüntüleri, yine senaryoda tanımlanan spesifik hedeflere göre takip ederek, istenilen bilgiyi bulmak, bulur bulmaz klavyedeki "BOŞLUK" tuşuna basmak ve görüntüleri hedefine uygun şekilde izlemeye devam etmektir. Bu sayede:

- katılımcının görevi hangi başarı oranında gerçekleştirdikleri,
- katılımcıların başarı oranının beklenen seviyenin altında olup olmadığı,
- dikkat dağıtıcı unsurların katılımcıların görsel dikkati üzerindeki etkisi,
- verilen ek hedef ile sağlanan kontrol mekanizmasının katılımcıların görsel tarama davranışı ve görsel dikkati üzerindeki etkinliği anlaşılacaktır.

Görüntüler 1024x768 çözünürlüğe göre üretilmiş, ekran 3x3 olmak üzere toplam 9 eşit bölgeye ayrılmıştır (Şekil 1).

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Şekil 1 Ekranın 3x3 olarak bölünmesi

Hazırlanan senaryolarda bu 9 bölgeye ait görüntü içerikleri, katılımcıya verilen hedef, beklenen katılımcı davranışı ve senaryo süreleri Tablo 1,2,3 ve 4'de sırası ile gösterilmektedir.

Süre: 240 sn

Hedef: Tüm tek sayıları tespit etmek

İçerik: 1 'den 9 'a kadar numaralandırılmış alanlarda, aynı hızlarla fakat değişik yönlerde hareket eden, değerleri 1 ile 50 arasında olan ve sabit sıklıklarla güncellenen sayılar

Beklenen Katılımcı Davranışı: Katılımcıya ait göz hareketlerinin; görüntülenen sayıların değişim frekansları, hareket hızları ile örtüşen bir örüntü sergilemesi, sabitleme noktalarının en sık tek sayı değişim frekansına sahip alanda yoğunlaşması ve kullanıcının tüm tek sayıları tespit etmesi

Tablo 1 Senaryo-1 bilgileri

Süre: 240 sn

Hedef: Tüm tek sayıları tespit etmek

İçerik: 1 'den 9 'a kadar numaralandırılmış alanlarda, değişik yön ve hızlarda hareket eden, değerleri 1 ile 50 arasında olan ve değişken sıklıklarla (ortalama 15sn 'de bir) güncellenen sayılar

Beklenen Katılımcı Davranışı: Katılımcıya ait göz hareketlerinin; görüntülenen sayıların değişim frekansları, hareket hızları ile örtüşen bir örüntü sergilemesi, sabitleme noktalarının yüksek değişim frekansına ve hızla sahip alanlarda yoğunlaşması, kullanıcının tek sayıları yüksek bir başarı oranı ile tespit etmesi

Tablo 2 Senaryo-2 bilgileri

Süre: 360 sn

Hedef: Tüm tek sayıları tespit etmek

İçerik: 1 'den 9 'a kadar numaralandırılmış alanlarda, değişik yön ve hızlarda hareket eden, değerleri 1 ile 50 arasında belirli sıklıklarla (tek sayılar için ortalama 25, çift sayılar için ortalama 12 saniye) güncellenen sayılar ve bu sayıların yerine belirli aralıklarla rasgele görüntülenen resimler

Beklenen Katılımcı Davranışı: Katılımcıya ait göz hareketlerinin; görüntülenen sayıların değişim frekansları, hareket hızları ile örtüşen bir örüntü sergilemesi, sabitleme noktalarının en sık değişim frekansına sahip alanda yoğunlaşması, görsel dikkatin belirli sürelerle resimlere kayması, bu nedenle kullanıcının sayıları senaryo 1 ve 2'ye nazaran düşük başarı oranı ile tespit etmesi

Tablo 3 Senaryo-3 bilgileri

Süre: 240 sn

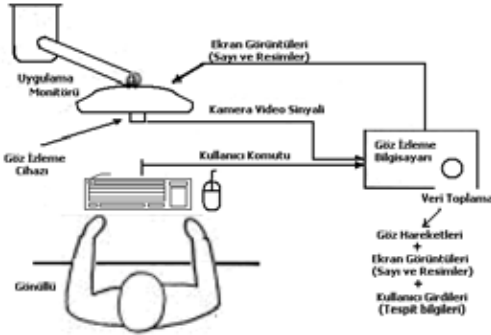
Hedef: Tüm tek sayıları ve 40'dan büyük çift sayıları tespit etmek

İçerik: Senaryo 3 içeriği aynen korunmuştur.

Beklenen Katılımcı Davranışı: Katılımcıya ait göz hareketlerinin; resim görüntülenmeyen tüm alanlarda eşit dağılması, resim görüntülenen alanların çok az sayıda göz hareketi alması, başarı oranının Senaryo 1 ve 2'ye yakın olması

Tablo 4 Senaryo-4 bilgileri

Deney Düzeneği: Veriler LC Technologies firmasının ürettiği göz hareketlerini izleme donanımı kullanılarak toplanmıştır. Bu veriler yardımıyla bir katılımcının ekranın hangi noktasına, ne zaman, ne kadar süre ile baktığı belirlenmiştir. Göz hareketlerinin yanı sıra tüm ekran görüntüleri ve katılımcıların komutları da eş zamanlı olarak kaydedilmiştir. Şekil 2'de deney düzeneğinde yer alan sistem bileşenleri gösterilmektedir.



Şekil 2 Deney düzeneğinde yer alan bileşenler

4. Bulgular

Deneyler tamamlandıktan sonra kayıtlar incelendiğinde katılımcıların senaryo hedeflerine uygun hareket ettikleri görülmektedir. İlk senaryoda katılımcıların tamamına yakını benzer bir görsel tarama davranışı sergilemekte ve tüm alanlara neredeyse eşit miktarlarda bakmaktadırlar. İkinci senaryo da ise, diğerlerine nazaran daha hızlı hareket eden sayılara daha fazla yoğunlaştığı görülmektedir. 3 numaralı senaryonun sonuçları diğer senaryolara ait sonuçlarla kıyaslandığı va-

kit en düşük başarı oranına sahip senaryo olduğu görülmektedir. Senaryo 4'de, senaryo 3'de gösterilen başarı oranı daha yukarılara çıkmaktadır. Tablo 5,6,7,8'de sırası ile 4 senaryoya ait, tüm katılımcıların sonuçlarının ortalaması alınarak hesap edilen değerler sunulmuştur.

Alan No	Bakış oranı (%)	Sabitleme sayısı	Sayı değişim sıklığı	Sayı Yer değişikliği (piksel)
1	15.4	80	6	4437
2	10.5	80	7	4689
3	6.7	61	6	5931
4	13.9	108	8	11196
5	15.3	113	5	4967
6	8.18	69	7	4788
7	10.8	89	8	10548
8	10.4	80	5	6203
9	8.6	77	7	4135

Tablo 5 Senaryo 1 için tüm katılımcılara ait sonuçların ortalaması

Alan No	Bakış oranı (%)	Sabitleme sayısı	Sayı değişim sıklığı	Sayı Yer değişikliği (piksel)
1	9.8	56	9	2218
2	14.7	104	7	2218
3	12.8	83	7	19262
4	5.6	46	8	22184
5	17.29	116	5	18130
6	14.5	83	7	12189
7	8.7	71	8	7432
8	9.6	73	5	1328
9	6.64	57	7	921

Tablo 6 Senaryo 2 için tüm katılımcılara ait sonuçların ortalaması

Elde edilen sonuçlara göre, katılımcılara ek bir hedef vermek sureti ile sağlanmış olan kontrol mekanizması, toplam sabitleme sayısını arttırmaktadır. Artan bu sabitleme sayısı görsel arama işleminin daha da sıkılaştığını göstermektedir. Bu sayede resimler üzerindeki bakış sayısı azalmakta, dikkatin asıl gösterilmesi gereken yerlere kaydığı görülmektedir. Şekil 3'de tüm katılımcılara ait sonuçlardan seçilen, diğerleri ile benzer görsel tarama örüntüsüne sahip sonuçlardan örnekler sunulmaktadır.

Alan No	Bakış oranı (%)	Sabitlenme sayısı	Sayı değişim sıklığı	Sayı Yer değişikliği (piksel)
1	10	129	12	12116
2	14	239	12	3435
3	10	166	13	18024
4	8	145	14	18953
5	17	154	12	11756
6	10	159	11	22991
7	8	159	12	13421
8	11	202	15	10584
9	7	139	11	1427

Tablo 7 Senaryo 3 için tüm katılımcılara ait sonuçların ortalaması

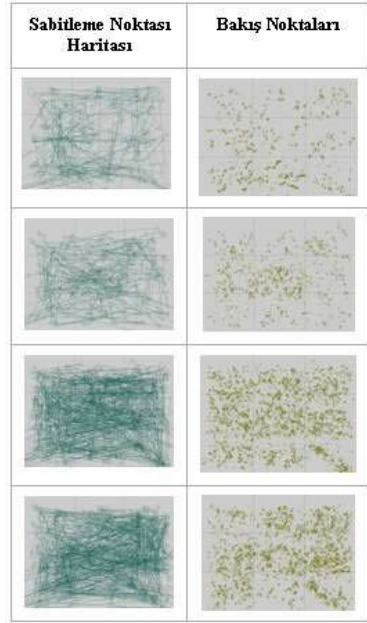
Alan No	Bakış oranı (%)	Sabitlenme sayısı	Sayı değişim sıklığı	Sayı Yer değişikliği (piksel)	Başarı Oranı
1	9.7	172	11	12115	%89
2	13.4	352	11	3435	
3	10.3	271	12	18023	
4	8.7	230	17	18951	
5	16	424	10	11754	
6	9	198	11	22988	
7	9	267	12	12117	
8	14	366	13	11092	
9	8	234	11	1427	

Tablo 8 Senaryo 4 için tüm katılımcılara ait sonuçların ortalaması

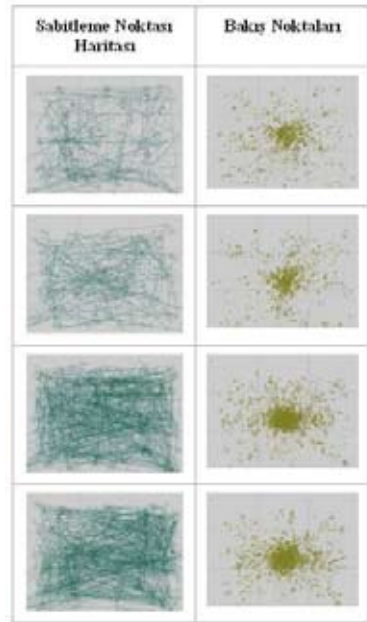
Sekil 4'de ise farklı bir izleme örüntüsü sunan katılımcıya ait sonuçlar gösterilmiştir. Her ne kadar farklı bir görsel tarama davranışı sergilemiş olsa da bu strateji en yüksek başarı oranını da beraberinde getirmiştir. Bu katılımcı için de, diğer katılımcıların sonuçlarına benzer olarak senaryo 4'de elde edilen başarı oranı senaryo 3'e nazaran daha yüksektir.

5. Sonuç

İnsanların önem kritik sistemlerde sergilemiş oldukları görsel tarama davranışlarını, göz hareketlerini izleyerek anlamak mümkün olmaktadır. Yapılan deneylerde bir kullanıcının sadece değişimlere odaklanarak, oluşan kontrast farklılıklarından faydalanmak sureti ile sergilemiş olduğu strateji göz izleme verileri kullanılarak



Sekil 3 Senaryo 1,2,3,4 için benzer görsel tarama davranışı sunan sonuçlardan örnekler



Sekil 4 Senaryo 1,2,3,4 için farklı görsel tarama davranışı sunan ancak benzer başarı elde eden katılımcıya ait sonuçlar

kolaylıkla tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmada benzer uygulamalar için de göz izleme tekniğinden faydalanılarak, kullanıcıların görsel tarama davranışlarının çözümlenebileceği görülmüştür. Güvenlik sistemi izleyici personelinin görsel tarama davranışında zaman içerisinde meydana gelen değişimler deneylerle gözlemlenmiştir. Deney sonuçlarının analiz edilmesi neticesinde kontrol mekanizması olarak önerilen ek hedeflerin görsel dikkat üzerinde oto-kontrol sağladığı görülmüştür. Gerçek sistemlere getirilecek benzer bir kontrol mekanizması ile daha yüksek başarımlar elde edileceği sonucuna varılmıştır.

Kaynaklar

[1] J. W. Senders, J. E. Elkind, M. C. Grignetti, and R.P.Smallwood, “An Investigation of the Visual Sampling Behaviour of Human Observers”, NASA Cr 434, 1965.

[2] R.J.K. Jacob and K.S. Karn, “Eye tracking in Human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises”, in the *Mind’s Eye: Cognitive and Applied Aspects of Eye Movement Research*, ed. by J. Hyona, R. Radach, and H. Deubel, Amsterdam, Elsevier Science, 2003, pp 573-605.

[3] Karn, K. and M. Hayhoe, “Memory representations guide targeting eye movements in a natural task”, in *Visual Cognition*, 2000, vol.7, pp 673-703.

[4] Robert A Lavine, John L. Sibert, M. Gokturk and B. Dickens, “Eye-tracking measures and human performance in a vigilance task”, in *Aviation, space, and environmental medicine*, 2002, vol. 7, no. 4, pp367-372.