



ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ

ANABİLİM DALI

**GÖZ ETKİLEŞİMLİ EĞİTSEL DİJİTAL OYUN TASARIMI:
KULLANICI DENEYİMLERİ VE KLAVYE KULLANIM
PERFORMANSININ İNCELENMESİ**

Yunus ODABAŞI

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Emine ŞENDURUR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Temmuz, 2019

TELİF HAKKI

2547 Sayılı Yükseköğretim Kanunu Ek Madde 40 hükümleri çerçevesinde (Ek:22/2/2018-7100/10 md.) “*Lisansüstü tezler yetkili kurum ve kuruluşlar tarafından gizlilik kararı alınmadıkça, bilime katkı sağlamak amacıyla Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi tarafından elektronik ortamda erişime açılır.*”

Araştırmacılar tezlerin tamamı veya bir bölümünü yazarın izni olmadan ticari veya mali kazanç amaçlı kullanamaz, yayımlayamaz, dağıtamaz ve kopyalayamaz. Ulusal Tez Merkezi Web Sayfasını kullanan araştırmacılar, tezlerden bilimsel etik ve atıf kuralları çerçevesinde yararlanırlar.

YAZARIN

Adı : Yunus

Soyadı : ODABAŞI

Bölümü : Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı

İmza :

Teslim Tarihi :

TEZİN

Türkçe Adı : Göz Etkileşimli Eğitsel Dijital Oyun Tasarımı: Kullanıcı Deneyimleri ve Klavye Kullanım Performansının İncelenmesi

İngilizce Adı : Gaze-based Interactive Educational Game Design: : The Investigation of User Experience and Keyboard Usage Performance

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu beyan ederim.

Yazar Adı Soyadı:

Yunus ODABAŞI

İmza:

.....

KABUL VE ONAY

Yunus ODABAŞI tarafından hazırlanan “**Göz Etkileşimli Eğitsel Dijital Oyun Tasarımı: Kullanıcı Deneyimleri ve Klavye Kullanım Performansının İncelenmesi**” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ondokuz Mayıs Üniversitesi **Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi** Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Emine ŞENDURUR

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Başkan: Dr. Öğr. Üyesi Selcan KİLİS

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı, Giresun Üniversitesi

Üye: Dr. Öğr. Üyesi REZAN YILMAZ

Ortaöğretim Fen ve Matematik Alan Eğitimi Anabilim Dalı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Emine ŞENDURUR

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı, Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Bu tezin **Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi** Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Tarihi: __/__/____

Prof. Dr. Ali ERASLAN

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

(İmza ve Mühür)



Anneme ve babama

TEŐEKKÖRLER

Çalıőmam boyunca yardım ve katkılarını benden esirgemeyen değerli danıőmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Emine ŞENDURUR'a saygı ve teőekkürlerimi sunarım.



**GÖZ ETKİLEŞİMLİ EĞİTSEL DİJİTAL OYUN TASARIMI:
KULLANICI DENEYİMLERİ VE KLAVYE KULLANIM
PERFORMANSININ İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Yunus ODABAŞI

ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz, 2019

ÖZ

Bu çalışmada eğitici içeriği olan göz etkileşimli bir oyun tasarlayarak kullanıcı deneyimi ve klavye kullanım performansları incelenmiştir. İnceleme sürecinde göz etkileşimi fare etkileşimiyle kıyaslanmıştır. Oyunun tasarım ve geliştirme aşamasında Unity3D oyun motoru kullanılmıştır. Göz etkileşimi için Eye Tribe geliştirici kiti kullanılmıştır. Oyun öncesinde el kızartma ve yazma oyunları alıştırma amaçlı olarak sürece dâhil edilmiştir. El kızartma, göz etkileşimi için alıştırma niteliğindedir. Yazma alıştırması ise katılımcıların klavye kullanım performanslarına dair ön veri toplamak için kullanılmıştır. Ana oyunda ise kullanıcıların klavyeye bakmamasını hedefleyen yazma görevleri dâhil edilmiştir. Çalışma temel olarak iki ana yapıdan oluşmaktadır: kullanıcı deneyimi ve klavye kullanım performansı. Kullanıcı deneyimi için toplanan veriler etkililik, verimlilik ve memnuniyet boyutlarıyla ele alınarak, gözlem verileri ve log verileriyle desteklenmiştir. Klavye kullanımı performansı için ise temel olarak log verileri kullanılmış ve de gözlem ve görüşmelerle desteklenmiştir. Araştırmada karma yöntem araştırma modeli kullanılmış ve iç içe geçmiş karma desene göre tasarlanmıştır. 30 gönüllü yetişkin katılımcı göz-klavye etkileşimi ve fare-klavye etkileşimi gruplarına ayrılmış ve hem alıştırmaları hem de oyunu tamamlamışlardır. Oyun süreçleri boyunca, katılımcıların tutum ve görüşleri, tepki süre logları, gözlemler ile sonrasında Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği ve görüşme sorularıyla nitel ve nicel olarak veriler toplanmıştır. Nicel veriler hem betimsel olarak hem de Mann-Whitney U testiyle analiz edilmiştir. Nitel verilerde ise içerik analizi kullanılmıştır. Verilerin

yorumlanması ise birbirini tamamlayan şekilde gerçekleşmiştir. Yapılan analizler sonucunda kullanıcı deneyimi etkililik, verimlilik ve memnuniyet açılarından gözlemlenmiştir. Klavye kullanım performansı açısından ise hız, hata ve kullanılan parmak sayısı değerleriyle gözlemlenmiştir. Araştırma sonuçlarında göz izleme teknolojilerinin doğrudan fare yerine kullanıldığında performansa olumsuz etki edebileceği görülmüştür. Bakış imleç olarak kullanıldığında göz izleme teknolojilerinin daha hızlı odaklanma imkânı sağladığı ama fare gibi sabit tutmanın - var olan göz reflekslerinin etkisi ile- oldukça zor olduğu da görülmüştür. Yine de bu olumsuz etkilerin -ilk defa kullanıldığında dahi- görevleri tamamlamayı engelleyecek boyutta olmadığı da bu çalışma ile elde edilen bulgular arasındadır. Teknolojinin gelişimi ile yaygınlaşma imkânı bulan ve büyük bir potansiyel barındıran göz izleme teknolojileri uygulamalarının, oyun vb. yazılım örnekleri arttıkça insan bilgisayar etkileşimi ve eğitim alanlarında daha fazla yaygınlaşacağı tahmin edilmektedir

Anahtar Kelimeler : eğitim teknolojileri, eğitsel oyun, göz izleme teknolojileri, göz etkileşimi

Sayfa Sayısı : 110

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi Emine ŞENDURUR

**GAZE-BASED INTERACTIVE EDUCATIONAL GAME DESIGN:
THE INVESTIGATION OF USER EXPERIENCE AND
KEYBOARD USAGE PERFORMANCE**

MS Thesis

Yunus ODABAŞI

ONDOKUZ MAYIS UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

July, 2019

ABSTRACT

In this study, user experience and keyboard usage performances are examined through designing an educational game that is based on eye movements interaction. During the examination process, eye interaction was compared with mouse interaction and eye tracking device was compared with computer mouse. The Unity3D game engine was used to develop the content and a 10-finger keyboard exercise game. The game was designed in two versions with regards to interaction type: one with the mouse and the other with eye tracking device *the Eye Tribe Development Kit*. Hand slapping and writing exercises were included as pre-practice. Hand slapping, is an exercise for eye interaction. The writing exercise was used to collect preliminary data on the keyboard performance of the participants. In the main game, assigned tasks included to prevent users from looking at the keyboard. The study basically consists of two main structures: user experience and keyboard performance. The data collected for the user experience were handled with effectiveness, efficiency and satisfaction dimensions and supported by observation data and log data. For keyboard performance, log data were used as a basis and triangulated by observations and interviews. The mixed research method was used, and the embedded design was used. 30 higher education students are divided into eye-keyboard interaction and mouse-keyboard interaction groups and they played 10 finger keyboard games and exercises. Game processes, participant attitudes and views recorded with response time log and observation during the game, and then the System Usability Scale and interview questions were utilized.

The collected response time logs were analyzed and interpreted using Mann-Whitney U test. The descriptive analysis method was used for the qualitative data. All collected data were interpreted by combining both qualitative and quantitative analyses methods. The analyses were observed in terms of effectiveness, efficiency and satisfaction. Regarding keyboard usage performance, speed, error and number of used fingers were examined. The results indicated that utilizing eye tracking as a means of interaction might result in negative performance utilizing use directly in the place of the mouse. It has been found that eye tracking technologies enable faster focusing when used as a gaze cursor, but keeping it fixed like a mouse is difficult with the effect of existing eye reflexes. Nevertheless, these negative effects - even when used for the first time - did not prevent completion of the tasks in the current study. With the development of technology to find widespread potential and eye tracking technology applications, games, etc. as the number of software samples increase, it is estimated that human computer interaction and education will become more prevalent.

Key Words : educational technology, educational games, eye tracking technology, gaze-based interaction

Number of Pages : 110

Advisor : Asst. Prof. Dr. Emine SENDURUR

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI.....	II
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	III
KABUL VE ONAY	IV
TEŞEKKÜRLER	VI
ÖZ.....	VII
ABSTRACT	IX
İÇİNDEKİLER	XI
TABLolar LİSTESİ.....	XIV
BİRİNCİ BÖLÜM.....	1
I. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Önemi ve Özgünlüğü	3
1.2 Araştırma Problemleri.....	5
1.3 Terminoloji.....	6
İKİNCİ BÖLÜM	8
II. KURAMSAL ÇERÇEVE.....	8
2.1 Eğitim Teknolojileri	8
2.1.1 Eğitim Teknolojilerinin Tarihçesi	9
2.1.2 Eğitim ve Öğretim Yazılımları	11
2.2 Oyun ve Öğrenme.....	12
2.2.1 Eğitsel Oyun Türleri ve Oyunların Potansiyel Öğrenme Alanları ...	14
2.3 Dijital Oyunlar.....	17
2.3.1 Dijital Oyunların Tarihçesi.....	18
2.4 Oyun Motorları.....	20
2.5 Göz İzleme Teknolojileri.....	20
2.5.1 Göz İzleme Teknolojilerinin Tarihçesi	21
2.5.2 Göz İzleme Teknolojilerinin Kullanıldığı Alanlar	22
2.5.3 Göz İzleme Teknolojileri Yazılım ve Donanımları	25
2.6 İnsan Bilgisayar Etkileşimi ve Kullanıcı Deneyimi	25
2.6.1 Günümüzde İnsan.....	25
2.6.2 Günümüzde Bilgisayar	26
2.6.3 Günümüzde Etkileşim	26
2.6.4 Kullanıcı Deneyimi	27

2.7 Özet.....	29
ÜÇÜNCÜ BÖLÜM	31
III. YÖNTEM.....	31
3.1 Araştırmanın Türü ve Deseni.....	31
3.2 Araştırma Grubu.....	32
3.3 Oyun Tasarımı ve Geliştirme Süreci	33
3.4 Uygulama Süreci.....	46
3.5 Veri Toplama Araçları.....	48
3.5.1 Gözlem Formu	48
3.5.2 Ses Kaydı	49
3.5.3 Oyun Veri Dosyaları.....	49
3.5.4 Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği	51
3.5.5 Görüşme Soruları	51
3.6 Veri Toplama Yöntemi	51
3.7 Verilerin Analizi	52
3.8 Sınırlılıklar	52
3.9 Çalışmanın Varsayımları.....	52
3.10 Çalışmanın Geçerliliği ve Güvenirliği.....	52
DÖRDÜNCÜ BÖLÜM	54
IV. BULGULAR.....	54
4.1 Göz Etkileşimli Klavye Alıştırması Oyununda Kullanıcı Deneyimleri....	54
4.1.1 Etkililik	54
4.1.2 Verimlilik.....	56
4.1.3 Memnuniyet.....	57
4.2 Göz ve Fare Etkileşimlerinin Performans Karşılaştırması	63
4.2.1 Alıştırma ve Oyun Bölümündeki Ortalama Yazma Süreleri	63
4.2.2 Alıştırma ve Oyun Bölümündeki Yanlış Girilen Harf Sayıları.....	71
4.2.3 Alıştırma ve Oyun Bölümündeki Kullanılan Parmak Sayıları	77
BEŞİNCİ BÖLÜM	84
V. SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER.....	84
5.1 Sonuç ve Tartışma	84
5.2 Öneriler	91
5.2.1 Araştırmaya Yönelik Öneriler.....	92
5.2.2 Eğitimcilere Yönelik Öneriler	93
5.2.3 Oyun Tasarımına Yönelik Öneriler	93
KAYNAKÇA	95



TABLolar LİSTESİ

Tablo 1: Toplam Katılımcı Sayıları	32
Tablo 2: Katılımcıların Yaş Ortalamaları	33
Tablo 3: Alıştırma ve Oyun Tamamlama Ortalama Süre Verileri	55
Tablo 4: Etkileşim Yönteminin Uygulamadaki Etkisi Hakkındaki Görüşler	57
Tablo 5: Alıştırma ve Oyun Bölümlerinde Katılımcının Oyunu Sezgisel Olarak Oynayabilmesine Dair Gözlem Tablosu	58
Tablo 6: Katılımcıların Kullandıkları Etkileşimin Sezgisel Bir Deneyim Sağlamasına Yönelik Görüşleri	59
Tablo 7: Katılımcıların Alıştırmalar ve Oyun Hakkındaki Görüşleri	61
Tablo 8: Etkileşim Yöntemine Göre Olumlu ve Olumsuz Yönler	62
Tablo 9: Alıştırma Bölümü Toplam Harfler Yazma Süreleri Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	63
Tablo 10: Alıştırma Bölümü Yakın Harfler Yazma Süreleri Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	64
Tablo 11: Alıştırma Bölümü Yakın Harfler Yazma Süreleri Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	65
Tablo 12: Oyun Bölümü Toplam Harfler Yazma Süreleri Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	66
Tablo 13: Oyun Bölümü Yakın Harfler Yazma Süreleri Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	67
Tablo 14: Oyun Bölümü Uzak Harfler Yazma Süreleri Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	67
Tablo 15: Fare-Klavye Grubu Süreleri	69
Tablo 16: Göz-Klavye Grubu Süreleri	70
Tablo 17: Odaklanma Süreleri Karşılaştırması	70
Tablo 18: Alıştırma Bölümü Toplam Harfler Yanlış Yazılan Harf Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	71
Tablo 19: Alıştırma Bölümü Yakın Harfler Yanlış Yazılan Harf Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	72
Tablo 20: Alıştırma Bölümü Uzak Harfler Yanlış Yazılan Harf Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	73
Tablo 21: Oyun Bölümü Toplam Harfler Yanlış Yazılan Harf Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	74
Tablo 22: Oyun Bölümü Yakın Harfler Yanlış Yazılan Harf Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	75
Tablo 23: Oyun Bölümü Uzak Harfler Yanlış Yazılan Harf Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	75
Tablo 24: Alıştırma 2 ve Oyun Bölümlerinde Klavyeye Bakma Davranış Sıklıkları	76
Tablo 25: Alıştırma Bölümü Toplam Harfler Kullanılan Parmak Sayıları Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	78
Tablo 26: Alıştırma Bölümü Yakın Harfler Kullanılan Parmak Sayıları Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	79
Tablo 27: Alıştırma Bölümü Uzak Harfler Kullanılan Parmak Sayıları Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	80
Tablo 28: Oyun Bölümü Toplam Harfler Kullanılan Parmak Sayıları Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları	80

Tablo 29: Oyun Bölümü Yakın Harfler Kullanılan Parmak Sayıları Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	81
Tablo 30: Oyun Bölümü Uzak Harfler Kullanılan Parmak Sayıları Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları.....	82



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Araştırmanın Genel Süreçleri	32
Şekil 2: Uygulamanın Oyun Tasarımı ve Geliştirme Süreci.....	34
Şekil 3: Birinci Bölümün Tasarımından Kareler	36
Şekil 4: Birinci Bölüm Kafanın Kodları	37
Şekil 5: Birinci Bölüm Kolların Kodları	38
Şekil 6: İkinci Bölümün Tasarım Aşaması	38
Şekil 7: Harflerin Sıralandığı Dizi	39
Şekil 8: İkinci Ağıştırma Bölümünün Kodları.....	40
Şekil 9: Üçüncü Bölümün Tasarımından Kareler	41
Şekil 10: YeniZombiAraba Fonksiyonu	42
Şekil 11: Dronun Hareketini Sağlayan Kodlar	42
Şekil 12: Oyun Bölümünden Örnek Sahne	43
Şekil 13: Oyun Bölümünün Hikâyesi	45
Şekil 14: Uygulama Süreci.....	46

SİMGELER VE KISALTMALAR

AECT Association for Educational Communications and Technology (Eğitimsel İletişimler ve Teknoloji Derneği)
eski adı ile DAVI (Department of Audio-Visual Instruction)

GİT Göz İzleme Teknolojileri

ISO International Organization for Standardization
(Uluslararası Standartlar Örgütü)

SKÖ Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği

BİRİNCİ BÖLÜM

I. GİRİŞ

Günümüzde hızla günlük hayata eklenen yeni teknolojilerin birçok alanda olduğu gibi eğitimde de etkileri görülmektedir. Hemen hemen herkesin ulaşabileceği ve kullanabileceği bir araç olan bilgisayarlar formal ve informal eğitimde temel araç olarak ya da destekleyici olarak kullanılmaktadır. Bilgisayarlar eğitim alanı dışında da günlük hayatta eğlence amaçlı olarak da yoğun olarak kullanılmaktadır. Bilgisayar oyunları bu eğlencelerden biridir. Bilgisayar oyunları giderek yaygınlaşarak eğlence amaçlı geleneksel ve dijital olmayan oyunların yerlerine geçmektedir. Oyunlar, eğlencenin yanı sıra öğrenme işlevi de sağlamaktadır. Oyunlar sayesinde çocuklar mücadele, kazanma, kaybetme, kendini geliştirme gibi pek çok deneyimi gerçek hayata göre daha kontrollü bir alanda edinebilirler. Günümüzde artan teknolojik gelişmeler ve teknolojiye erişim fırsatları ile geleneksel oyunların bir yansıması sayılabilecek dijital oyunlar; zaman, masraf ve uygulama kolaylığı açısından daha elverişli olmuş ve de oldukça popülerlik kazanmıştır. Her ne kadar popüler dijital oyunlarının faydalı olabileceğini gösteren çalışmalar olsa da (Bottino ve Ott, 2006; Ebner ve Holzinger, 2007; Harris ve Reid, 2005) dijital oyunlar genellikle eğitsel amaçlar dışında geliştirilmektedir (Van Eck, 2006). Alanyazında, eğitsel amaçlı olarak geliştirilen dijital oyunların etkili olduğunu gösteren çalışmalar yer alsa da (Tüzün, Yılmaz-Soylu, Karakuş, İnal ve Kızılkaya, 2009) formal ve informal eğitimde var olan potansiyelden tam olarak faydalanılmadığı varsayılabilir.

Günümüz öğrencileri, dijital oyun ve materyalleri dijital olmayanlara göre giderek daha fazla kullanmaktadır. Eğitimciler de öğrencilerin bu tercihlerinden faydalanmak için çeşitli dijital ortamlardan yararlanmaktadır. Dijital öğrenme materyalleri ve eğitsel dijital oyunların geliştirilmesi, dijital oyun tabanlı öğrenme (*digital game based learning*), elektronik destekleme sistemleri (*electronic support system*), ulaşılabilir öğrenme (*ubiquitous learning*) ve oyunlaştırma (*gamification*) seçenekleri öğretmenlerin envanterini genişletmekte ve öğretmenlere farklı bakış açılarıyla

birlikte uygulama fırsatları sağlamaktadır. Bu kavramlar eğitimde etkililiği artırmak için yapılan çalışmalarda sıklıkla ve genellikle bir arada kullanılmaktadır (Hwang ve Wu, 2012).

Araştırmacılar 21. yy.'da doğan ve teknolojiyle etkileşimi önceki nesillerden farklı bir boyutta olan kuşağa milenyumculular (*millenials*) (Howe ve Strauss, 2009), net jenerasyonu (*netgeneration*) (Oblinger, Oblinger ve Lippincott, 2005; Tapscott, 2008), 'homo zappiens' (Veen ve Vrakking, 2006, s27) gibi isimlendirmelerde bulunmuştur. 2000 sonrasındaki dijital gelişmelerle büyüyen nesle dijital yerli, önceki nesillere de dijital göçmen isimlendirilmesi de yapılmıştır (Prensky, 2001). Günümüzde eğitim kurumlarındaki eğitimcilerin çoğu dijital göçmen, öğrencilerin çoğu ise dijital yerli yaş aralığındadır. Bu kuşak farkı öğretmenlerin öğrencilerini anlamasını zorlaştırmaktadır (Prensky, 2001). Araştırmacılar da yeni teknolojilerle eğitim yaklaşımlarını sürekli incelemektedirler. Eğitimde, oyun özelliklerini katarak öğrenenlerin motivasyonunu arttırmayı amaçlayan ve böylece eğlenerek öğrenme sağlayan bilgisayar-temelli ortamların (*edutainment*) (Hannafin ve Peck, 1988) ve yüksek bilişsel beceri kazanımlarını hedefleyen ciddi oyunların (*serious games*) (Muzzylane, 2006; Simulearn, 2003) kullanım örnekleri mevcuttur. Eğitimciler için kullanımı kolay, öğrenciler için de eğlenceli olabilecek eğitsel oyunların günümüzün eğitim yaklaşımlarına uygun olarak geliştirilmesi; öğrenciler-öğretmenler ve de öğrenciler-öğrenme arasında daha güçlü bağlantılar kurabilir.

Bu tez çalışmasında 10 parmak klavye kullanma yetisini geliştirmek göz önüne alınarak bir oyun tasarlanmıştır. Eğitici bir amaç taşıyan bu oyun iki farklı etkileşim yöntemiyle katılımcılara kullandırılmıştır. Fare etkileşimi grubu katılımcıları, fare ve klavye ile oyunu tamamlarken; göz etkileşimi grubu katılımcıları, göz izleme ve klavye ile oyunu tamamlamıştır. Oyunu tasarlamak için Unity3D oyun motoru kullanılmış ve Eye Tribe Development Kit göz izleme cihazı göz izleme teknolojisi (*eye tracking*) olarak kullanılmıştır. Fare-klavye ya da göz-klavye seçenekleriyle oynanabilecek 10 parmak klavye alıştırmaları oyunu tasarlanmıştır. Bu çalışma sürecinde, yetişkinlere alıştırmalar ve oyun bu etkileşim yöntemleri ile kullandırılarak iki etkileşim yönteminin kullanıcı deneyimi açısından farkları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu gözlemler ve elde edilen sonuçlar doğrultusunda çeşitli önerilerde bulunulmuştur.

1.1 Çalışmanın Önemi ve Özgünlüğü

Dijital oyunların motivasyon artırıcı etkileri pek çok çalışmada görülmektedir (Burguillo, 2010; Dickey, 2011; Harris ve Reid, 2005; Papastergiou, 2009). Oyun tabanlı öğrenme ve eğitici oyunlar eğitim araştırmalarında ve okullarda giderek daha yaygın yer edinmektedir. Ama Whitton (2014) oyun tabanlı öğrenmelerde öğretilmesi amaçlanan konunun adeta kullanıcıya zorlanması durumundan bahsetmiştir. Aslında, oyun eğitim amaçlı tasarlanmamış olsa bile, merak uyandırıcı ve öğrenmeye zemin oluşturacak şekilde tasarlandığında, kişi kendini öğrenme sürecinde bulabilir ve bu süreç oyun oynama sürecinin ötesine geçebilir (Gee, 2003). Whitton (2014) oyunun oyun ruhu taşımasını önemli olduğunu özellikle belirtmiştir. Yani, öğretme amacından önce oyunun “oynanabilirlik” (*playfulness*) amacının ön planda olması öğrenme için daha uygun bir zemin oluşturabilir. Oyunun geliştirilme amacı ne olursa olsun, oyuncunun oynama amacından daha önemli değildir (Whitton, 2014).

Günümüze kadar, oyunların tarihçesi incelendiğinde, oyunların teknolojiyle iç içe bir gelişim gösterdiği görülmektedir. Popüler oyun konsolları her dönemde kendilerine ait oyunlarla bu popülerliği arttırmak için kullanmış, bilgisayarlar için üretilen oyunlar birçok kişinin bilgisayar almasına ya da bilgisayarını yenilemesine sebep olmuştur (Kirriemuir, 2006). Bu teknolojilerin etkileşim kısımlarını; oyun konsollarında oyun kolları, bilgisayarlarda ise klavye ve fare oluşturmuştur. Günümüz dokunmatik ekranlı akıllı cihazları ise arayüz etkileşim aracını bütünleştirirken, çok küçük yaşta çocukların bile oyun oynamak için kullanabileceği bir etkileşim imkânı sunmuştur. Bu akıllı cihazların sunduğu etkileşim kolaylığı sayesinde okul öncesi çocuklarına bile hitap eden yüzlerce eğitici oyun üretilmiştir (“Google Play”, 2019). Dokunmatik ekranların sunduğu etkileşim farkı fare, klavye ve oyun kollarına göre daha az temsili hareket sağlaması ve daha doğal bir etkileşim sunmasındandır. Daha doğal etkileşim yolları sunmak için yeni oyun konsollarında hareket sensörleri, bilgisayarlarda takip yapabilen kamera yazılımları gibi yenilikler görmek mümkündür. Doğal etkileşim yöntemlerinden biri olan göz izleme teknolojileri (GİT) her ne kadar yüzyılı aşkın bir geçmişe sahip olsa da, video tabanlı türevlerinin günümüz bilgisayarlarıyla bütünleşerek günlük kullanım için yeterli etkililiğe kavuşması 2000’li yıllarda gerçekleşmiştir.

GİT, yalnızca gözlerini oynatabilen bireylerin de sözel iletişim kurmasını mümkün kılmış, otizm, şizofreni (Holzman, Proctor ve Hughes, 1973; Sasson, Pinkham, Weittenhiller, Faso ve Simpson, 2016), disleksi (Tariq ve Latif, 2016) gibi bazı hastalıklarda tanı koymaya ve rehabilitasyona destek olmuş ve daha verimli arayüzler geliştirmede tasarımcılara katkılar sağlamıştır (Bergstrom ve Schall, 2014). GİT'in kullanılabilirlik, market araştırmaları, engelli bireyler için iletişim aracı olmak gibi birçok alanda kullanımı son on yılda bilgisayarla birlikte yaygınlaşsa da günlük hayatın içinde bu yaygınlaşmaya örnek azdır. Buna başlıca sebep olarak bu donanımların yüksek ücreti görülebilir. Son birkaç yılda ise daha uygun fiyatlı alternatif modellerin çıktığı görülmektedir (Örn: "Eye Tribe", 2019; "Fove", 2019; "Tobii 4C", 2019). Yakın gelecekte hayatın her alanına daha fazla gireceği tahmin edilen sanal gerçeklik (*virtual reality*) ve artırılmış gerçeklik (*augmented reality*) cihazlarının da göz takibiyle uyumlu sürümleri üretilmeye başlanmıştır ("Fove", 2019; "Tobii VR Integration", 2019). Tobii 4C modeli özellikle profesyonel oyunculara ve oyun geliştiricilerine hitap etmektedir. İnternette yayın yapan profesyonel oyuncular ekranda baktıkları yeri Tobii 4C ile yayınlarında paylaşabilmektedirler. Bazı yüksek bütçeli oyun firmaları Tobii 4C cihazı ile uyumlu oyunlar (Örn: "Rise of the Tomb Raider", 2019) çıkararak oyunlarında gözün baktığı yere nişan alma gibi yeni etkileşimler katmıştır. Bunun yanında küçük bütçeli oyun geliştiricileri tamamen göz takibi ile oynanan oyunlar geliştirip paylaşmaktadırlar. Fove VR modeli Japonya ve Kore'de İnternet kafelerde kullanıma sunulmuştur ("Fove", 2019; "VIRTUAL GATE", 2019). Yine de bu modeller günlük hayat içerisinde ve eğitimde kendine yaygın bir alan edinebilmiş değillerdir. Bu durumun yazılım ve uygulama eksikliğinden kaynaklanma ihtimali yüksektir. GİT teknoloji ve uygulama olarak ilerledikçe farklı alanlardaki insan bilgisayar etkileşimi sorunlarına da daha estetik ve pratik çözümler sunarak yaygınlaşması mümkündür. Eğitim de bu alanlardan biridir.

Unity3D düşük bütçeli oyun geliştiricilerinin ve amatörlerin ücretsiz olarak kullanabileceği başlıca oyun motorlarından. Yazılım ve oyun geliştirme alanlarında tecrübesi olmayan kişiler dahi birkaç ay gibi bir sürede bu oyun motorunu kullanarak basit oyunlar geliştirebilir veya hazır oyun örneklerini modifiye ederek kendi oyunlarını yapmaya çalışabilir. Fove ve Tobii gibi firmalar Unity3D için SDK'lar (*Software Development Kits*) yayınlamıştır. Bu SDK'lar sayesinde göz etkileşimini

oyunlarına entegre etmek isteyen oyun tasarımcıları daha kolay bir geliştirme süreci ve daha fazla etkileşim seçeneği elde etmiştir.

Bu çalışmada, 10 parmak oyunu Unity3D 2018.4 sürümüyle oluşturulmuş ve Eye Tribe Development Kit göz etkileşiminin fare gibi kullanabileceği bir oyun tasarlanmıştır. Bu sayede potansiyel bir girdi aracı olan GİT'in kullanımına dair durumları irdelemek amaçlanmıştır. Bu tez çalışmasında, eğitimde ve günlük hayatta kullanılabilir dijital tabanlı öğrenmeye faydalı materyalleri geliştirmek, GİT ile desteklemek ve bu materyallerin etkisinin eksik/güçlü yanlarını açığa çıkarmak hedeflenmektedir. Ayrıca, bu çalışmanın amacı daha iyi ve daha doğal etkileşimli eğitsel materyaller oluşturacak yollar bulmak için de bir girişim olarak nitelendirilebilir. Gelecekte yaygınlaşması muhtemel olan göz etkileşimi teknolojilerinin ve bilgisayar destekli öğrenme uygulamalarının geliştirilmesinde öne çıkan durumlar incelenmiştir. Bu çalışma masaüstü bilgisayarlara yönelik oyunlar geliştirmeyi amaç edinmiş olsa da gelecek teknolojilerinin kullanımına dair fikirler vermesi beklenmektedir.

1.2 Araştırma Problemleri

Bu çalışmanın temel amacı, informal ve formal eğitimde uygulanabilecek bir oyun tasarlayarak GİT'in kullanımına ve performansına dair fikirler ve deneyimler elde etmektir. Bu genel amaç doğrultusunda aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

1. Göz etkileşimli klavye alıştırmaları oyununda kullanıcı deneyimleri nasıldır?
 - 1.1. Etkililik açısından fare etkileşimi grubuna göre farklılaşmakta mıdır?
 - 1.2. Verimlilik açısından fare etkileşimi grubuna göre farklılaşmakta mıdır?
 - 1.3. Memnuniyet açısından fare etkileşimi grubuna göre farklılaşmakta mıdır?
2. Klavye alıştırmaları oyunundaki katılımcıların performansı, göz ve fare etkileşimi grupları arasında anlamlı olarak farklılaşmakta mıdır?
 - 2.1. Alıştırma ve oyun bölümündeki ortalama yazma sürelerinde göz-klavye ve fare-klavye grupları arasında performans dağılımları anlamlı olarak farklılaşmakta mıdır?

2.2. Alıştırma ve oyun bölümündeki yanlış girilen harf sayılarına bakıldığında göz-klavye ve fare-klavye grupları arasında performans dağılımları anlamlı olarak farklılaşmakta mıdır?

2.3. Alıştırma ve oyun bölümündeki kullanılan parmak sayılarında göz-klavye ve fare-klavye grupları dağılımları anlamlı olarak farklılaşmakta mıdır?

Çalışmadan elde edilen veriler ışığında GİT'in temel bir etkileşim aracı olarak kullanımına dair imkânların ve kısıtlılıkların tespit edilmesi ve yeni teknolojilerin informal ve formal eğitimde kullanımını sağlayacak materyal geliştirilmesindeki süreçleri belirginleştirmek hedeflenmektedir. Böylelikle yeni materyal tasarlarken eğitimcilere yardımcı olmak, eğitim ve öğretimdeki repertuarlarını genişletmek amaçlanmıştır.

1.3 Terminoloji

- **Eğitim Teknolojisi:** “Uygun teknolojik süreçleri ve kaynakları oluşturarak, kullanarak ve yöneterek, öğrenmeyi kolaylaştırma ve öğrenme performansının iyileştirilmesi çalışması ve etik uygulamasıdır” (Januszewski ve Molenda, 2008, s. 1).
- **Göz izleme tekniği:** Basitçe kullanıcıların nereye baktığının izini takip etmektir. Kullanıcıların ekranlarda odaklandıkları yerler, en çok dikkatlerini çeken yerler ve kullanırken izledikleri yollar hakkında bilgiler veren tekniktir. Mevcut teknolojiyle, kullanıcıların bir bilgisayar ekranında baktıkları yolu gözlemlemek oldukça kolaydır (Nielsen ve Pernice, 2010).
- **Göz etkileşimli eğitsel oyun:** Bir göz izleme cihazıyla birlikte çalışmak üzere tasarlanmış oyundur.
- **Oyun motoru:** Oyun ve benzeri yazılımları geliştirmeyi kolaylaştıran arayüz ve yazılımı içeren bilgisayar programıdır.
- **Kullanılabilirlik:** Bir ürünün potansiyel kullanıcıları tarafından, belirli bir kullanım bağlamı içinde, amaçlanan kullanım hedeflerine ulaşmak için etkililik, verimlilik ve tatmin edicilik düzeyidir (ISO 9241-11, 1998).

- **Etkililik:** Bir kullanıcının amaçlanan hedefe tam ve doğru bir şekilde ulaşmasıdır (ISO 9241-11, 1998).
- **Verimlilik:** Bir kullanıcının amaçlanan hedeflere ulaşırken yeteneklerini doğru ve bütünlük içinde kullanmasıdır (ISO 9241-11, 1998).
- **Memnuniyet:** Bir kullanıcının bir ürünü ne düzeyde rahat ve uygun kullandığıdır (ISO 9241-11, 1998).



İKİNCİ BÖLÜM

II. KURAMSAL ÇERÇEVE

Oyun ve oyun tabanlı öğrenme eğitim araştırmalarında artan bir öneme sahiptir. GİT de özellikle teknoloji kullanımı araştırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu bölümde eğitim teknolojileri, oyun ve öğrenme, dijital oyunlar, oyun motorları, GİT ve insan bilgisayar etkileşimi kavramları hakkında bilgiler verilmiştir.

2.1 Eğitim Teknolojileri

Eğitim araçları kişi veya kişilerin zihninde var olan yapıları diğerk kişi ya da kişilere aktarmada kullandıkları araçları ifade etmektedir. İnsanların ilk çağlardan beri kullandığı dil bu araçlara ilk örnek sayılabilir. İnsanlar bilinen zamanın her döneminde günlük duygu ve düşüncelerini ifade etmede dili öncelikli olarak kullanmışlardır. Tarih öncesi mağaralarda bulunan resimler sanatsal örnekler olarak görülebileceği gibi o toplumlarda ki hayati alanlarda bilgi aktarımında da kullanıldığı düşünülebilir. Bu resimlerin sembollere, sembollerinde dildeki kelimelere dönüşmesiyle zamanla yazıda gelişmiş ve dil yazılı ve sözlü olarak gelişmeye devam etmiştir. Günümüzde de yaygın olarak kullanılan kitaplar bu gelişmelerle ortaya çıkmıştır. 19 yy. 'a kadarki eğitim kurumlarında ve bu kurumlar dışında eğitimde sözlü dil ve kitaplar temel alınarak kullanılmıştır. Yazı tahtası da son bir kaç yüzyıl içerisinde sınıflarda kullanılmaya başlanmıştır. Knezevich ve Eye (1970) “Yazı tahtası, öğretmen ve öğrencinin aynı esnek örneği eş zamanlı görmesine izin veren ilk ortak iletişim cihazlarından biriydi” (aktaran Gentry, 1995, s. 199) sözleriyle hem yazı tahtasının zamanında sağladığı yeniliğe hem de eğitim teknolojilerinin temel amaçlarından birine dikkat çekmiştir. Günümüzde Eğitim Teknolojileri denildiğinde genellikle kara tahta gibi öncüller dışındaki daha yeni teknolojiler -akıllı tahtalar, eğitim yazılımları vb.- kastedilmektedir. Eğitim teknolojileri her ne kadar farklı formlar alırsa alsın bu temel amacın ve daha iyi araçlar arama sebebinin değişmediğini söylemek mümkündür.

Eğitim teknolojisi son olarak “uygun teknolojik süreçleri ve kaynakları oluşturarak, kullanarak ve yöneterek, öğrenmeyi kolaylaştırma ve öğrenme performansının iyileştirilmesi çalışması ve etik uygulaması” olarak tanımlanmıştır (Januszewski ve Molenda, 2008, s. 1). AECT’nin yıllar içindeki Eğitim teknolojileri tanımlarına genel olarak bakıldığında bu tanımlarda: amaç olarak, mesaj iletimi ve bilgi aktarımından öğrenmeyi kolaylaştırıcı ortamlara geçildiği; performans ve etiğin tanıma eklendiği; durağan bilgidен dönüşen, uygulanabilen bilginin daha önemli hale geldiği; öğrencinin aktif, öğretmenin gözlemci rehber konumuna alındığı yorumları yapılabilir.

2.1.1 Eğitim Teknolojilerinin Tarihçesi

19. ve 20. yy. ‘da sanayileşmenin etkisiyle düzenli eğitim ve ğretim daha da yaygınlaşmış ve standartlaşmıştır. Yaşlara göre sınıflar oluşturulmuş fabrika benzeri bir yapı içinde bütün çocuklara temel alanlarda benzer eğitimler verilmiştir. 1914-1923 yıllarında görsel ğretim hareketi gelişmiş ve 1930’lu yıllara doğru ses kayıt ve radyo teknolojilerinin etkisiyle sesli-görsel akım olarak devam etmiştir. 1940 yıllarında ikinci dünya savaşı etkisiyle asker ve işçi yetiştirmede bilim adamlarının denetiminde işitsel-görsel materyaller yoğun olarak kullanılmış ve başarılı sonuçlar alınmıştır (Reiser, 2001). Savaş sonrası bu başarı okullarda da sağlanmaya çalışılmış ama çalışmalar genellikle medya/geleneksel eğitim kıyasıyla sınırlı kalmıştır.

Dale (1946) eğitim materyalleri arasında hiyerarşik bir sıralama öneren bir metafor olarak yaşantı konisini sunmuştur. 1950’lilerde eğitimde televizyon kullanımı popülerlik kazanmış ve ciddi destek görmüşlerdir ama eğitimde başarıya etkisi öncekiler gibi çok az olmuştur (Reiser, 2001). 1970’lere gelindiğinde terminolojide işitsel-görsel medya terimi yerini eğitim ve ğretim teknolojisi terimlerine bırakmaya başlamıştır. Bilgisayarlar 1950’lerde küçük çapta başlayarak, eğitim alanında sağlam bir yer edinmiştir. 1980’lerde bilgisayarların yaygınlaşmasıyla önceki medya türlerinde de beklenen devrim tekrar beklenmiş yine çok az bir etki gözlenmiştir (Reiser, 2001). 1990’ların ortasında internetin yaygınlaşmasıyla askeri ve okul eğitimde bilgisayarlar yaygın olarak kullanılmaya başlamıştır. Üniversiteler birbirini takip ederek uzaktan eğitim kursları amaya başlamıştır.

Eğitimde ağ atlama, devrim gibi ifadeler her yeni medya ve teknolojiyle tekrarlanırsa da öncelikli hedeflerin maliyeti düşürüp verimi arttırmak olduğu yorumu yapılabilir.

Eğitim sistemine ve okullara fabrika ve sanayi gözüyle bakıldığını da söylemek mümkündür. Öğrenciler bireyden çok malzeme olarak işlenmeye çalışılmıştır. Bilgisayarlar da ğretim reform hareketini teşvik etmek için bir katalizör olarak değil, çoğunlukla ğretim makineleri olarak kullanılmıştır (Niederhauser ve Stoddart, 2001). Davranışçı yaklaşımla birlikte, ğretmen bilgiyi aktaran ve konuyu merkeze alan konumdadır. Bu ekseninde, eğitim teknolojileri bilgi aktarımı sürecinde mekanik bir araç olarak tasarlanıp, uygulanmıştır.

Eğitimde karşılık bulmayan eğitim teknolojileri başarısı beklentilerden bahsederken unutmamak gerekir ki bahsedilen medyalar ve teknolojiler okullar dışında doğal hayata farklı yollardan nüfuz etmiştir. Televizyon, bilgisayar ve filmler her ne kadar okullarda devrim yaratmamış gibi görünse de hayatın doğal akışı içinde yavaş ama kesin değişimler meydana getirmiştir. Bunun yanı sıra klasik olarak ğretmen ve kitaplarla yapılan eğitimle bu teknolojileri kıyaslariken, birinin binlerce yıllık bir zemini, kültürü varken bu yeni teknolojilerin doğal hayatın içine yeni girdiğini ve hala değişim ve olgunlaşma süreçleri içinde olduğunu göz önünde bulundurmak gerekir. Bilhassa bir bilgisayar eğitiminde bir kitap gibi kullanılacaksa bu durum kitap kullanmaktan anlamlı bir fark göstermeyebilir. İnternetin yaygınlaşmasının, etkileşimli sanal ortamların insan hayatına girmesinin, insanların bilgiye ulaşmanın kolay olmasının eğitimde anlamlı bir fark ortaya çıkarmadığı varsayılsa dahi günlük hayatta birçok değişiklikler ve öğrenmeler yarattığını söylemek mümkündür. Yapılandırmacı yaklaşımlarla da desteklendiğinde bu yaklaşım daha farklı bir eğitim anlayışı oluşturabilecektir.

Teknoloji her ne kadar birçok şeyi kolaylaştırsa da, eğitimde amaç kişilerin yeni düşünceler oluşturmasına olanak sağlamak olduğu düşünüldüğünde, bir eğitimci kolaylık sağlayacağı kısımları seçerken dikkatli olmalıdır. Merrill (2002) en kalıcı öğrenme motivasyonu kaynağının öğrenmenin kendisi olduğunu belirtmiştir. Bir hikyeyi bir kitap ya da bir filmle anlatmak mümkün olsa da kitaptan filme aktarılan bir hikyenin aynı deneyimi yaratması beklenmemelidir. Daha da önemli olarak kullanılan teknoloji anlatılmak istenilen durumun yerine geçmemelidir.

2.1.2 Eğitim ve Öğretim Yazılımları

Niederhauser ve Stoddart, (2001) öğretmenlerin eğitim yazılımı kullanımı ile ilgili araştırmasında eğitim yazılımlarını iki temel grupta toplamıştır: (1) beceri kazandırma tabanlı yazılımlar: uygulama alıştırmaları ve klavye alıştırmaları, (2) açık uçlu yapılandırmacı yazılımlar: etkileşimli ve eğitici oyunlar, keşfedici yazılımlar, verimlilik ve sunum araçları. Beceri kazandırma tabanlı yazılımlar özü uyaran-tepki geri bildirim olan, öğrenmenin davranışçı ilkeleriyle öğrencilerin temel gerçekleri ve becerileri içselleştirmelerine yardımcı olmayı amaçlayan yazılımlardır. Açık uçlu yapılandırmacı yazılımlar ise öğrenme sürecini desteklemek için bir “mikro dünya” ortamı ve verimlilik araçları sağlar. Yapılandırmacı yaklaşımla kullanıldığında öğrencilere esnek bir çalışma alanı sağlar. Bilgisayar bir öğretim makinesi değil bir öğrenme aracıdır. Etkileşimli ve eğitici oyunlar yapılandırılmış bir bağlamda problem çözme öğrenmeye odaklanır. Keşfedici programlar öğrencinin keşif ile öğrenmesini sağlayan içeriğe özgü uygulamalardır. Verimlilik ve sunum araçları öğrencinin bilgiyi bulmalarında, organize etmelerinde, işlemelerinde ve sunmalarında destekleyen yazılımlardır.

Bilgisayar Destekli Öğretim uygulamalarının anında geri dönüt, kendi hızında öğrenme vb. birçok avantajı bulunurken uygulamalarının pahalı, yazılımını üretenler ile öğreticiler arasındaki işbirliği eksikliği olması gibi bir takım eksiklikleri vardır (Tanyeri, 2012). Kuzu'ya (2012) göre eğitimcilerin derslerini işlerken kullandıkları öğretim yazılımları 5 grupta toplanmaktadır, (1) özel öğretici yazılımlar: öğretmen rolünü üstlenerek, içeriği sunan, içeriğe alıştıran, geri bildirim veren, performans değerlendiren ve yönlendiren yazılımlardır, (2) alıştırma ve tekrar yazılımları: öğrenilenlerin geliştirilip, uygulanması ve yanlışların düzeltilmesine yönelik tasarlanmış amacı önceden öğrenilenlerin pekiştirilmesi olan yazılımlardır, (3) benzeşim yazılımları: genellikle bir sistemin nasıl çalıştığını yaparak, yaşayarak, gerçeğine yakın bir ortamda öğrenilmesini sağlamak için tasarlanan yazılımlardır, (4) problem çözme yazılımları: problemin nasıl çözüleceğini öğretilmesini hedeflemektedir, (5) eğitsel oyun yazılımları: bireylerin oyun oynama motivasyonlarından yararlanarak konuları öğrenmelerini ya da becerilerini geliştirmelerini oyunla sağlayan bu yazılımlar, kazandırılmak istenen bilgi ve becerilerin oyun içinde gizler.

2.2 Oyun ve Öğrenme

Oyun kavramı genellikle eğlence amacıyla yapılan bazı etkinlikleri ifade etmekte kullanılmıştır. Oyun kelimesi sözlükte “yetenek ve zekâ geliştirici, belli kuralları olan, iyi vakit geçirmeye yarayan eğlence” (TÜRK DİL KURUMU, 2019) olarak tanımlanmıştır. Vygotsky, çocuk gelişiminde -mış gibi yapma oyunlarından kurallı oyunlara doğru bir ilerleyiş belirtmiştir. Özellikle –mış gibi yapma oyunlarının önemiyle ilgili olarak "Gerçek yaşamda çocuğun gözlemleyemediği şey, oyun ile bir davranış kuralı haline gelmektedir" (Vygotsky, 1967, s. 9) ifadesini kullanmıştır. Çok küçük yaştaki bir çocuk bile evcilik oyunu oynarken, aile yapısını daha iyi anlayabilir. Ayrıca "oyun gelişimin kaynağıdır ve yakınsak gelişim alanı yaratmaktadır" (Vygotsky, 1967, s. 16) ifadesiyle oyunun çocuklar için temel bir gelişim aracı olduğunu da vurgulamıştır. Stadskev'e (1969) göre oyun oyuncular arasında, kurallar dâhilinde kazanmak için yapılan etkinliklerdir. Ulutaşdemir (2007), şiir ve masal okumak, resim çizmek, saklambaç ve taklit yapmak gibi etkinliklerin de oyun kavramının içerisinde olduğunu vurgulamıştır.

Whitton (2014), “oyun” tanımının, bir faaliyetin öğrenme bağlamındaki değerini belirlemede birincil olmadığını belirterek ve oyunu, meydan okuyucu; kural, hedef, ilerleme ve ödül içeren; gerçek dünyadan ayrılabilen; oyun ruhu içeren ve ek olarak rakip veya takım arkadaşı ile oynanan bir yapı olarak tanımlamıştır. Juul (2003), genel bir oyun tanımı oluşturmak için 1950’den 2000’li yıllara kadar farklı zamanlarda ortaya konmuş 7 oyun tanımı tabloştürmüştür ve bu tabloda tanımların birçok benzer öğeden oluştuğunu göstermiştir. Juul (2003) bu benzer yanlardan yola çıkarak bir oyunun: sabit kurallara, değişken ve ölçülebilir sonuçlara, değerlendirilebilir sonuçlara, oyuncu çabasına, oyuncunun sonuçla bağ kurmasına ve kaçınılabilir sonuçlara sahip olması gerektiğini belirtmiştir. Salen, Tekinbaş ve Zimmerman’a (2004) göre oyun, oyuncuların ölçülebilir bir sonuçla sonuçlanan, kurallarla tanımlanan yapay bir çatışmaya girdikleri bir sistemdir. Bu tanımlarda kuralların oyunu var eden ilk unsurlardan olduğunu açıkça görebiliriz. Bunun yanında sonuçların ölçülebilir olması (Juul, 2003; Salen ve diğerleri, 2004) kurallarla birlikte ortaya çıkan ve kurallara bağlı başka bir özelliktir. Her ne kadar meydan okuma, hedef ve ödül içermesi (Whitton, 2014), ölçülebilir bir sonuç ve bir çatışma (Salen ve diğerleri, 2004), değerlendirilebilir sonuçlar ve oyuncu çabası (Juul, 2003) gibi farklı şekillerde ifade

edilse de bir oyunda mutlaka rekabet hissini var olması gerektiği de anlaşılmaktadır. Salen ve diğerleri (2004) bu çatışmanın yapay olduğunu vurgulamış, Juul (2003) ise bu yapaylığı kaçınılabilir sonuçlar olarak belirtmiştir. Whitton (2014) gerçek dünyadan ayrılabilen ifadesiyle benzer bir yapay dünyayı işaret etmiştir. Juul (2003) ve Whitton'ın (2014) ifadelerinde bu ayrılığın kesin olmak zorunda olmadığını görmek mümkündür. Örneğin oyuncunun sonuçla bağ kurması (Juul, 2003) doğrudan gerçek yaşama etkileyebilecek bir durumdur. Yetişkin bireylerin bile bağlandıkları bir oyuna işlerinden daha çok vakit ayırması mevcut bir durumdur (Castronova, 2001). Whitton (2014) bir oyunun oyun ruhu içermesi gerektiğini belirtmeye ayrıca gerek görmüştür. Oyunlaştırmanın (*gamification*) günlük hayata katmaya çalıştığı değer oyun ruhu düşünüldüğünde daha iyi anlaşılabilir.

Juul (2003) bir oyun tanımının üç şeyi belirttiğini varsaymıştır: (1) Oyun kuralları tarafından oluşturulan sistem çeşitleri (oyun), (2) Oyun ile oyun oyuncusu arasındaki ilişki (oyuncu), (3) Oyunun oynanışı ve dünyanın geri kalanı (dünya) arasındaki ilişki. Salen ve diğerleri (2004) dijital oyunların özel niteliklerini özetleyen dört temel özellikten bahsetmiştir: anında ama dar etkileşim, bilgi çevirme, otomatik çalışan karmaşık sistemler ve ağ iletişimi. Whitton'a (2014) göre oyunlar: aktif öğrenmeyi ateşler, motivasyon yaratır, anlamlı oynama sağlar ve öğrenme teknolojileri gibi davranır ve bu nedenle (dijital ve geleneksel) oyunların, eğitim kurumlarının eğitim, öğretim ve değerlendirme açısından potansiyellerine katkı sağlayacağına inanmaktadır.

Juul, (2003) bir tanımın bütün oyunları kapsayamayacağını ama iyi bir tanımın neden kapsayamadığını net bir şekilde ifade etmesi gerektiğini öne sürmüştür. Kendi tanımındaki uç durumlar da kalan oyunları (rol yapma oyunları [kurallar eksik], yeteneğe bağlı kumar [kaçınılabilir sonuçlar eksik], şansa bağlı kumar [oyuncu çabası ve kaçınılabilir sonuçlar eksik], tamamen şansa dayalı oyunlar [oyuncu çabası eksik], açık uçlu simülasyonlar [değerlendirilebilir sonuçlar eksik]) ve oyun olmayanlar durumları (serbest biçimli oyun [kurallar eksik], trafik, hayat mücadelesi [kaçınılabilir sonuçlar eksik], filmler ve hikâye anlatma [değerlendirilebilir sonuçlar, oyuncu çabası, oyuncunun sonuçla bağ kurması eksik]) eksik kaldığı maddelerle örneklendirmiştir (Juul, 2003). Stenros (2017) altmıştan fazla oyun tanımını gözden geçirdiği, oyun ve oyun çalışmalarının ne olduğunu tanımlamayı amaçlayan çalışmasında belli başlı

temel soruların (en azından kendisine) açıklayabilmesi gerektiğini belirtmiştir. Bunlar: kuralları ne, işlevi ne, bir eser mi yoksa etkinlik mi ya da ikisinin karışımı mı olduğu, günlük yaşamla ilişkisi, oyuncuları, ne üretiyor, rekabetin rolü ne, hedefleri ne, ne tür olaylarla ilgili ve tanımlar hangi amaca hizmet eder sorularındır.

Oyunlar geleneksel ve dijital formlarındaki çeşitlilikleriyle insan hayatının önemli bir parçası olmaya devam etmektedir. Juul (2003), oyunların insan kültürüne katkısının çok büyük olduğunu öne sürmüştür. Bu katkıyı sadece kültürel olarak değil aynı zaman eğitim-öğretim alanlarında da görmek mümkündür. Oyunlar çocuk yaşta başlanılan ve hayat boyu devam edilebilen bir informal öğrenme yoludur. Özetle, oyunlar kurallarıyla amaçları belirginleştiren, mücadele ruhuyla zorluklara ve rekabete hazırlayan, oyun ruhuyla rahatlatan, yarattıkları dünyalarla oynayanlara ve izleyenlere farklı bakış açıları kazandıran, fiziksel, zihinsel ve de duygusal egzersizlerdir. Oyun tanımları dönem dönem farklılaşmış olsa da alanyazında temel özelliklerinin benzer şekilde kaldığını görmek mümkündür.

2.2.1 Eğitsel Oyun Türleri ve Oyunların Potansiyel Öğrenme Alanları

Geniş kapsamlı eğitsel oyun kategorisinde, ciddi eğitici oyunlar (*Serious Educational Games*), eğitim simülasyonları (*Educational Simulations*) ve ciddi oyunlar (*Serious Games*) dahil birçok oyun türü vardır ve bunlar eğitsel teknolojilerden e-öğrenme, 'edutainment', dijital oyun tabanlı öğrenme alanlarıyla birçok ortak yön içerir (Lamb, Annetta, Firestone ve Etopio, 2018). Eğitim simülasyonlarında görevler ve ilişkiler tekildir ve odak sınırlı bir alanda somut becerilerin geliştirilmesindedir, gerçek dünyadaki durum ne olursa olsun, kullanıcıya hemen hemen her ölçekte veya ortamda etkileşime girme fırsatı sağlar (Lamb ve diğerleri, 2018). Simülasyonlar ve oyunlar arasındaki temel fark oyunların hedefe yönelik olmasıdır (Smed ve Hakonen, 2003).

Ciddi Eğitsel oyunlar, yönlendirilmiş bir pedagojik yaklaşım içerisinde, eğitim amaçlı kullanılan sanal, üç boyutlu bir ortam içerisinde oynanan özel bir video oyunu türüdür (Lamb ve diğerleri, 2018). Ciddi Oyunlar ve Ciddi Eğitsel Oyunlarda, öğrencinin genellikle oyunun hedefine doğru ilerlemek için belirli bir içerik bilgisi olması ve öğrenme ilerlemesini tamamlaması gerekir (Lamb ve diğerleri, 2018). Ciddi Oyunlar simülasyonların en iyi yönlerini birleştirir, özel becerilere yönelik geliştirilmiş

sistemlere bağlar ve bu becerilerin problemleri çözmeye nasıl kullanılacağı dair deneyimler sunar (Lamb ve diğerleri, 2018).

Oyunlaştırma (*gamification*), kullanıcı deneyimini ve kullanıcı katılımını iyileştirmek için oyun dışı sistemlerde oyun öğelerinin kullanımı ifade eden bir terimdir (Deterding, Sicart, Nacke, O'Hara ve Dixon, 2011).

Dijital oyunlar, eğitim amacı olmadan da öğrenme deneyimlerine katkıda bulunabilirler (Hsiao, 2007). Hsiao'ya (2007) göre oyunlar öğrenmek için zevk, katılım ve motivasyon hislerini uyandırır, farklı alanlar arasında deneyim aktarımı, öğrenme sağlar ve oyun toplulukları da öğrenme için sosyal ağlar olarak hizmet eder. Çevrimiçi oyunlar da, öğrenme ortamlarının temel gereksinimlerini karşılar ve öğrenciler için çekici öğrenme deneyimleri sağlayabilirler ama eğitim teorisini ve oyun tasarımını başarılı bir şekilde birleştiren bir model mevcut değildir (Kiili, 2005).

Eğitsel oyunların yükseköğretim öğrencileri tarafından kabul gördüğünü gösteren çalışmalar vardır. Braghirolli, Ribeiro, Weise ve Pizzolato (2016) eğitsel oyunlar endüstri mühendisliğinde tanıtım ürünü olarak sunulduğunda öğrencilerin mesleki alanın önemli unsurlarını incelemelerine, öğrenmeye daha çok katılmalarına ve kurs içeriğini daha iyi anlamalarına teşvik ettiğini belirtmiştir. Çalışma içerisinde öğrencilerde artan ilgi ve katılımdan memnuniyet görülürken, eğiticiler de farklı kavramları entegre bir şekilde sunma fırsatı, paylaşılabılır kapsamlı ve dinamik örnek sunma, öğrencilerle bireysel etkileşim ve eşzamanlı olarak bilgi talebini karşılama imkânı kazanmıştır (Braghirolli, Ribeiro, Weise ve Pizzolato 2016). Gros (2007) eğitsel oyunları üç ardışık nesil olarak betimlemiştir: ilk nesil erken 'edutainment' tanımlarına karşılık gelir, konu merkezdedir, belirli becerilerin yeteri kadar kez pratik yapıldığında öğrenmenin gerçekleştiğini varsayar, görevler çok tekrarlı, zayıf tasarlanmış ve ilerlemeci bir anlayışı desteklemeyen çeşitlerdedir; İkinci nesil bilişsel bir yaklaşıma dayanır ve öğrenci merkezdedir, insanlar kara kutular değildir: önceden bilgi, fikir, kavram ve farklı şemaları vardır; üçüncü nesil yaklaşım yalnızca belirli bilgisayar oyunlarına odaklanmaktan çok ve bilgisayar oyunlarının daha geniş eğitimsel kullanım sürecine de bakmıştır, öğretmen bilgisayar oyunları deneyimlerini okula adapte edecek bir kolaylaştırıcı olarak merkezdedir.

Whitton (2014) insanların oyunlar vasıtasıyla öğrenebileceği farklı kazanımlara örnek olarak 7 popüler oyun türünde olası kazanımları belirtmiştir:

1. “Macera (*Adventure*): Problem çözme, farklı bakış açılarıyla düşünme, yaratıcılık, empati, eleştirel düşünme.
2. Platform: Motor becerileri, problem çözme, mekânsal beceriler, planlama, strateji
3. Bulmaca (*Puzzle*): Okuryazarlık, matematik, mantık, hafıza, becerilerin uygulanması, imla, mekânsal farkındalık
4. Bilgi yarışması (*Quiz*): Olgu, hatırlama
5. Rol oyunları (*Role playing*): Karar verme, empati, eleştirel düşünme, tutumlar, karmaşık sistemler anlayışı, işbirlikçi ve sosyal beceriler.
6. Nişancı (*Shooter*): Stratejik düşünme, baskı altında çalışma, zamanlama, el becerisi, planlama, takım çalışması.
7. Strateji: Zaman yönetimi, planlama, strateji, hipotez test etme, karar verme.” (s. 35).

Gros (2007) dijital oyunlarda yedi ana tür olarak: Aksiyon, macera, dövüş, rol yapma, spor, strateji oyunlarını ve simülasyonları belirlemiştir. Gros’a göre dijital oyunlar oyuncu merkezlidir zorlukları, işbirliğini, meşguliyeti, kavramsal öğrenmeyi, problem çözme becerisini ve pratik katılımı teşvik eder. Gros ayrıca sınıfta oyun kullanımının en büyük dezavantajını gerekli süre olduğunu belirtmiştir.

Dijital oyun ile ilgili literatürde çoğu ifade, doğrudan oyun etkinliklerini içeren öğrenme ile ilgilidir ve oyun içerisinde meydana gelen duygusal deneyimleri ve yansımaları ilgilenen çalışma nispeten azdır. Oyunların öğrenme açısından sunabilecekleri bakımından estetik anlatımın, interaktif anlatımın ve eser oluşturmanın önemi fark edilmemiştir (Hsiao, 2007).

Oyunların yanı sıra oyun tasarımı da eğitimcilere öğrenmeyi teşvik etmek, ilgi çekici öğrenme ortamları oluşturmak ve etkileşimli öğrenme ortamlarının tasarımı için bir

rehber olarak yardım sağlayabilir (Dickey, 2005). Öğretim tasarımcıları problem tabanlı, proje tabanlı ve yapılandırmacı öğrenme ortamlarının geliştirilmesinde oyun tasarımından faydalanabilirler (Dickey, 2005).

2.3 Dijital Oyunlar

Çocuk gelişimin temellerinden biri sayılabilecek oyunlar, günümüz teknolojileriyle birlikte yerlerini giderek farklı video tabanlı dijital alternatiflerine bırakmaktadır. Bilgisayarların ve mobil cihazların her alanda kullanımı artmaktadır. Bilgisayarların ve İnternetin yaygınlaşmasıyla dijital oyunlar herkes için çok daha ulaşılabilir olmuştur. Her yıl farklı sistemlerde çalışan binlerce dijital oyun üretilmektedir. Günümüz çocukları oyun denildiğinde daha çok dijital oyunları düşünmektedirler (Nicholson, 2013).

Dijital oyunlar mücadele, merak, kontrol ve fantezi unsurları içeren etkinliklerle uğraştırırken, eğlenmeyi sağlayan yazılımlardır (Malone ve Lepper, 1987). Bu unsurlara amaçlar ve duyuşsal uyarıcılar da eklenebilir (Garris, Ahlers ve Driskell, 2002). Gee (2005), kültürel ve sosyal açıdan yeni dünyalar oluşturduğunu ve bağlam olarak oyuncuların bu dünyalarda bütünsel gelişimine katkı sağladığını belirtmiştir. Prensky'ye (2002) göre bilgisayar oyunları öğrenme araçlarıyla bütünleştirilebilirler. Smed ve Hakonen'a (2003) göre bir oyunda bir bilgisayar programı için üç rol belirleyebiliriz: oyun sürecini koordine etmek, durumu gösterme ve oyuncu olarak katılmak. Oyun kurallarının iyi tanımlanmış karakteri, bilgisayarların onları işleyebilmesini sağlar ve bilgisayarların oyunlarda sağladıkları devrim, bilgisayarların insan kültürüne en büyük katkılarından biridir (Juil, 2003). Bilgisayarların yaygınlaşmasıyla dijital oyunlar en yaygın eğlence biçimlerinden biri olarak günlük hayatta yer edinebilmişlerdir.

Dijital oyunlar yüksek motivasyon sağlama ve öğrencilerin harcadığı zaman yönleriyle akademik çevrelerin ilgisini çekmektedir (Hainey, Connolly, Stansfield ve Boyle, 2011). Oyuncularsa farklı motivasyonlarla farklı oyunlara ilgi göstermektedir. Çoklu veya tek oyunculu oyunlar oynayanların arasında ve çevrimiçi ile çevrimdışı oyunları oynayanların arasında motivasyonları yönünden anlamlı farklılıklar bulunmaktadır (Hainey, Connolly, Stansfield ve Boyle, 2011). Ayrıca eğitsel oyunlara okul öncesi öğrenciler dahi büyük çocuklar kadar ilgi gösterebilmektedir (Haake, Axelsson,

Clausen-Bruun ve Gulz, 2015). Bunun yanı sıra yeterli ilgiyi ve eğitimi alamayan özel eğitim grubundaki çocuklarda da pozitif bulgular edinilmiştir (Tariq ve Latif, 2016). Örneğin, Magnan ve Ecalle (2006) çalışmalarında disleksi konuşma bozukluğu riski taşıyan çocuklarla kelimelerin seslendirilmesinde işitsel-görsel egzersiz uygulamasının etkililiğini incelemiş ve başarılı olduğunu görmüştür. Magnan ve Ecalle (2006) okuma güçlüklerinin doğasını anlamaya dair verilere de ulaşmıştır.

Oyunların sürükleyici yapısını barındıran öğrenme ortamları tasarlamak eğitimi zevkli bir hale getirmenin de ötesinde, eğitimin daha doğal bir süreç olarak çocuklara sunulmasını sağlayacaktır. Öğrenciler tarafından benimsenen dijital oyunlar sundukları farklı bakış açıları ve deneme imkânlarıyla öğrencilere hayat boyu bir laboratuvar, düşünme ortamı ve pratik yapma alanı sağlayacaktır. Kitaplardan öğrenilen bilgileri hatırlarken sayfalarını, paragraflarını, hizalamalarını hatırladığında olduğu gibi, dijital oyunlarla öğrenilen bilgileri daha esnek ve anlamlı bir şekilde akılda yapılandırmak ve canlandırmak kolaylaşacaktır. Dale (1969) yaşantı konisi metaforuyla gerçek yaşama yakın olan öğrenme deneyimlerinin daha etkili olduğunu vurgulamıştır. Kitapların ve sözlü anlatımların ötesinde olan etkileşimli oyunları yaşantı konisinde gerçek yaşamın bir alt basamağı olan simülasyonlara yakın olarak görmek mümkündür. Günümüzde hayatın birçok alanında kendilerine yer edinmiş olan bilgisayarların gelecekte daha da yaygınlaşacağı düşünüldüğünde, dijital oyunların giderek dijitalleşen yaşam deneyimlerine denk olma potansiyeli vardır. Oyunların gerçek hayat deneyimlerinden, en temel farklarından biri etkileşim biçimidir. Eğitim simülasyonu olarak kullanılan çok çeşitli ve birçok gelişmiş sistem olsa da bireylerin yaygın olarak kullandığı etkileşim araçları klavye, fare, oyun kolu ve ekranlardır.

2.3.1 Dijital Oyunların Tarihçesi

Dijital oyunların geçtiği çeşitli aşamalar ve bu oyunları oynamak için aracı olan teknolojilerle arasında önemli bir bağ vardır. Bu ilişkinin boyutu popüler bir oyunu ve çalıştığı aracı ve bunları üreten firmaları sistemik bir bütün olarak görmeyi gerektirir. Bunları ayrı parçalar olarak değerlendirmek genel oyuncu deneyimini anlamak ve etkilerini tespit etmek açısından eksik bir yaklaşım oluşturabilir. Yaklaşık 60 yıldır varlık gösteren video oyunları, zaman içinde farklı formlara bürünerek popülerliğini sürdürmüştür.

Ticari ve yaygın olarak kullanılan dijital oyun sürümleri, 1960'ların sonlarına kadar ortaya çıkmamıştır. 1958'de ise Brookhaven Ulusal Laboratuvarı'nda fizikçi olan William Higinbotham, laboratuvar osiloskop da çalışan tenis temelli bir simülasyonu üretti ve 1962'de *Spacewar* oyunu Massachusetts Institute of Technology'de bir araştırma ekibi tarafından yazıldı (Kirriemuir, 2006).

1950'lerde ve 1960'larda sayıca az olan bilgisayarlar küçük bir odanın veya büyük bir arabanın büyüklüğü olma eğilimindeydiler. Veri girişi delikli kartlar veya kâğıt bantlarla yapılırken bir program çalıştırmak için vana tüplerinin değiştirilmesi, genellikle birkaç saat süren bir işlemi (Kirriemuir, 2006). 1972'de kurulan ve *Atari* olarak bilinen şirketin ilk oyunlardan biri olarak son derece basitleştirilmiş bir tenis simülasyonu olan *Pong*'dur. 1978'den 1980'e kadar *Space Invaders*, *Zork*, *Pacman*, *Asteroids* ve *Battlezone* gibi popüler oyunlar piyasaya sürülmüştür (Kirriemuir, 2006). 1980'lerin başında ev bilgisayarları günlük hayatta yer edinmeye başladı. Eğitim veya iş amaçlı satın alınan bilgisayarlar, çoğunlukla video oyun makineleri olarak kullanıldı ve hemen ardından oyun geliştiricileri için bir platform halini aldılar. 1980'lerde, ev bilgisayarları ve oyun konsolları arasındaki çizgi bulanıklaşmıştır. Günümüzde de, "bilgisayar oyunları" ve "video oyunları" ifadeleri çoğu zaman birbirinin yerine kullanılır (Kirriemuir, 2006). 1983 yılında Nintendo, Japonya'da Famicom'u ("Family Computer") çıkardı. 1985 yılında SEGA Master System'i piyasaya sürdü, peşinden 1989'da Genesis'de Sonic the Hedgehog oyunuyla birlikte piyasaya sürüldü. Nintendo 64 oyun konsolu ile birlikte Super Mario 64 (platform oyunu), GoldenEye (birinci şahıs nişancı oyunu) ve Zelda: Ocarina of Time (çok türlü bir oyun) oyunları piyasaya sürüldü ve konsolların önemli bir kullanıcı tabanı elde etmesine yardımcı oldu (Kirriemuir, 2006). Dijital oyunlar belirli aralıklarla çeşitli formlarda ortaya çıkmıştır.

Yeni binyılın ilk yıllarında, her biri televizyon tabanlı bir video oyun konsolu çıkaran üç önemli üretici görülmüştür. Sony'nin PlayStation 2 (PS2)'si, Microsoft'un Xbox'ı (Halo adlı oyun ile birlikte); Nintendo'nun N64'ünün halefi GameCube. Bu konsollar da kendilerine has oyunları ile yaygınlaşmışlardır. İlk cep telefonları genel olarak yılan oyunuyla birlikte piyasaya sürülmüştür. Bu cep telefonları işlem gücü, oyun indirme hızı ve küçük ekran boyutları nedeniyle daha gelişmiş oyunlar için çok elverişli değillerdi. Akıllı telefonlar ile yavaş yavaş bu engeller aşılmıştır. Yaygınlaşan çevrimiçi oyunlara MMORPG'ler (çok oyunculu çevrimiçi rol yapma oyunları) hâkim

olurken, bu uzak medyayı kullanan diğer oyunlar da ortaya çıkmıştır (Kirriemuir, 2006).

2.4 Oyun Motorları

Oyun motorları (*game engine*) bir metin düzenleme programının bilgisayarda bir belge oluşturmaya kolaylaştırması gibi, oyun hazırlama sürecini hızlandıran arayüz ve yazılım altyapısını sunan yazılımlardır. Bir kişi oyun motoru kullanmadan bir oyun geliştirmek istediğinde birçok farklı alanda (yazılım, donanım, ses düzenleme vb.) bilgi ve yetkinlik sahibi olması gerekirken oyun motorlarıyla bu külfet azaltılmış olur. Ayrıca oyun motorların popüler olması basit oyunları kolayca yapılmasında yönerge olabilecek birçok kaynağın oluşturulmasına ve İnternette paylaşılmasına neden olmuştur. *Unity3D*, *Unreal Engine*, *Godot Engine*, *GDevelop*, *CRYENGINE* gibi popüler birçok alternatif oyun motoru mevcuttur.

2.5 Göz İzleme Teknolojileri

İlk bilgisayarlarda bilgi girdisi ve çıktısı için karmaşık araçlar kullanılmıştır. Büyük işlemler ve hesaplamalar yapmak için geliştirilen bu makineler yüksek maliyetlerle üretilmiş ve kullananları genellikle yüksek eğitim düzeyinde uzmanlar olmuştur. Günümüzde bilgisayarlar hemen herkesin karşılayabileceği fiyatlarda bulunmaktadır. Bilgisayarları ekranlar (çıktı) ve klavye/fare (girdi) etkileşim araçlarıyla, kullanan birini izledikten ya da kısa bir öğrenme sürecinden sonra kullanabilmek mümkündür. Bilgisayarlar ulaşılabilirliği ve kullanım kolaylığı arttıkça farklı alanlarda daha çok yer edinmeyi başarmıştır. İnsanlar bilgisayarları iş, eğitim ve özel hayatlarında yaygın olarak kullanmaktadır. Birçok oyun kişisel bilgisayarların artmasıyla önce bilgisayarlara uyarlanmış (spor ve yarış oyunları) daha sonra ise bilgisayarlar için özel oyunlar üretilmeye başlanmıştır (fantastik oyunlar, macera oyunları). Günümüzde oyun oynamak için üretilen yüksek donanımlı bilgisayarlar ve tamamen oyunlar için üretilen birçok oyun konsolu bulunmaktadır. Oyunları gerçek hayat deneyimlerinden ayıran en büyük etkenlerden biri etkileşim biçimidir. Dijital oyunları oynamak için etkileşim aracı olarak bilgisayarlarda klavye ve fare yaygın olarak kullanılırken, oyun konsollarında oyun kolları kullanılmaktadır. Günümüzde hareket algılayıcı sistemler de etkileşim seçeneklerine eklenmiştir. Eğitim simülasyonu olarak kullanılan birçok gelişmiş sistem olsa da öğrencilerin yaygın olarak kullandığı etkileşim araçları klavye, fare, oyun kolu ve ekranlardır. Yüzyılı aşkın bir geçmişi olan GİT de ulaşılabilirliğinin

artması ile birlikte farklı bir etkileşim seçeneği olarak kendine yer edinmeye başlamıştır.

Günümüzde göz hareketlerini girdi aracına dönüştüren GİT'in kullanım örnekleri kişisel bilgisayarlarda ve oyunlarda yaygınlaşmaya başlamıştır. Fare, ekran, bilgisayar gibi teknolojilerden çok daha önce araştırmalarda kullanılan GİT'in günlük hayata girmesi ancak mümkün olabilmıştır. GİT'in dijital oyunlarda girdi aracı, geri bildirim aracı ve veri toplama aracı olarak kullanımı arttıkça daha otantik ve içgörüsnel öğrenme fırsatları artacaktır.

2.5.1 Göz İzleme Teknolojilerinin Tarihçesi

Göz izleme günümüzde çoğunlukla video ile kaydedilen göz hareketlerinin analiz edilerek, geometrik 2 ya da 3 boyutlu hesaplarla, kişinin belirlenen yüzeyde nereye ve ne kadar süre baktığını anlamayı sağlayan bir teknolojidir. Bakış takibi (*gaze tracking*) olarak da adlandırılabilir. Göz merceğinden geçip retinaya ulaşan ışık görüşü sağlarken, görüntünün yalnız izdüşümü sarı lekeye denk gelen kısmı net olarak görülebilir, bu bilgileri dikkate alan geometrik hesaplar üzerine kurulan göz izleme sistemleri kullanıcı için kalibrasyonla küçük bir hata payı ile birçok alanda etkin olarak kullanılabilir (Duchowski, 2007). GİT'in özellikle son yüzyılda elektronik gelişmelerle birlikte oldukça hızlanan yüzyılı aşkın bir serüveni vardır.

İlk olarak Javal (1878) saccade terimini gözün sıçrama hareketlerini adlandırmak için kullanmıştır. Wade ve Tatler'in (2009) aktardığına göre; Lamare (1892) kulak ve göz arasına bir bant çekip göz hareketlerini ses olarak kayda almış, Ahrens (1891), Delabarre (1898), Huey (1898), alüminyum kola bağlı bir kontak lens vasıtasıyla göz hareketlerini kaydetmiştir. İlk olarak Dodge ve Cline (1901) korneadan yansıyan ışıkları fotonograf ile kaydetmiş, 1920'lerden sonra benzeri kornea yansıması ve resimli kayıt teknikleri daha da çoğalmıştır. Fitts, Jones ve Milton (1950) 40 pilottan 500.000 kare görüntü almış, kare kare analiz etmiştir. Mackworth ve Mackworth (1958) göz hareketlerini izlenen ile birlikte kaydeden bir sistem geliştirmiştir. Yarus (1967) yansıtıcı lenslerle, göz hareketlerini nesnelere ve sahneleri izlerken kaydetmiş ve bakışın ilgili alanlara yakınsama eğiliminde olduğunu göstermiştir. Cornsweet ve Crane (1973) gözdeki ışık yansımalarının, göz hareketleri ve baş hareketi ayırt etmek için kullanılabileceği keşfi alana büyük bir ivme kazandırmıştır. Just ve Carpenter

(1976) göz-düşünce varsayımı (*The eye-mind hypothesis*), bilgisayarların yaygınlaşması, insan bilgisayar etkileşimi, gerçek zamanlı etkileşim GİT'e daha sağlam bir zemin hazırlamıştır. Bilgisayarların yaygınlaşmasıyla oldukça zahmetli olan veri toplama ve veri analizi kısmı da oldukça hızlanmıştır. 1980'lerde verilerin gerçek zamanlı analizi, psikologların göz izleme verileri ve bilişsel süreçler arasındaki ilişkilere yönelik farklı fikirler sunması, kişisel bilgisayarların yaygınlaşması ile insan bilgisayar etkileşiminde de kullanımı, engelliler için yardımcı olarak kullanılmaya başlaması başlıca gelişmelerdir. Ayrıca bireysel bilgisayarların yaygınlaşması ve görüntü kayıt sistemlerinin gelişmesi gerçek zamanlı göz izlemeyi mümkün kılmıştır.

2.5.2 Göz İzleme Teknolojilerinin Kullanıldığı Alanlar

Göz izleme basitçe birisinin nereye baktığının izini takip etmektir (Nielsen ve Pernice, 2010). Günümüzde özellikle video tabanlı GİT'lerin kullanımı oldukça yaygınlaşmıştır. Son teknolojik gelişmeler göz izleme sistemlerini daha ekonomik ve hızlı hale getirmiştir (Bruneau, Sasse ve McCarthy, 2002). Bu cihazlar ayrıca baş hareketlerine de daha duyarlıdır (Goldberg, Stimson, Lewenstein, Scott ve Wichansky, 2002). Bu sistemler fiyat, hassasiyet, kolay kullanım, giyilebilir/masaüstü, enerji tüketimi, dahili işleme gibi yönleriyle pek çok türeve sahiptir. Bu türevler günümüzde insan bilgisayar etkileşimi ve kullanılabilirlik çalışmalarında, göz kontrollü erişilebilirlik uygulamalarında, psikoloji, görme araştırmalarında ve diğer tıbbi araştırmalarda (teşhis ve rehabilitasyon aracı olarak), bakış etkileşimi ve araba sürüş asistanları, sanal gerçeklik ve oyun konsolları gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bilimsel araştırmalarda genellikle ölçme aracı olarak kullanılırken, engelliler için erişilebilirlik, bilgisayar bilimleri, oyunlar, insan bilgisayar etkileşimi gibi alanlarda girdi/etkileşim aracı olarak kullanılmaktadır.

2.5.2.1 İnsan Bilgisayar Etkileşimi ve Kullanılabilirlik Araştırmaları

İnsan bilgisayar etkileşimi çalışmalarında çoğunlukla veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Göz izleme metrikleri en çok kullanılabilirlik çalışmalarında görülmüştür (Jacob ve Karn, 2003). Genellikle çalışmalarda web siteleri ve arayüzler incelenmiş, kritik bilgilerin ve alakalı bilgilerin web sitelerinde nasıl konumlandırılması gerektiği (Goldberg, Stimson, Lewenstein, Scott ve Wichansky, 2002) sayfa düzeninin nasıl olması gerektiği vb. görsel yerleştirmeye ilgili bulgulara ulaşılmıştır. İnsan bilgisayar etkileşimi içinde göz takibini somut objektif bir ölçüm

aracı kullanımında alınması gereken uzun bir yol olsa da, kullanımının arkasındaki çok büyük bir potansiyel olduğunu görmek mümkündür (Bruneau, Sasse ve McCarthy, 2002).

2.5.2.2 Pazar Araştırmaları

Tüketiciler, sürekli olarak televizyonlarda, gazetelerde, dergilerde ve İnternet sitelerinde yüzlerce ilana görsel olarak maruz kalmaktadır. Pazarlama ile ilgili birçok alanda göz izleme uygulamaları kullanılmaktadır. Görsel Pazarlama, seçim ve arama davranışları, basılı reklamcılık, televizyon reklamları, Web kullanılabilirliği ve reklamcılığı, (Wedel ve Pieters, 2008) marka değeri, bölümlendirme, yeni ürün geliştirme, fiyatlandırma kararları, yer kararları, tanıtım kararları ve sosyal pazarlama çalışmaları (Dos Santos, De Oliveira, Rocha ve Giraldi, 2015) bu alanlardan bazılarıdır. Pazarlamada ilk göz izleme çalışmaları 1924 yılında yapılmıştır (Wedel ve Pieters, 2008). Yakın zamana kadar, hantal, zaman alıcı ve pahalı olan GİT'in kullanımı kullanıcıların doğal koşullarında, büyük miktarlarda uyarımlarla, yüksek hassasiyet ve düşük maliyetle göz hareketi kaydına olanak sağlayan yeni nesil kızılotesi göz izleyicileri nedeniyle son zamanlarda artmıştır (Wedel ve Pieters, 2008).

Pazar araştırmasında göz izleme, bu katılımcılar gözlemlendiklerini farkında olmadan, katılımcıların alışkanlıklarına dair öngörü sağlayabilir (Dos Santos ve diğerleri, 2015). Göz hareketleri normal koşullar altında doğrudan yüksek bilişsel süreçlerle bağlantılıdır ve görsel pazarlamanın tüm potansiyeline ulaşmasına, tüketicilerin görsel pazarlama unsurlarını anlık işlenişine olağanüstü bir bakış açısı sağlayarak, önemli ölçüde katkıda bulunabilir (Wedel ve Pieters, 2008). Tüm bu potansiyeli ile birlikte, kısa sürede ana pazarlamanın bir parçası olacak olan bu araştırma alanının giderek daha fazla kullanılmasını bekleyebiliriz (Dos Santos ve diğerleri, 2015).

2.5.2.3 Eğitim ve Öğretim Araştırmaları

GİT eğitim alanında çoğunlukla bilişsel süreçler, dikkat ve motivasyon gibi içsel unsurları takip etmek ve ölçmek için kullanılmıştır. GİT bakışların bir ekranda tam olarak nerede olduğunu ve ne kadar süre kaldığını belirleme imkânı sunar. Eğitim araştırmalarında öğrencilerin görsellere farklı durumlarda ne kadar ilgi gösterdiğini anlamak için kullanılmıştır (Slykhuis, Wiebe ve Annetta, 2005). Ayrıca GİT öğrenciler daha derin bilişsel süreçler içerisinde bulduklarında daha sabit bakışlar sergilediklerini varsayılarak, hangi alanlarda daha sabit bakışlar gösterdiklerinden

hareketle hangi kısımlarda daha fazla bilişsel çaba sergilediklerini tespit etmek için de kullanılmıştır. Alkan ve Çağiltay (2007) göre acemi bir oyuncunun bir oyunda uzmanlaşırken göz hareketlerinin ve dolayısıyla bilinçaltı seviyesinde bilişsel süreçlerinin değiştiğini belirtmiştir. Alkan ve Çağiltay araştırmalarında katılımcıların bir çözüme odaklandıklarında en yüksek sabit bakış değerlerini verdiklerini bildirmiştir.

Alemdağ ve Çağiltay (2018) multimedya araştırmalarında GİT teknolojilerinin kullanımını incelemiştir. Bu inceleme sonucu göz hareketi ölçümlerinin bilişsel süreçler hakkında çıkarımlar sağladığını, üst biliş ve duyguların göz hareketi ölçümlerini etkileyebilecek unsurlardan olduğunu ve göz izleme ölçümleri ile çıkarılan bilişsel süreçler ve öğrenme performansı arasındaki ilişkiyi desteklemek için bulguların mevcut olduğunu belirtmiştir. GİT'in bilişsel ve duygusal süreçleri belirlemedeki potansiyeli eğitim öğretim araştırmalarında da dikkatleri çekmiştir.

2.5.2.4 Erişilebilirlik

Engelli bireylerin günlük ihtiyaçlarını karşılayabilmelerini sağlamak için üretilen birçok protez, destek ve bakım araçları mevcuttur. GİT yalnızca gözlerini oynatabilen engelli bireylerin bile kullanabildiği bir etkileşim aracıdır (Jacob ve Karn, 2003). Bu engelli bireyler, GİT ve erişilebilirlik yazılımlarıyla sözel iletişim kurma imkânı bulmuştur.

2.5.2.5 Bireysel Kullanım

Göz izleme cihazları bir etkileşim aracı olarak engelli kullanıcılar için veya ellerin kullanılmadığı uygulamalarda tek etkileşim aracı olabilirler veya fare, klavye, sensörler veya diğer aygıtlarla birleştirilerek birkaç etkileşim aracından biri olarak kullanıcı-bilgisayar diyalogunda kullanılabilirler (Jacob ve Karn, 2003). Araştırmalarda görülen bu kullanımlar ne yazık ki günlük yaşamda karşılık bulamamıştır. Göz izleme ölçümlerini izole ortamlarda değil daha gerçek ortamlarda yapılmak istenmektedir ve birçok farklı alanda yapılan çalışmada GİT'in potansiyelinden bahsedilmektedir (Bruneau, Sasse ve McCarthy, 2002). Gerçek zamanlı kullanımında problem sürekli hareket halinde olan göz hareketine uygun tepkiler bulmak ve aşırı tepki vermeyi önlemektir (Jacob ve Karn, 2003).

2.5.3 Göz İzleme Teknolojileri Yazılım ve Donanımları

21. yy. 'da göze kızılötesi ışık yansıtan ve gözdeki yansımalarıyla göz izleme yapan yazılım ve donanımları geliştiren pek çok firma mevcuttur (EyeTech, Eye Tribe, Fove, Gazepoint, Positive Science, Pupil Labs, Smart Eye, SMI, Tobii vb.). Bu firmalar yenilikçi etkileşim ve ölçme araçları geliştirmeye devam etmektedir. Giderek standartlaşan GİT Windows 10 içerisinde dâhili olarak gelmektedir. Göz izleme cihazına sahip bir kullanıcı “Ayarlar>Erişim Kolaylığı>Gözle denetim” seçimiyle cihazını standart bir bilgisayar donanımı olarak kolayca kullanabilir. Bunların yanı sıra normal bir bilgisayar kamerasının görüntüsünü işleyip kafa yada göz izleme aracına dönüştüren yazılımlar ve açık kaynaklı projeler de mevcuttur (Head Tracking With WebRTC, OptiKey, Smyle Mouse, TrackEyes, WebGazer.js). Bu tez çalışmasında kızılötesi yansımaları kullanarak göz izleme yapan donanımlardan biri olan Eye Tribe Development Kit göz izleme cihazı kullanılacaktır.

2.6 İnsan Bilgisayar Etkileşimi ve Kullanıcı Deneyimi

İnsan Bilgisayar Etkileşimi (İBE) sisteminin amacı, bilgisayar arayüzlerini daha hızlı ve insana daha doğal gelecek yollarla kullanılabilir hale getirmektir ve bu da kullanılan sistem tasarımının kullanıcıyı yormayan ve az çaba harcayarak anlayıp kullanabileceği bir ara yüzde oluşmasıyla gerçekleşebilir. (Acartürk ve Çağıltay, 2006). Kullanılabilirlik bir ürünün potansiyel kullanıcıları tarafından, belirli bir kullanım bağlamı içinde, amaçlanan kullanım hedeflerine ulaşmak için etkililik, verimlilik ve tatmin edicilik düzeyidir (ISO 9241-11, 1998).

2.6.1 Günümüzde İnsan

İnsanlar tarihin ilk devirlerinden itibaren yaratıcı yönleriyle doğaya hüküm sürmeye çalışmıştır. Avlanmak için silah ve tuzak, avladıklarını yemek için ateş gibi araçlar kullanmışlardır. İlkel insanların geliştirdikleri yöntem ve teknikleri gösteren mağaralardaki çizimlerde de görülmektedir. Bu çizimlerin yazılı iletişimin öncesinde bir eğitim aracı düşünülebilir.

Günümüzde insan nüfusu dünya üzerinde 7,5 milyar üzerine ulaşmış (World Bank Group) ve buna ek olarak uzay istasyonlarında 6 kişi (NASA) bulunmaktadır. İnsanlık önümüzdeki on yıl içerisinde Mars'ta koloni kurmak için planlar yapmaktadır (SpaceX). Bu kalabalık nüfus ve bu benzersiz durumlardaki eğitim ve öğretim

ihtiyaçları da önceki yaşantılardan farklılaşmaktadırdır. Bundan 50 yıl öncesine kadar bir kişi bir alanda eğitim alıp aldığı eğitimle hayatı boyunca mesleğini sürdürebilir iken, günümüzde bazı mesleklere devam edebilmek için sürekli alandaki yeni bilgi ve teknolojileri takip etmek gerekir. Bazı meslekler ise artan teknolojinin etkisiyle tamamen kaybolmaya başlamıştır. Bu değişim elbette ortaya yeni mesleklerinde çıkmasını neden olmaktadır. Bilgisayarlar günlük, iş, eğitim ve öğrenim hayatında giderek daha da yaygınlaşarak insan hayatının vazgeçilmez bir parçası olmaya artarak devam etmektedir.

2.6.2 Günümüzde Bilgisayar

Tarihte ilk bilgisayar kabul edilen abaküs basit ve karmaşık matematik işlemlerinde kullanılan basit yapılı, elle kullanılan ve elle taşınabilen bir araçtır. Abaksn boncuklarını el ile yapılacak işlemlere göre sağa sola hareket ettirmek kullanmak için yeterlidir. 1950'lerde geliştirilen ilk elektronik bilgisayarlar boyut olarak birkaç odayı doldurabilecek büyüklükte ve eğitimi uzmanlaşmış kişilerin kullanabileceği karmaşıklıktadır. Sürekli güncellenen yapısıyla bilgisayarlar ceplerde taşınabilecek boyutlara ve arayüzleri eğitim almadan bir çocuğun işlem yapabileceği kullanılabilirliğe (*usability*) ulaşmıştır.

2.6.3 Günümüzde Etkileşim

İkili kodlama teorisine göre insanlar bilgileri görsel (sözel olmayan resim vb.) ya da sözel (yazı, konuşma vb.) sembollerle işlemektedir (Clark ve Paivio, 1991). Sokrates'in yazmayı düşüncenin akışını bozduğu için kullanmadığı bilgisi ve onun hakkında tüm diğer bilgiler ğrencisi Eflatun'un yazdıklarıyla bilinmektedir. Dil Vygotsky'nin (Akhutina, 2003) içsel konuşmayla ifade ettiği hali ile düşünüldüğünde, yazmanın yanında, kelimelerin ve dilinde birer araç olduğu düşünülebilir. Dil pratik olarak her an kullanılırken düşünceler, istekler ifade etmekte hatta oluşturmada temel alınırken, düşünce dilinin, bütün bilişsel süreçlere ne kadar etki ettiğinin farkında olmamak oldukça ilginç bir durumdur. Basit içsel kelime tekrarlarının bile bilince etki edebildiği düşünüldüğünde, dili bir iletişim aracından önce bir düşünme aracı olarak görmek mmkndrdr. Bu durum farkındalık duymadan kullanılan dilin dışındaki diğer teknolojik araçlarda da grlrdr. Teknoloji rn olarak bir düşünceyi ifade eder ve yaygın kullanılan teknolojiler genellikle akılda da bazı canlandırmalar yaratır. Bu teknolojilerin akılda canlandırılması onların düşünsel araçlar olarak varlık bulmasına

öncül olur. Bir bilgiyi hatırlarken o bilginin edinildiği kaynak da akılda canlandırılabilir (örneğin bir öğrencinin kitaptan edindiği bilgiyi sayfa numarası ve etrafındaki resimlerle birlikte hatırlaması). Bir tasarım ya da plan yaparken bu alanda kullanılan bir aracı basit haliyle akılda canlandırmak da mümkündür (örneğin bir mimarın aklında bilgisayar yazılımı ya da kalem ve cetvel gibi araçları canlandırması ve aklından bu araçlarla çizim ve tasarım yapması). Özetle kullanılan her teknolojinin, zihinsel yansımalarını da bir araç olarak kullanılabilme şansı vardır. Etkileşim için kullanılan sözel dil ve vücut dili iletişim araçları bunun başlıcalarındandır.

İnsanların kendi aralarında ve doğa ile başlayan etkileşim süreci artarak devam etmektedir. Sözel iletişim, mağaralardaki resimler, hiyeroglifler, yazı ve günümüzde fotoğraflar, posterler, emojiler insanların kendi aralarında kullandıkları iletişim araçlarının bazılarıdır. Teknolojik altyapı sağlandıkça daha görsel iletişim ve etkileşim yöntemleri artmaktadır. GİT etkileşim alanında yaygınlaştıkça yeni ve daha etkili yöntemlere altyapı oluşturacak potansiyel teknolojilerden biridir. Günümüzde insanların doğanın yanında kendi ürettikleri teknolojilerle de etkileşimi söz konusudur. Bilgisayarlar, oyun konsolları, ulaşım araçları bu teknolojilerin bazılarıdır. Gelecekte daha fazla çeşitlenecek ve yaygınlaşacak bu teknolojilerden özellikle insan bilgisayar etkileşimi alanında daha sezgisel ve doğal bir etkileşimin gerçekleşmesinde GİT büyük bir rol alabilecek potansiyeldedir.

2.6.4 Kullanıcı Deneyimi

Kullanıcı deneyiminin tanımı kullanıldığı alana göre değişebilmektedir. Bunda “kullanıcı deneyimi” teriminin çok genel olması ve hem profesyonel uygulamayı hem de çıktıyı tanımlaması etkilidir (Buley, 2013). Kullanıcı deneyimi Uluslararası Standardizasyon Kuruluşu’na (ISO 9241-210, 2008) göre kişilerin kendilerine sunulan ürün, sistem veya hizmetlerin kullanımları sonucundaki algıları ve tepkileridir. Ayrıca kullanıcı deneyiminin, bir ürünü kullanan tüm kullanıcıların kullanımından önce, kullanımı esnasında ve kullanım sonundaki hisleri, tercihleri, algıları, fiziksel ve psikolojik tepkileri, tavırları ve başarılarını içerdiği söylenmiştir (ISO 9241 – 210, 2008). Hartson ve Pyla’a (2012) göre kullanıcı deneyimi: kullanılabilirlik, faydalılık ve duygusal etkenler nedeniyle deneyimlenen etkilerdir. Buley (2013) kullanıcı deneyimini bir ürünü veya servisi kullanırken algılar ve etkileşim sonucu oluşan etkiler olarak tanımlamıştır. Nielsen’e (2019) göre ise kullanıcı deneyimi son kullanıcının

şirket, hizmet ve ürünler ile etkileşiminin tüm yönlerini kapsar. Araştırmacıların genel olarak kullanıcıların bir üründen elde edebileceği çok çeşitli potansiyel faydalardan kaynaklanan, dinamik, içeriğe bağlı ve öznel olarak bir kullanıcı deneyimi tanımı üzerinde uzlaşmaya meyilli olduklarını söylemek mümkündür (Law, Roto, Hassenzahl, Vermeeren ve Kort, 2009).

Kaliteli bir kullanıcı deneyimi sağlamanın kilit bir bileşeni olan kullanılabilirlik çalışması, insan-bilgisayar etkileşiminin önemli bir parçasıdır (Hartson ve Pyla, 2012). Kullanılabilirlik bir ürünün potansiyel kullanıcıları tarafından, belirli bir kullanım bağlamı içinde, amaçlanan kullanım hedeflerine ulaşmak için etkililik, verimlilik ve tatmin edicilik düzeyidir (ISO 9241-11, 1998). Etkililik bir kullanıcının amaçlanan hedefe tam ve doğru bir şekilde ulaşmasıdır (ISO 9241-11, 1998). Verimlilik kullanıcının amaçlanan hedeflere ulaşırken yeteneklerini doğru ve bütünlük içinde kullanmasıdır (ISO 9241-11, 1998). Memnuniyet ise bir kullanıcının bir ürünü ne düzeyde rahat ve uygun kullandığıdır (ISO 9241-11, 1998). Kullanılabilirliğin kullanıcı deneyimine odaklanan tanımı dışında yazılım kalitesine odaklanan bir diğer tanımı da bulunmaktadır. Kullanılabilirlik yazılım kalitesi olarak belirlenmiş şartlar altında anlaşılacak, öğrenilecek, kullanılacak ve kullanıcı tarafından beğenilecek yazılım olma becerisi şeklinde tanımlanmıştır (ISO/IEC 9126-1, 2001). Nielsen'e (1994) göre ise kullanılabilirlik beş özellik ile ilişkilidir: öğrenilebilirlik (*learnability*), verimlilik (*efficiency*), hatırlanabilirlik (*memorability*), yanlışlık (*errors*) ve memnuniyet'dir (*satisfaction*). Öğrenilebilirlik, işlemlere hızlıca başlanabilmesi için sistemin öğrenilme kolaylığıdır. Verimlilik, sistemin verimli kullanılabilmesi, sistem öğrenildiğinde, yüksek düzeyde verimliliğin mümkün olmasıdır. Hatırlanabilirlik, hatırlanma kolaylığı, ara verildiğinde tekrar öğrenmek zorunda kalınmamasıdır. Yanlışlık, hata oranı düşüklüğü, hatalardan geri dönüş yapılabilmesidir. Memnuniyet, kullanımın zevkli olması, sistemin kullanıcıyı tatmin edebilirliğidir.

Sezgisel kullanım bu çalışmada öğrenilebilirlik ifadesine eşdeğer bir anlamda kullanılmıştır. Bu kullanımda sebep öğretici alıştırmalar yerine etkileşim yöntemini öne çıkaran oyunlar tasarlanmış olmasıdır. Böylece katılımcıların etkileşimde bulunurken deneme ve yanılma ile birlikte ve sezgisel tahminlerde bulunarak oyunlara başlayıp, başlayamadığını ve göz etkileşiminin fareye kıyasla öğrenilebilirliğe etkisini incelemek amaçlanmıştır.

2.7 Özet

Kuramsal çerçeve bölümünde çalışma ile temel düzeyde ilgili olan alanların tanımlarına, tarihsel gelişimlerine ve uygulama alanlarına değinilmiştir. İlk olarak eğitim teknolojilerinden bahsedilmiş, eğitim teknolojileri çeşitli şekillerde tekrar tekrar ortaya çıksa da temel amacının değışmediğı ve tanımının ise değışen zamanla birlikte daha davranışçı bir yapıya ulaştığı görülmüştür. Oyun ve öğrenme başlığında oyunun bütün oyunları kapsayan bir tanımı yapılamadığı ama yapılan tanımların birçok ortak öğeden oluştuğı görülmüştür. Ayrıca oyunların yaşanan çevredeki teknoloji ile birlikteliğı vurgulanmıştır. Bu birlikteliğın günümüzdeki ürünlerinden olan dijital oyunlar başlığında dijital oyunların tarihçesine ve formal ve informal eğitimde olası faydalarına değinilmiştir. Sonrasında günümüzde bu oyunları geliştirmeyi kolaylaştıran oyun motorlarına örnekler verilmiştir. Göz izleme teknolojileri başlığında göz izleme teknolojilerinin tarihçesi, kullanıldığı alanlar, yazılım ve donanımları örneklerle birlikte sunulmuştur. Son olarak insan bilgisayar etkileşimi başlığında tanım sunulmuş ve insan, bilgisayar ve etkileşim alt başlıklarında bu alt başlıkların tarihsel dönüşümüne yönelik örnekler verilmiştir. Kullanıcı deneyimi alt başlığında kullanıcı deneyiminin tanımı ve insan bilgisayar etkileşimindeki yeri belirtilmiş ve kuramsal çerçeve başlığı tamamlanmıştır.

Yeni teknolojiler ve oluşturdukları bağlam milenyumuların yeni gerçekliğı olarak kabul edildiğinde, Dale'nin (1969) yaşantı konisinde katılımın ön planda olduğu temel alanlarda daha çok öne çıkan "gerçek yaşama yakınlık" çoğunlukla bu yeni teknolojiler bağlamında kalacaktır. Etkileşimin az olduğu ve izleyiciliğın öne çıktığı materyaller tasarlanması daha kolay ve uygulamaları daha çoğunluktadır. Eğitim materyalleri tasarlayan birisi günümüz gerçekliğini dikkate aldığı kadar öğrettiğı konunun, eylemin gelecekte nasıl bir durumda olacağını hesaba katmalıdır. Aksi halde sunulan eğitim zamanla, daktilo kullanmayı bilgisayar ile öğretmeye eşdeğer bir duruma dönüşebilir.

Gros'a (2007) göre teknoloji ile etkileşime girme şekilleri, öğrenme biçimlerini ve bilgi üretimini değıştirmektedir ve gelecek vatandaşlarının dijital bir toplumda ihtiyaç duyacağı becerileri geliştirmek için öğretim yöntemlerimizi değıştirmemiz gerekir.

Alanyazında GİT'in birçok alanda ve çoğunlukla veri toplama aracı olarak kullanıldığını görmek mümkündür. Araştırmalarda eğitsel oyunlara artan bir ilgiden söz etmek mümkündür. Bu çalışma bu iki alanı birlikte ele alarak ve GİT'i daha yenilikçi bir etkileşim aracı olarak kullanarak gelecekte tasarlanacak eğitim materyallerine örnek bir uygulama olmayı amaçlamıştır.



ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

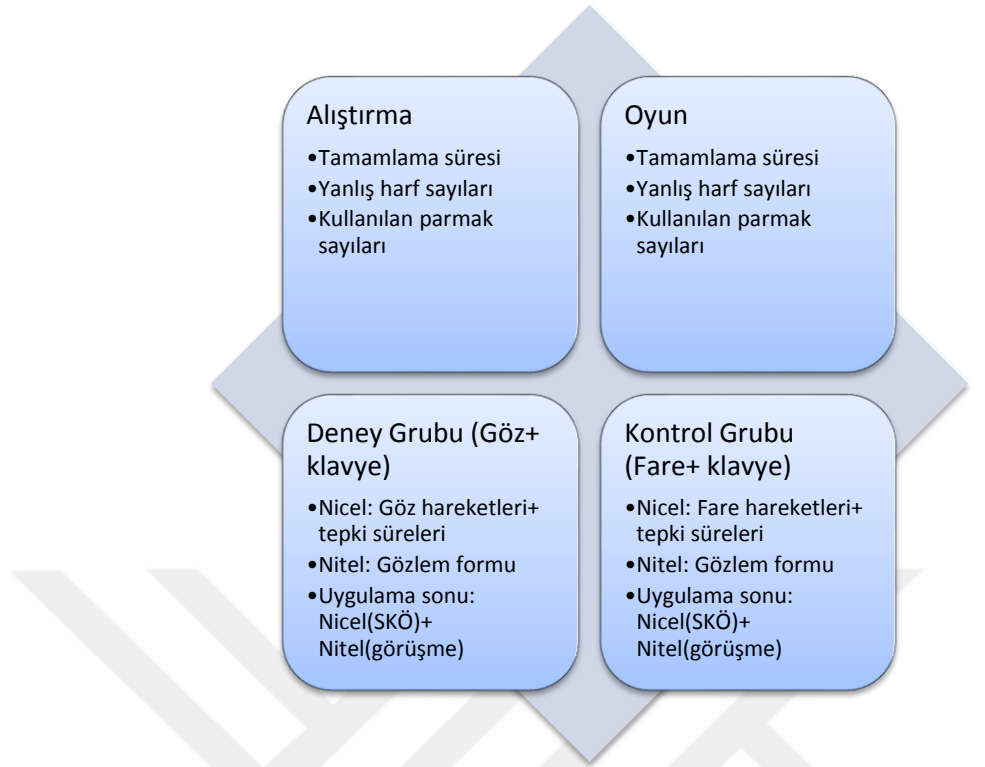
III. YÖNTEM

Bu bölümde, araştırmanın türü ve deseni, araştırma grubu, çalışma uygulama süreci, araştırmada kullanılan veri toplama araçları, veri toplama yöntemi, verilerin analizinde kullanılan yöntemler, araştırmanın sınırlılıkları ile araştırmanın geçerliliği ve güvenilirliği açıklanmıştır.

3.1 Araştırmanın Türü ve Deseni

Bu çalışmada eğitici içeriği olan göz etkileşimli bir oyun tasarımı ile göz ve fare etkileşimleri arasındaki farkları, kullanıcı deneyimi ve performans yönleriyle incelemek amaçlanmıştır. Araştırmada karma yöntem araştırma modeli kullanılmış ve desen olarak iç içe geçmiş karma desen kullanılmıştır. İç içe geçmiş karma desen tasarımının amacı, aynı anda veya sırayla nicel ve nitel veri toplamak, ancak bir veri biçiminin diğer veri biçimine destekleyici bir rol oynamasını sağlamaktır (Creswell, 2012, s.544). Şekil 1’de araştırmanın genel süreçleri hakkında bilgi verilmiştir.

Bu çalışma, eğitimde GİT’in fare yerine kullanımıyla, bilgisayar faresi kullanımı farkını görmek ve oyun geliştirme süreçlerindeki etkisini incelenmesi amaçlı yapılan nitel ve nicel öğeler içeren bir araştırmadır. Çalışmada katılımcıların kullanım deneyimleri çoklu bilgi kaynakları yardımıyla (ses kaydı, gözlem formu, SKÖ, sisteme verilen tepki süreleri) derinlemesine incelenerek eğer varsa iki durum arasındaki farkın ortaya konulması amaçlanmaktadır. Bu nedenle tamamen aynı oyun ve aynı veri toplama araçları, iki katılımcı grupta kullanılmıştır. Ses kayıtları ve gözlem formları ile elde edilen veriler nitel yöntemlere uygun şekilde analiz edilmiş ve yorumlanmıştır. Oyun tepki süreleri Mann-Whitney U testi ile analiz edilmiştir.



Şekil 1: Araştırmanın Genel Süreçleri

3.2 Araştırma Grubu

Araştırma temel düzeyde bilgisayar becerisi olan ve 10 parmak becerisi olmayan, gönüllü yetişkinleri kapsamaktadır. Katılımcıların belirlenmesinde amaçlı örnekleme yöntemi türlerinden kolay ulaşılabilir durum örnekleme (*convenience sampling*) yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu yöntemin araştırmaya hız ve pratiklik kazandırması açısından yakın olan ve erişilmesi kolay olan durumun seçilmesi söz konusudur (Yıldırım ve Şimşek, 2011). Katılımcıların etkileşim gruplarına göre cinsiyet ve ortalama yaş dağılımları Tablo 1 ve Tablo 2’de belirtilmiştir.

Tablo 1: Toplam Katılımcı Sayıları

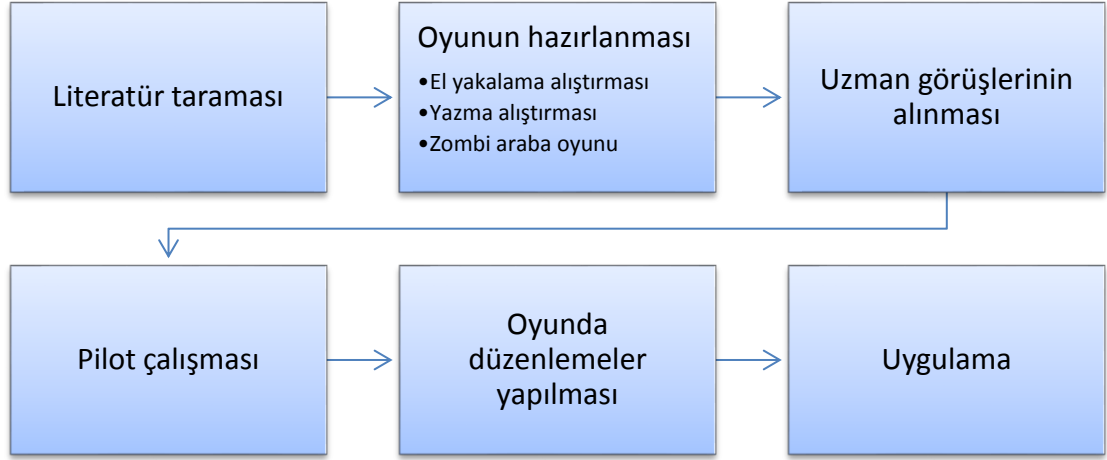
Grup	Kadın	Erkek	Toplam
Fare-Klavye Grubu	7	8	15
Göz-Klavye Grubu	6	9	15
Toplam	13	17	30

Tablo 2: Katılımcıların Yaş Ortalamaları

Grup	Kadın	Erkek	Toplam
Fare-Klavye Grubu	28.71	26.88	27.79
Göz-Klavye Grubu	25.67	23.33	24.50
Toplam	27.31	25.00	26.15

3.3 Oyun Tasarımı ve Geliştirme Süreci

Salen ve diğerlerine (2004) göre oyun tasarımı, bir oyun tasarımcısının, bir oyuncunun karşılaşabileceği, anlamlı oyunun ortaya çıktığı bir oyun yaratma sürecidir. Bu araştırmanın tasarım ve oyun geliştirme kısmında Unity oyun motoru kullanılmıştır. Unity oyun motorunun seçilmesinin başlıca sebebi diğer oyun geliştiricisi forumlarında ve benzer geliştirici kaynaklarında oyun motorlarına arasında başlangıç dostu (*beginner friendly*) ve bağımsız geliştirici dostu (*indie friendly*) olarak nitelendirilmesidir (Game Development Stack Exchange, 2019; GameDesigning, 2019; Sykoo, 2018; TairaGames, 2017; Unreal Engine Forums, 2019). İkinci bir sebep ise göz takip yazılımı veya donanımı üreten firmaların SDK desteğini bir oyun motoruna sunduklarında Unity'nin onlarında (muhtemelen ilk sebep ile bağlantılı olarak) ilk tercihi olmasıdır. Unity genel algı olarak büyük bütçeli yapılarda geride kalsa da daha küçük bütçeli yapılarda ve özellikle bireysel yazılımlarda (oyun vb.) en popüler olan oyun motorlarından. Unity ayrıca birçok tasarım edinilebilecek en eski ve büyük geliştirici mağazasına (*Asset store*) sahiptir.



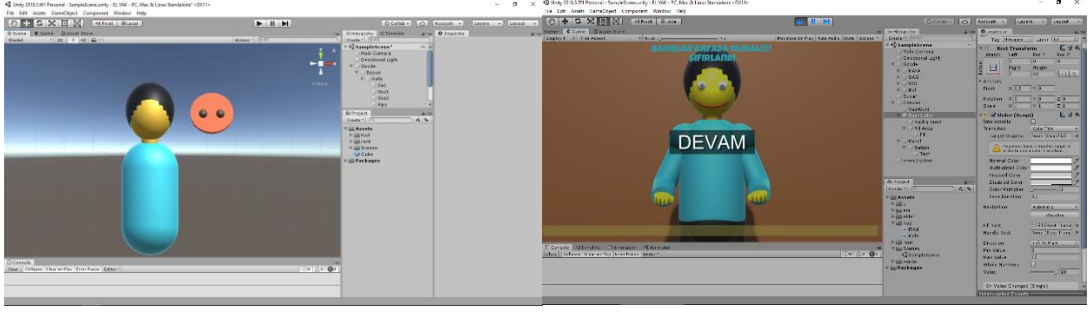
Şekil 2: Uygulamanın Oyun Tasarımı ve Geliştirme Süreci

Şekil 2’de uygulamanın oyun tasarımı ve geliştirme süreci görselleştirilmiştir. Oyunun geliştirmenin ilk aşamalarında göz takibini fareden ayrı veya farenin yanı sıra bir girdi olması planlanmıştır. Daha sonra lisans kısıtları, yazılım külfeti vb. gerekçelerle bundan vazgeçilmiştir. Bunun yerine göz hareketi oyun tasarımının dışına çıkarılarak bilgisayar faresi yerine kullanılmıştır. Bu karar daha karmaşık bir oyunda birçok etkileşim seçeneğinden vazgeçilmesine sebep olabilir ama bu araştırmadaki yazılım bu kısıtları göz önünde bulundurarak net bir amaca yönelik tasarlanmıştır. Oyun sade ve basit bir tasarım kullanılarak tamamlanmıştır. Ayrıca göz takibi oyunun içeriğine bir ürünün SDK’sı ile uyarlandığında her bir ürünü desteklenmesi için o ürünün SDK’sının da ayrıca uyarlanması gerekmektedir. Bu SDK’lar zamanla güncellenmekte, bazı durumlarda ise tamamen destek kesilmektedir. Bunlar ileride benzer bir çalışma tekrarlanmak istendiğinde olumsuz etki yaratacak unsurlardır. Ek olarak benzer araştırmalarda kullanılacak hassasiyetteki göz cihazlarının yaygınlaşması, teknolojik ve mali kısıtlara bağlı olarak gecikse de etkileşim aracı olarak bilgisayar kamerasını temel alan göz takip yazılımlar artmaktadır. Bilgisayarlardaki standart kameralarla çalışan birçok göz takibi, kafa takibi, hareket takibi yazılımı ücretli, ücretsiz ve de açık kaynak kodlu olarak internet üzerinden temin etmek mümkündür. Bu yazılımları fare yönlendirmek için kullanarak bu oyunu denemek ve benzer yazılımlar geliştirmekte mümkündür.

Oyun tasarım ve yazılım geliştirme süreçlerinin tamamı yalnızca Unity oyun motoru kullanılarak tamamlanmıştır. Herhangi hazır tasarım veya başka bir uygulamayla geliştirilmiş herhangi bir materyal kullanılmamıştır. Tasarımların tamamı Unity oyun motoru içinde ki küre, küp, kapsül gibi basit üç boyutlu nesnelere eklenerek oluşturulmuştur. Normal oyun geliştirme süreçlerinde tasarım için 3 boyutlu tasarım uygulamaları ve bu ortamlarda oluşturulmuş detaylı 3 veya 2 boyutlu yüksek detaylı grafikler kullanılmaktadır. Bu oyunda grafikler basit tutulmuş ve Unity oyun motoru dışında herhangi bir araç ya da herhangi bir hazır malzeme kullanılmamıştır. Bu sayede böyle bir çalışma tekrarlanmak istendiğinde önceden bilinmesi gereken program sayısı arttırılmamıştır. Eğitici bir oyun oluşturmak için yalnızca bir oyun motoru kullanımı yeterli olmuştur.

Oyun üç bölüm olarak tasarlanmıştır. İlk iki alıştırmaya bölümü ve son bölüm oyun bölümüdür. İlk alıştırmaya bölümü el yakalamaca, ikinci alıştırmaya bölümü sade yazma bölümüdür. Son bölüm olan üçüncü bölüm ise zombi araçları kurtarma bölümüdür. Bütün yazılım ve tasarım süreçleri oldukça sade bir dil ve görünüm amaçlanarak tamamlanmıştır.

İlk bölüm olan el kızartmacaya alıştırmaya tasarlanırken kabaca aşağıdaki adımlar izlenmiştir. Unity oyun motoru açılmış ve boş bulunan sahneye bir kapsül eklenerek gövde olarak adlandırılmıştır. Gövde objesinin içerisine bir küre eklenmiş ve kafa olarak adlandırılmıştır. Kafanın içerisine gözler, saç ve ağız küre ve silindir objeleri ile oluşturulmuştur. Daha sonra sağ ve sol kolları oluşturulmuştur. Kollar oluşturulurken omuz, dirsek, bilek eklem bölgelerinde küre, sabit kol bölümlerinde silindir kullanılmıştır. Kolların oyun sırasındaki hareketi küre olan omuz eklem bölgesini çevirerek sağlanmıştır. Dönen kısım olarak kürenin ya da noktasal bir cismin merkeze alınması dönüşlerin daha doğal gerçekleşmesini sağlamaktadır. Gövdeye, kafa ve kollar eklendikten sonra bel ve bacaklarda küre ve silindir nesneleriyle eklenmiştir. En son olarak oyuncunun arkasında bir duvar oluşturacak şekilde bir küp eklenmiş ve birinci bölümün tasarım kısmı tamamlanmıştır (Şekil 3).



Şekil 3: Birinci Bölümün Tasarımından Kareler

İlk bölümün tasarımı tamamlandıktan sonra yazılım kısmına geçilmiştir. Kodlama kısımlarına başlamadan önce oyun bir kâğıt üzerinde gerekli koşullarına göre bölünmüş ve algoritmalaştırılmıştır. Alıştırmanın temel dinamiği fare/göz imlecin gerekli alanlara belirli bir süre içinde hareket etmesi üzerine kurulmuştur. Gerekli alanlar kafa ve kollar, gerekli süreler kafada beklenmesi gereken 2 saniye ve kolun hareket süresi olan 1 saniyedir. Oyun başladığında oyuncu 2 saniye bekleme süresi vardır ve bu bekleme süresinin dolması için imlecin kafa üzerinde durması gerekmektedir. İmleç kafadan ayrılırsa geri sayım duraklar. İmleç kafada bekleyerek 2 saniye dolduğunda sağ ya da sol koldan birisi rastgele hareket etmeye başlar ve oyuncu 1 saniye içinde fare/göz imlecini bu kolun üzerine getirerek bu kolu yakalamak zorundadır. Oyuncu yakaladığında 1 saniyeden geriye kalan süresi kadar puan alır ve bir sonraki el başlar. Oyuncunun puanları toplamı 5 üzerinde bir değere ulaşıncaya kadar eller devam eder ve ulaştığında birinci alıştırma biter. Bu oyun algoritmasının Unity'nin script dili olarak kullandığı C# programlama diline göre uyarlanmıştır (Şekil 4 kafaya eklenen ve Şekil 5 sağ ve sol kola eklenen kodları göstermektedir).

```

...
public class Kafa : MonoBehaviour
{
    ...
    void Start()
    {
        ...
        Sifirla();
    }
    void OnMouseOver () { OdaktakiNesne = gameObject.name; }
    void OnMouseExit () { OdaktakiNesne = gameObject.name + "dan ayrildi"; }

    void Update()
    {
        //Sifirla fonksiyonu her çalıştığında KalanZaman 4 değeri alır.
        //KalanZaman 2'den büyük veya eşit olduğu sürece her karede azalacaktır.
        else if (KalanZaman >= 2 * ElCekmeSuresi && OdaktakiNesne == "KAFA")
        {
            KalanZaman -= Time.deltaTime;
        }
        //KalanZaman 2 den küçük ve 1'den büyük ise,
        else if (KalanZaman < 2 * ElCekmeSuresi && KalanZaman > ElCekmeSuresi)
        {
            //OdaktakiNesne hareket eden kol ise,
            if (OdaktakiNesne == kol.name)
            {
                PUAN = KalanZaman - 1;
                ToplamPUAN += PUAN;
            }
            //Değilse Dondur fonksiyonunu çağırır ve kolu döndürür
            else{ Dondur(1); }
        }

        //KalanZaman 1'den küçük, 0'dan büyük ise hareket eden kolu geriye döndürür.
        else if (KalanZaman < 1 * ElCekmeSuresi && KalanZaman >= 0) Dondur(-1);
        //KalanZaman 0dan küçük ise Sifirla fonksiyonunu çağırarak, yeniden başlatır.
        else if (KalanZaman < 0) Sifirla();
        //KalanZaman 2'den büyük veya eşit iken OdaktakiNesne kafa değil ise: bekletir.
        else YazıAlani.text = ("Bakış kafada olmalı!!! \n" + OdaktakiNesne);
    }
    void Dondur(float i)
    {
        kol.transform.Rotate(-i*Donus, hiz * Time.deltaTime);
        KalanZaman -= Time.deltaTime;
    }
    void Sifirla()
    {
        OdaktakiNesne = "Yoksa el başlamaz";
        YazıAlani.text = (PUAN + " puan");
        PUAN = 0;
        ilk = true;
        KalanZaman = 4;
        if (Random.value > 0.5) { kol = sag; sgsl = -1; } else { kol = sol; sgsl = 1; }
        Donus = new Vector3(1, sgsl * Random.value, sgsl * Random.value);
    }
    ...
}

```

Şekil 4: Birinci Bölüm Kafanın Kodları

```

...

public class ElAd : MonoBehaviour
{
    Kafa kafa;

    void Start()
    {
        kafa = GameObject.Find("KAFA").GetComponent<Kafa>();
    }

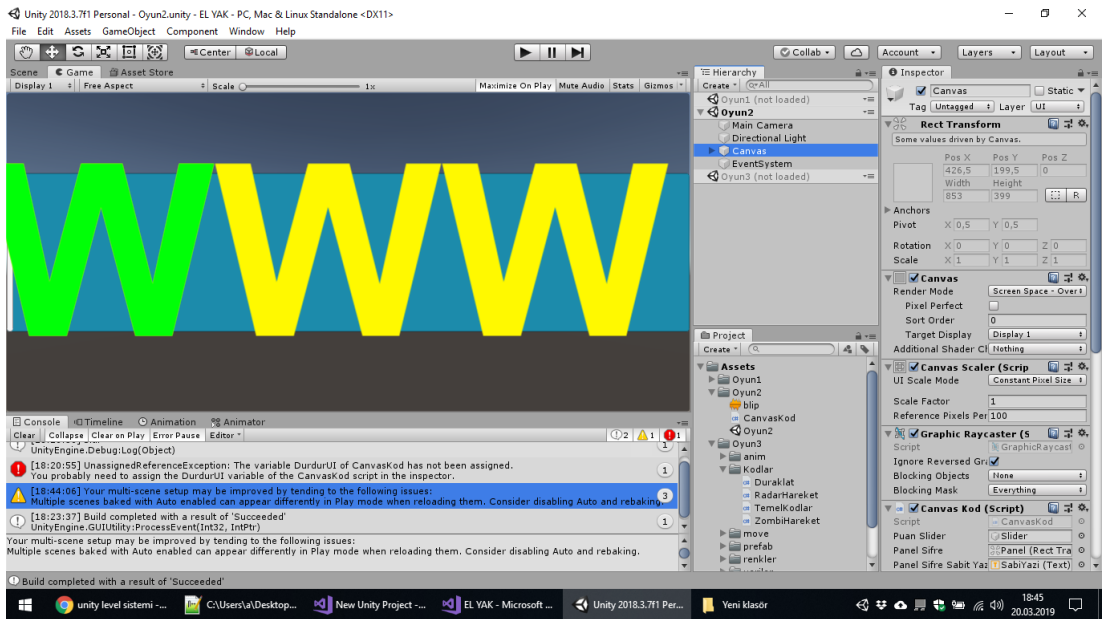
    void OnMouseEnter()
    {
        kafa.OdaktakiNesne = gameObject.name;
    }

    void OnMouseExit()
    {
        kafa.OdaktakiNesne = gameObject.name + " koldan ayrildi";
    }
}

```

Şekil 5: Birinci Bölüm Kolların Kodları

Birinci bölümün tasarımı ve yazılımı tamamlandıktan sonra ikinci alıştırmaya olan sade yazı bölümüne başlanmıştır. Bu kısımda amaç klavyeden ekranda görülen yazıların klavye ile yazılmasını sağlamaktır. Bu bölüm oldukça basit bir tasarıma sahiptir. Tasarım kısmında iki tane yazı objesi ekranı dolduracak ve üst üste gelecek şekilde ekrana yerleştirilmiştir (PanelSifreSabitYazi ve PanelSifreGirYazi). Bu yazı objelerine sarı ve yeşil renkleri verilmiştir. Yazıların arka planına bir ilerleme çubuğu eklenmiş ve bölümün tasarımı tamamlanmıştır. Şekil 6'da ikinci bölümün tasarım aşaması görülebilir.



Şekil 6: İkinci Bölümün Tasarım Aşaması

Yazılım kısmına geçilmeden önce oyunun amacı detaylı olarak düşünülmüş ve gerekli algoritma yapısı fikir olarak tasarlanmıştır. Klavye yazma becerilerini ve performanslarını keşfetmek amacıyla eklenen bu bölümde toplamda 60 adet (30'u klavyede bitişik ve 30'u klavyede uzak) aynı sırada bulunan harflerden oluşan 3 harfli anlamsız kelime grupları oluşturulmuştur. Bu sayılar belirlenirken katılımcıların anlamlı eylemler sergilemesini sağlamak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda kısa süreli bellek kapasitesi de dikkate alınarak her biri 3 harf içeren anlamsız hecelerle, alfabedeki her harfi içerecek şekilde 30 hece ile klavye üzerinde birbirine yakın ve birbirinden uzak harflerden iki grup oluşturulmuştur. Girilecek her harf öbeği 3 harften oluşturulmasında amaç normal yazma eylemine yakın bir sayıyı katılımcıların girmesini sağlamak ama bunu yaparken katılımcıların zamanını değerli kullanmaktır. Pilot uygulama öncesi bu kelime gruplarının klavyedeki sıralarına göre ("QWQ", "WEW", "ERE" vb.) sunulması düşünülürken, pilot çalışmasında bunun oyunu çok tahmin edilebilir kıldığı görülmüş ve her beşli grup kendi arasında karıştırılmıştır. Bu karıştırma işleminde elde edilen sıralama bir diziye kaydedilmiş (Şekil 7) ve bu diziden her katılımcıya aynı sırayla sunulmuştur. Bu dizi hiçbir değişiklik yapılmadan oyun bölümünde de kullanılmış ve böylece kullanıcıların alıştırmaya 2 ve oyun bölümü performanslarını karşılaştırırken geçerlik ve güvenilirliğinin artırılması amaçlanmıştır.

```
string[,] PanelSifreRastgele = new string[,] {
    //seviye 0
    { "WEW", "QWQ", "RTR", "ERE", "TRT" }, { "UIU", "IOI", "PĞP", "YUY", "OPO" },
    { "GHG", "DFD", "ASA", "FGF", "SDS" }, { "LKL", "JKJ", "HJH", "KLK", "ŞİŞ" },
    { "CVC", "ZXZ", "XCX", "BVB", "VBV" }, { "MÖM", "NMN", "İŞİ", "ÖÇÖ", "ÇÜÇ" },
    //seviye 6
    { "EOE", "QUQ", "RPR", "WIW", "TĞT" }, { "OTO", "UEU", "IRI", "PRP", "YWY" },
    { "SKS", "ALA", "FJF", "GİG", "DLD" }, { "KFK", "HDH", "LSL", "JAJ", "ŞGŞ" },
    { "ZMZ", "BÖB", "CÖC", "VÇV", "XNX" }, { "MXM", "İCİ", "ÖZÖ", "NBN", "ÇVÇ" },
};
```

Şekil 7: Harflerin Sıralandığı Dizi

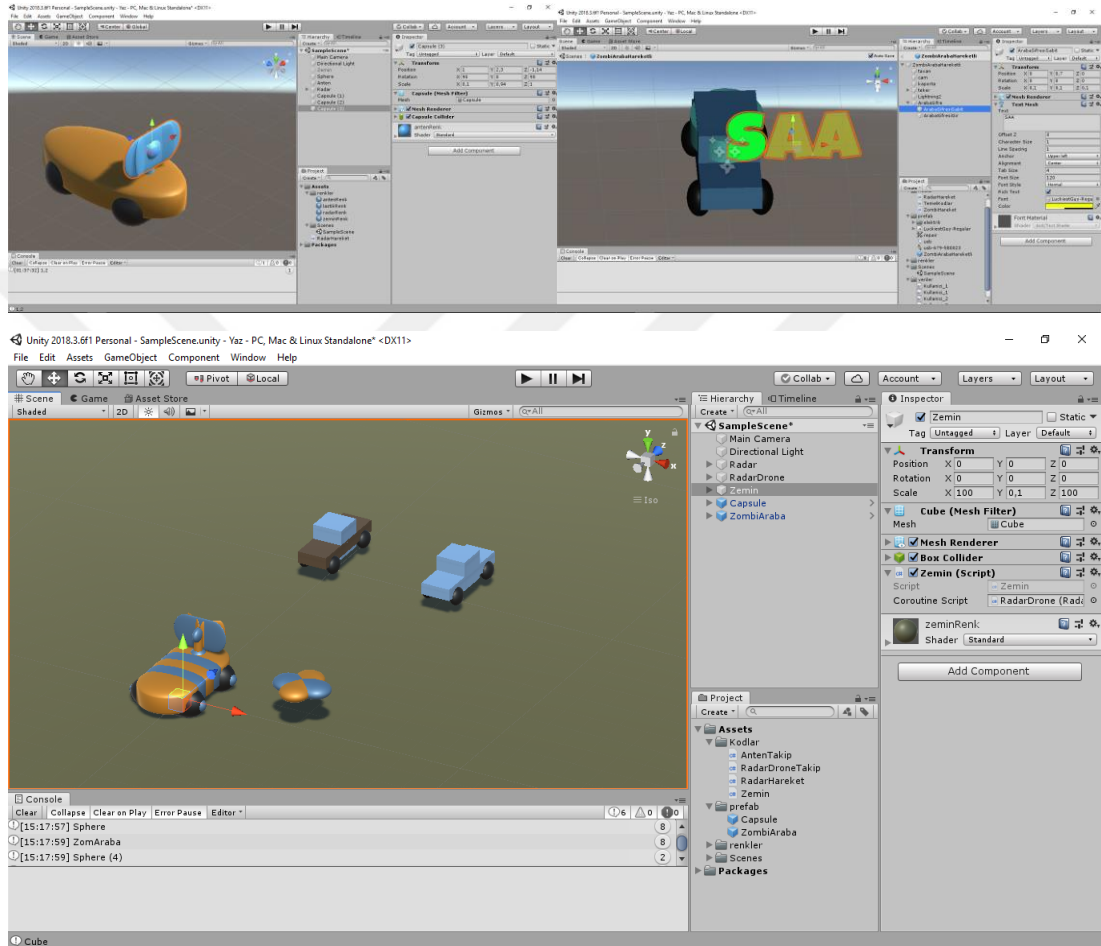
Dizi oluşturulduktan sonra dizi içinden her seferinde sıradaki dizi ögesini PanelSifreSabitYazi objesine atayan YeniSifre fonksiyonu oluşturulmuştur. Update fonksiyonuna basılan tuşları kontrol eden ve eğer doğru harfe basıldıysa harfi PanelSifreGirYazi objesine ekleyen kodlar eklenmiştir. Update fonksiyonunun içerisinde PanelSifreSabitYazi ile PanelSifreGirYazi objelerinin eşitliğini kontrol eden ve eşit olduğu durumda bir sonraki dizi ögesine geçmek için YeniSifre fonksiyonunu çağıran bir kod eklenmiştir. Son olarak tamamlanan kelimelerin sayısı

59'dan büyük olduğunda bölümü bitirecek bir kod eklenip bölüm tamamlanmıştır. Bu algoritma C# programlama dili ile yazılmış ve ikinci bölüme eklenmiştir ('de kodlar gösterilmiştir).

```
...
public class CanvasKod : MonoBehaviour
{
    ...
    void Start()
    {
        Time.timeScale = 1f;
        Oyun2Baslangic = Time.time;
        PanelSifreGirYazi.text = "";
        YeniSifre();
    }
    void Update()
    {
        //Eğer tamamlanmadı ise ve basılan bir tuş var ise,
        if (!tamamlandi && Input.inputString != "")
        {
            //TUS'a basılan tuşun değerini büyük harf olarak atar.
            TUS = Input.inputString[0].ToString().ToUpper();
            //Eğer TUS alfabe harflerinden biriyle eşleşir ise, ŞifreYaz fonksiyonuna TUS'u gönderir.
            if ("ABCÇDEFGĞHIİJKLMNQÖPRSSŦUÜVWXYZ".Contains(TUS))
            {
                ToplamHarfler += TUS;
                string SiradakiHarf = PanelSifreSabitYazi.text[PanelSifreGirYazi.text.Length].ToString();
                if (PanelSifreGirYazi.text.Length < 3 && TUS == SiradakiHarf)
                {
                    Harf[PanelSifreGirYazi.text.Length] = Time.time;
                    PanelSifreGirYazi.text += TUS;
                }
                else
                {
                    YanlisHarfler += TUS;
                    Oyun2YanlisHarfler++;
                }
                if (PanelSifreGirYazi.text == PanelSifreSabitYazi.text) {
                    GirilenSifreSayisi += 1;
                    Invoke("YeniSifre", .2f);
                    tamamlandi = true;
                }
            }
            else print(TUS);
        }
    }
    void YeniSifre()
    {
        //Eğer ToplamSifreSayisi 59 den büyük ise, geri dön.
        if (ToplamSifreSayisi > 59) return;
        //her 5 seferden birinde Seviye bir artarak bir sonraki PanelSifreRastgele dizisine geçer.
        if (ToplamSifreSayisi++ % 5 == 0) Seviye++;
        //Arabaya PanelSifreRastgele içinden Seviye satırından rastgele bir yazı verir.
        PanelSifreSabitYazi.text = PanelSifreRastgele[Seviye, ( ToplamSifreSayisi - 1 ) % 5];
        PanelSifreGirYazi.text = "";
        tamamlandi = false;
    }
}
}
```

Şekil 8: İkinci Alıştırma Bölümünün Kodları

İki alıştırma bölümü tamamlandıktan sonra son bölüm olan 10 Parmak Klavye oyunu bölümüne geçilmiştir. Bu bölümde önce oyun için gerekli öğeler düşünülmüş, gerekli görülen objeler olarak bir radar aracı ve dronu, zombi araçlar için örnek bir araba ve zemin tasarlanmıştır. Oyunun başlangıcı için oyuna animasyonlar eklenip tasarım kısmı tamamlanmıştır. Şekil 9’da Oyun bölümünün tasarım aşamaları görülebilir.



Şekil 9: Üçüncü Bölümün Tasarımından Kareler

Oyun bölümünün tasarımı tamamlandıktan sonra yazılım aşamasında ilk olarak ikinci bölümdeki dizi hiç değiştirilmeden bu bölüme tekrar eklenmiştir. Daha sonra bu dizinin her elemanı için sırasıyla araba oluşturacak YeniZombiAraba fonksiyonu yazılmıştır (Şekil 10’da YeniZombiAraba fonksiyonu gösterilmiştir). Bu fonksiyon algoritma yapısı olarak 2. alıştırmadaki YeniSifre fonksiyonuna oldukça benzerdir. Temel fark olarak bu kod her seferinde örnek Zombi Araba objesini sahneye kopyalar ve sıradaki dizi üyesini bu yeni araca şifre olarak ekler.

```

public void YeniZombiAraba()
{
    //Eğer GarajdaZombiArabaSayisi 59 den büyükse
    if (GarajdaZombiArabaSayisi > 59) return;
    //Eğer ToplamZombiArabaSayisi 59 den büyük ise, geri dön.
    if (ToplamZombiArabaSayisi > 59) return;
    //Eğer ToplamZombiArabaSayisi GarajdaZombiArabaSayisi ndan büyük ise, geri dön.
    if (ToplamZombiArabaSayisi > GarajdaZombiArabaSayisi) return;
    //her 5 seferden birinde Seviye bir artarak bir sonraki dizi dizisine geçer.
    if (ToplamZombiArabaSayisi++ % 5 == 0) Seviye++;
    int[] CikisYeri = { -16, 0, 16, 0 };
    Vector3 Yer = new Vector3(CikisYeri[ToplamZombiArabaSayisi % 4], 0.7f, 18);
    //ZombiArabaHareketli kopyasından yeni araba oluşturur ve Yer değeriyle oyuna ekler.
    Rigidbody zom = Instantiate(ZombiArabaHareketli, Yer, transform.rotation);
    //Arabaya rastgele bir renk verir.
    Color renk = new Color(Random.value, Random.value, Random.value);
    zom.transform.GetChild(0).GetComponent<Renderer>().material.color = renk;
    zom.transform.GetChild(2).GetComponent<Renderer>().material.color = renk;
    //Arabaya ArabaSifresiRastgele içinden Seviye satırından rastgele bir yazı verir.
    string ArabaSifresiSabitYazi=ArabaSifresiRastgele[Seviye,(ToplamZombiArabaSayisi-1)%5]
    Yazilar= zom.transform.GetChild(5).GetChild(0);
    Yazilar.GetChild(0).GetComponent<TextMesh>().text = ArabaSifresiSabitYazi;
    Yazilar.GetChild(1).GetComponent<TextMesh>().text = "";
}

```

Şekil 10: YeniZombiAraba Fonksiyonu

Zombi arabaları sahneye ekleyecek koddan sonra radar aracının dronunu bir fare/göz imleci olarak kullanabilmek için gerekli kodlar yazılmıştır (Şekil 11).

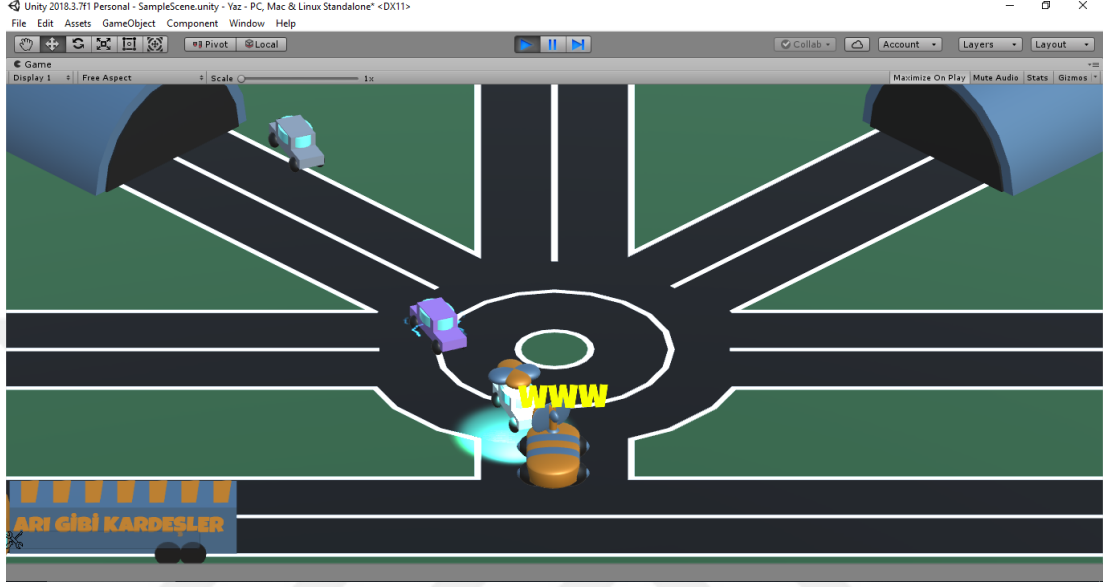
```

...
public class RadarHareket : MonoBehaviour
{
    public Transform RadarAnteni;
    public Transform RadarDronu;
    void Update()
    {
        //Kamera açısına göre FareImlecininIzDusumu'nü bulur.
        Physics.Raycast(Camera.main.ScreenPointToRay(Input.mousePosition), out RaycastHit
        FareImlecininIzDusumu);
        //RadarDronu'nu FareImlecininIzDusumu'ne götürür.
        RadarDronu.transform.position = FareImlecininIzDusumu.point + new Vector3(0, 1f, 0);
        //RadarDronu döndürür.
        RadarDronu.transform.Rotate(new Vector3(0, 50 * Time.deltaTime, 0));
        //Radar'ın Anten'ini RadarDronu'na doğru çevirir. y eksenini değerleri hariç bırakır
        RadarAnteni.rotation= Quaternion.LookRotation(RadarDronu.position-RadarAnteni.position
        -new Vector3(0,RadarDronu.position.y-RadarAnteni.position.y, 0));
        //Radar'ın Anten'inden RadarDronu'na doğru bir çizgi çizer.
        RadarAnteni.GetComponent<LineRenderer>().SetPosition(0, new Vector3(0,
        RadarAnteni.position.y, 1.6f *Mathf.Abs(RadarAnteni.position.z-
        RadarDronu.position.z)));
    }
}

```

Şekil 11: Dronun Hareketini Sağlayan Kodlar

Oyun bölümünün yazılımında son olarak zombi araçların hareketini sağlayan ve imleç üzerine geldiğinde durmasını sağlayan algoritmalar C# dilinde yazılarak zombi araç örneğine eklenmiştir (Ek-5). Üçüncü bölüm ile birlikte uygulamanın tasarımları ve yazılımları tamamlanmıştır (Şekil 12) ve pilot çalışması başlatılmıştır.



Şekil 12: Oyun Bölümünden Örnek Sahne

Pilot çalışması iki yetişkin katılımcı ile yapılmıştır. Birinci alıştırma toplam tamamlanma süreleri göz etkileşim katılımcısı için 119.78 ve fare kullanım katılımcısı için 97.72 saniyedir. Göz etkileşim katılımcısı toplam 20. denemede yeterli puanı alarak bölümü tamamlarken fare kullanımı katılımcısı 19. denemede tamamlamıştır. Bu denemelerden göz etkileşim grubu 20’de 11 fare kullanımı grubu 19’da 15 seferinde eli yakalayıp puan alabilmiştir. Bu durumda toplam sürelerde göz grubunun daha uzun olma sebebi kafaya odaklanma ve orada sabit bekleme noktasında olduğu anlaşılmaktadır. Daha ilginç bir durum ise her ne kadar 20’de 11 yaparak daha başarısız olmuş gibi görünse de göz etkileşim grubunun 11 seferlik puanı fare kullanım grubunun 15 seferlik puanına denk düşmektedir. Bunlardan hareketle, göz etkileşim grubu için, sabit durma görevlerinin diğer gruba göre daha zor olduğu, ama hareketli objeye tepkisinin daha hızlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

İkinci alıştırma bölümünü tamamlama süreleri göz etkileşim katılımcısı için 172.74 saniye ve fare kullanım katılımcısı için 151.38 saniyedir. Göz etkileşim katılımcısı 7 yanlış yapmışken fare kullanım katılımcısı hiç yanlış yapmamıştır. Bu duruma bakarak

fare kullanımı katılımcısının yazma becerisinin daha hızlı bir düzeyde olduğunu söylemek mümkündür. Yalnız göz grubunun ilk oyundan müteakip klavyeye bakmama ihtiyacı hissettiği gözlenmiştir, gözlemlenmenin etkisi vardır. Fare kullanımı grubundaki oyuncu harfleri çoğu zaman klavyeden kontrol etmiştir. Göz etkileşim grubu ise ekrana odaklanmaya daha çok çaba göstermiştir.

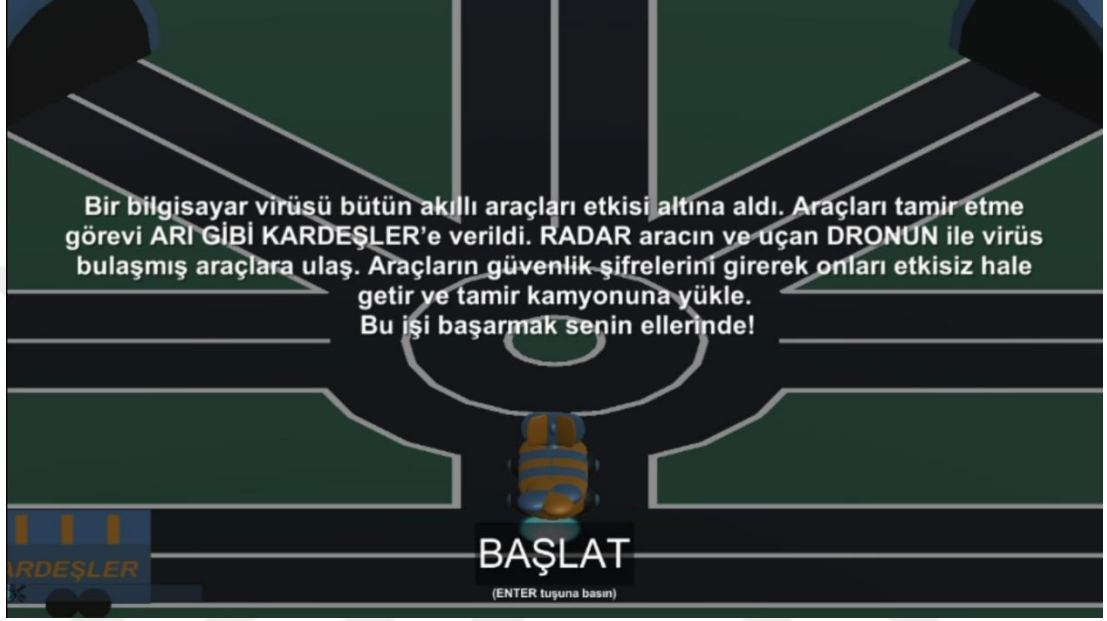
Oyun bölümünde tamamlama süreleri göz etkileşim katılımcısı için 578.54 saniye ve fare kullanım katılımcısı için 130.07 saniyedir. Fare grubu katılımcısı yine hiç yanlış yapmadan bölümü tamamlarken, göz grubu katılımcısı 10 yanlış yapmıştır. Göz grubu katılımcısı aracı sabit tutmakta oldukça zorlanırken, fare grubu katılımcısı herhangi bir problem yaşamadan bölümü tamamlamıştır.

Bölümlerde pilot çalışması sonrası yapılan değişiklikler sıralanmıştır. El yakalama alıştırmalarında pilot çalışmasında açıklamaların belirgin olmadığı ve anlaşılmadığı görülmüştür. Üst orta kısımda yer alan bilgilendirme yazısının font boyutu 24'den 36'a çıkarılmıştır. Rengi beyazdan, kırmızıya çevrilmiştir. Açıklamaları değiştiren kod kısımlarında ki cümleler gözden geçirilmiş ve daha belirgin ifadelerle değiştirilmiştir. Elin harekete başlamadan önceki süresi oyunculara yeterli hazırlık süresi sağlamak amacıyla 2 saniyeden 3 saniyeye çıkarılmıştır.

Sade Yazı alıştırmalarında pilot çalışmasında yazı girilen alanın zor fark edildiği, yazı tamamlandığında anlaşılmadığı, "Caps Lock" ve "Enter" tuşlarına basma eylemleri ve çoğunlukla tek parmak kullanımı görülmüştür. Sabit yazı ve girilen yazı alanları tamamen üst üste gelecek şekilde orta kısma çekilmiş. Sabit yazı alanı metnine sarı, girilen yazı alanı metnine yeşil renk verilmiştir. İki yazı alanı da ekranı kaplayacak şekilde büyütülmüştür. Art arda aynı metinlerin gelmesine neden olan rastgele metin atayan fonksiyon dağınık ama rastgele olmayan atama yapacak şekilde güncellenmiştir. Tek parmak yazımın yaygın olarak kullanımına irdellemek için; tek elle kolay yazılan "QQQ", "WWW", vb. tekli serileri, yakın harflerden oluşan "QWQ", "WEW" ikili serileri ile değiştirilmiş ve yakın ikili serilerini yerine uzak harflerden oluşan "QUQ", "WIW" ikili serileri eklenmiştir.

Üçüncü bölüm olan oyun bölümünde göz etkileşimi katılımcısında arabayı durdurma sorunları gözlenmiştir. İkinci alıştırmaya paralel olarak tek elle kolay yazılan "QQQ", "WWW", vb. tekli serileri, yakın harflerden oluşan "QWQ", "WEW" ikili

serileri ile değiştirilmiş ve yakın ikili serilerini yerine uzak harflerden oluşan “QUQ”, ”WIW”, vb. ikili serileri eklenmiştir. Göz grubu katılımcısının odaklanma problemlerini azaltmak için arabaların odak alanı artırılmıştır. Oyunda motivasyon unsurunu arttırmak için oyunun başlangıcındaki açıklamalara oyun hikayesi eklenmiştir (şekil 13).



şekil 13: Oyun Bölümünün Hikâyesi

Jacob ve Karn'a (2003) göre insan bilgisayar etkileşiminde; göz hareketleri ile sistem tepkilerini doğal olan/olmayan durumlarıyla çaprazlandığında:

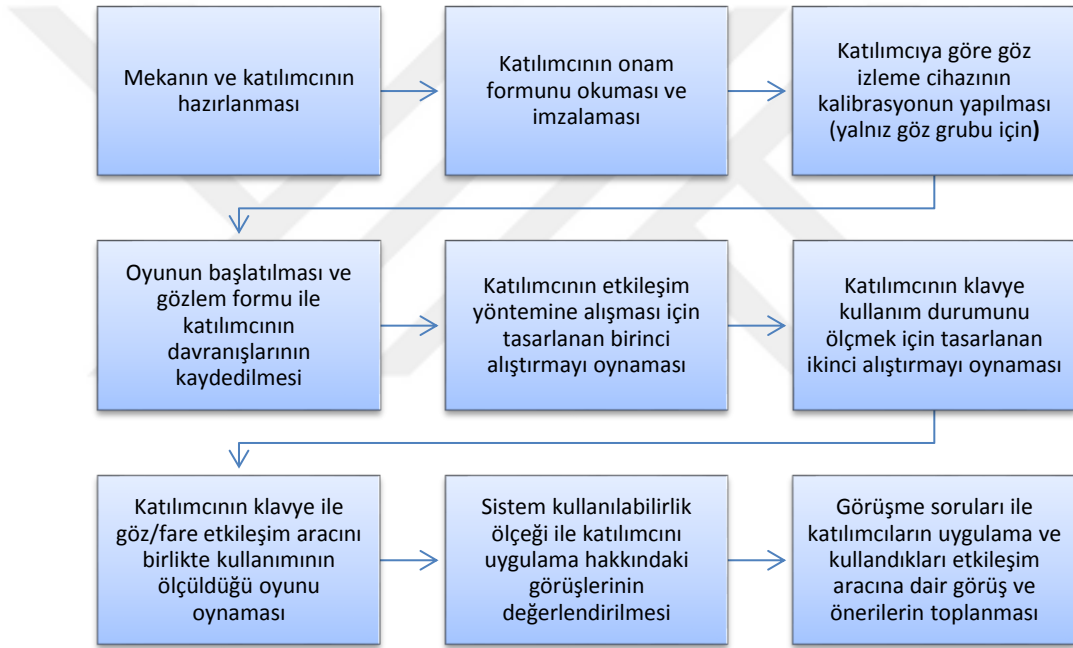
1. Doğal göz hareketine doğal sistem tepkileri; oyunda bakılan karakterin doğal bir tepki vermesi,
2. Doğal göz hareketine doğal olmayan sistem tepkileri; odaklanılan alanda işlemler yapma, fazla bakılan kelimelerin anlamlarının açılması,
3. Doğal olmayan göz hareketine doğal olmayan sistem tepkileri; göz hareketleriyle ekran klavyesi kullanımı,
4. Doğal olmayan göz hareketlerine doğal sistem tepkileri durumları oluşur

İlk üç grupta geliştirilen uygulamalarda görülürken 4. seçeneğe örnek bir çalışma görülmemiştir. Bu araştırmada geliştirilen eğitsel oyun içerisinde bu yaklaşımlar da

değerlendirilmiş ve doğal göz hareketine doğal sistem tepkileri veren bir yazılım tasarlanmıştır.

3.4 Uygulama Süreci

Araştırmanın uygulama süreci dış müdahaleye kapalı bir ortamda Eye Tribe Development Kit göz izleme cihazı ve aynı dizüstü bilgisayarla, aynı gözlemci kontrolünde, farklı zamanlarda gerçekleştirilmiştir. Eye Tribe Development Kit göz izleme cihazı, 17 inç büyüklüğünde ve 1024×768 çözünürlüğe sahip bir dizüstü bilgisayara bağlanmıştır. Veri toplanan alanda katılımcı için yüksekliği ayarlanabilir sandalye ve masa, gözlemci için sandalye bulunmaktadır.



Şekil 14: Uygulama Süreci

Şekil 14’de uygulama süreçleri gösterilmiştir. Her seferinde tek bir katılımcı ile uygulama yapılmıştır. Gönüllü olarak gelen katılımcılardan uygulama öncesinde katılımcı onam formu ile onayları alınmıştır. Katılımcılar uygulama hakkında bilgilendirilmiş ve istedikleri anda uygulamaya ara verebilecekleri ya da bırakabilecekleri belirtilmiştir. Sonrasında göz etkileşimi grupundaki katılımcılara göz izleme cihazı tanıtılmış, işlevi anlatılmış ve cihazın katılımcıya göre kalibrasyonu yapılmıştır. Fare etkileşimli grupta bu kısma benzer bir uygulamaya gerek görülmemiş, doğrudan bir sonraki adıma geçilmiştir.

Bir sonraki adımda oyunun bölümlerini ve nasıl oynandığı gösteren bir video izlettirilmiş ve oyunun genel yapısı, yapılması gerekenler kabaca anlatılmıştır. Katılımcılardan oyun ve alıştırmalarda sesli düşünceleri istenmiştir. Daha sonra ses kaydı ve oyun başlatılmıştır. Katılımcıların takıldıkları noktalar, sordukları sorular ve genel durumları gözlemci tarafından gözlem formuna not edilmiştir. Katılımcılar yardım istediklerinde sözlü olarak gerekli bilgiler tekrar edilmiştir.

Oyunun birinci bölümünde katılımcılar fare/göz alıştırmaları olan el yakalama oyununu alıştırma amaçlı kullanmışlardır. Bu alıştırma özellikle yeni bir teknolojiye karşı karşılaşılabilecek sorunların ve farklılaşmaların ön tespiti amaçlı olarak ve de olağan dışı durumların nedenlerini irdeleyebilmek amaçlıdır. Katılımcıların rahatlığı, genel tutumu ve varsa zorlandığı noktalar gözlem formu aracılığıyla not edilmiştir (EK 2). Yazılım içerisinde de tepki süreleri kayıt altına alınmıştır. Bu alıştırma bir çocuk oyunu olan el kızartmaca oyununun bir türü olarak düşünülebilir. Göz/fare imlecini oyundaki insan modelinin kafasında tutması gereken katılımcı, bu şartı sağladığı her üç saniyede modelin iki elinden bir tanesinin hareket etmeye başladığını görür. Katılımcının bir el hareket etmeye başladığı anda göz/fare imlecini elin üzerine getirip puan alması için toplamda 1 saniye süresi vardır. Katılımcı eğer eli yakalayabilirse 1 saniyeden kalan süreyi puan olarak alır ve bu süre toplam puanına eklenir. Katılımcının toplam puanı 5 ve üzeri bir değer olana kadar bu süreç devam eder. Sonrasında katılımcı ikinci bölüme geçebilir.

İkinci bölümde katılımcının mevcut klavye kullanma becerisini belirlemek ve üçüncü bölüme hazırlamak amaçlanmıştır. Bu bölümde katılımcıdan birbirinin peşi sıra ekranda beliren 60 tane, 3 harf uzunluğundaki anlamsız kelimeyi girmesi istenmiştir. Bu 60 kelime 30'arlık iki grup olarak düşünülebilir. İlk 30 kelimenin oluşturduğu grup klavye üzerinde, aynı satırda ve birbirine bitişik olan harflerden oluşmaktadır ("ASA", "KLK", vb.). İkinci 30 kelimenin oluşturduğu grup ise klavye üzerinde, yine aynı satırda ama birbirine uzak olan harflerden oluşmaktadır ("AKA", "KSK", vb.). Bu anlamsız harfler çalışmanın güvenilirliği arttırmak için rastgele olmayan karmaşık bir düzende sıralanmıştır. İlk 30 anlamsız kelime önce ilk satırın sağ elle girilmesi gereken harfleri içerisinden dağınık bir düzende, sonra aynı şekilde sol elle girilmesi gereken kelimelerle dağınık düzende verilmiştir. Aynı işlem 3 satır için tekrarlandıktan sonra ikinci 30 kelime grubuna geçilmiştir. Bu grupta önce "sağ-sol-sağ" elle girilmesi

gereken kelimeleri (“QIQ”, “RPR”, vb.) sonra “sol-sağ-sol” elle girilmesi gereken kelimeleri (“OWO”, “PEP”, vb.) katılımcının girmesi istenmiştir. Bu işlem klavyenin üç harf satırı için tekrarlanmıştır. Katılımcının genel durumu, klavyeye kullanırken rahat olup olmadıkları ve zorlandıkları noktalar gözlem formlarıyla kaydedilmiştir. Gözlem formuyla katılımcılar klavyeden yazarken kullandıkları el ve parmaklarına göre gruplandırılmış ve not edilmiştir.

Üçüncü bölüm ilk iki bölümün birleşimi olarak düşünebilecek bir oyundur. Bu oyunda ortada sabit duran radar aracına doğru hikâye gereği virüs bulaşmış akıllı otomobiller gelmektedir. Katılımcıdan radar aracının dronu ile virüslü arabayı yakalaması ve araç drone tarafından yakalandığında görünür olan şifreyi girmesi istenmektedir. Bu bölümün ikinci bölümden en büyük farkı klavye kullanırken aynı zamanda göz/fare imlecinin de kontrol edilmesi gerekmesidir. Bunun dışında arabalar ikinci bölümdeki harfler gibi teker teker ve tamamen aynı karmaşık düzende gelmektedir.

Katılımcı oyunu tamamladıktan hemen sonra katılımcıya SKÖ(Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği) verilmiş ve oyunu kullandıkları etkileşim araçlarıyla birlikte bir bütün olarak değerlendirmeleri istenmiştir. Katılımcı SKÖ’ni doldurduktan sonra görüşme sorularına geçilmiş ve önceden hazırlanmış açık uçlu sorular sorularak cevaplamaları istenmiştir. Bu sorular her ne kadar fare ve göz etkileşimi gruplarında birbirine paralel olsa da fare etkileşim grubundakilere fare kullanımı, göz etkileşimi grubundakilere göz kullanımıyla ilgili sorular sorulmuştur. Katılımcılar görüşme sorularını cevapladıktan sonra veri toplama süreci tamamlanmıştır. Her bir katılımcı için oyun öncesi hazırlık süresi, uygulama süresi ve oyun sonrası görüşme süresi toplamda yaklaşık 30 dakika sürmüştür.

3.5 Veri Toplama Araçları

Çalışmada veriler gözlem formu, ses kaydı, oyun veri dosyaları, SKÖ ve görüşme sorularıyla toplanmıştır. Göz izleme cihazı kullanıldığı birçok araştırmanın aksine, bu çalışmada veri toplama aracı olarak kullanılmamıştır. Göz izleme cihazı yalnızca göz etkileşim grubunda fare yerine etkileşim aracı olarak kullanılmıştır.

3.5.1 Gözlem Formu

Gözlem formu (EK-1) literatürdeki örneklerinden faydalanılarak hazırlanmış, uzman görüşü ile yeniden düzenlenip, pilot çalışmasında kullanılmış ve pilot çalışma sonrası

uzman görüşleriyle yeniden düzenlenerek son hali oluşturulmuştur. Uygulama sırasında oyunların her üç kısmında da gözlemci tarafından katılımcının eylem ve hareketleri izlenerek doldurulmuştur. Birinci kısımda ki El yakalama alıştırmalarında; varsa katılımcının sorduğu sorular ve zorlandığı kısımlar not alınmıştır. Sezgisel olarak oyunda yapılması gerekenleri hemen anlayıp anlamadığı, fare/göz izleme aracını kullanırken rahat olup olmadığı ve oyunda genel olarak başarılı bir tutum sergileyip sergilemediği birinci kısımda takip edilen diğer durumlardır.

İkinci kısımdaki klavye alıştırmalarında; varsa katılımcının sorduğu sorular ve zorlandığı kısımlar, sezgisel olarak oyunda yapılması gerekenleri hemen anlayıp anlamadığı, klavye kullanırken rahat olup olmadığı ve oyunda genel olarak başarılı bir tutum sergileyip sergilemediği tekrar not alınmıştır. Bunlara ek olarak katılımcı klavyeden yazarken kullandığı parmaklar ve klavyeye bakma sıklığı ikinci kısımda takip edilen diğer durumlardır.

Üçüncü kısımda 10 parmak klavye oyununda ikinci kısımdaki durumlar ve fare-klavye ya da göz-klavye kullanırken rahat olup olmadığı durumu gözlenmiştir.

3.5.2 Ses Kaydı

Katılımcıların sesli düşünceleri (*think aloud*) istenmiştir. Katılımcılar uygulama boyunca oyun süreçlerine yoğunlaştıklarından ve yazılımın karmaşık zihinsel süreçler gerektirmediğinden bir sesli düşünme örneğine rastlanmamıştır. Ses kayıtları gözlem formunda atlanabilecek diğer kısımları kaydetmek ve gözden geçirmek amaçlı kullanılmıştır.

3.5.3 Oyun Veri Dosyaları

Toplamda iki alıştırma ve bir oynama bölümünden oluşan oyun yazılımı, her bölümde katılımcıların işlem sürelerini CSV metin dosyasına aktaracak şekilde hazırlanmıştır. Oyunda oynanan her gün için, o günün ilk oyununda, yazılım o günü tarihleyen “2019.12.30” benzeri bir kalıpta bir klasör oluşturur. Her bölümde “Kullanıcı_X_Oyun_X” kalıbında katılımcı sırası ve oyun sırasına göre bir isimle CSV dosyası oluşturur ve bölümler boyunca işlem bilgilerini bu dosyaya kaydeder. Katılımcı bölümleri tamamladığında işlem bilgileri oyunun bulunduğu klasörün “OnParmak_Data” alt klasörünün o güne ait alt klasöründe hazır olarak bulunur. Her bölümde oyuncunun tepki sürelerini değerlendirmek için farklı bilgiler kaydedilmiştir.

Birinci bölümde El yakalama alıştırmalarında: “Kaçınıcı el”, “sıfır anı”, “Kafaya ilk odaklanma”, “El hareketi başlangıcı”, “Hareketli eli yakalama anı”, “Hareketli eli yakalandı mı?”, “Hareketli el”, “Bakış neredeydi?”, “Toplam puan” verileri toplanmıştır. Kaçınıcı el verisi her el hareketinde bir artan diğer verilerin kaçınıcı harekete ait olduğunu belirten sıralama değişkenidir, sıfır anı her elin ilk anını belirtir. Kafaya ilk odaklanma sıfır anından ne kadar süre sonra ilk odaklanma eyleminin gerçekleştiğini saptayabilmek için süre türünden bir veridir. El hareketi başlangıcı o elin sıfır anından ne kadar süre sonra el hareketinin başladığını ölçmek için süre türünden bir veridir. Hareketli eli yakalama anında yine süre türünden kullanıcının ne kadar hızlı bir tepki ile görevi başardığını saptamak için kullanılan veridir. Hareketli eli yakalandı mı verisi kullanıcı 1 saniye içerisinde hareketli eli yakalayabildiyse evet yakalayamadıysa hayır şeklinde iki değerden birini alır. Hareketli el verisi hangi kol hareket etmişse kola göre sağ veya sol değerini alır. Toplam puan oyuncu eli yakaladığında bir saniyeden artan sürenin puan olarak eklendiği bir veridir, oyunun ilerleme çubuğu da bu veriyi kullanır.

İkinci bölümde klavye alıştırmaları kısmında: kaçınıcı yazı olduğu, yazı oluşma anı, yazının harfleri, 1. harfin girilme anı, 2. harfin girilme anı, 3. harfin girilme anı, toplam girilen harfler, yanlış girilen harfler verileri toplanmıştır. Kaçınıcı yazı olduğu veri satırının hangi sıradaki harfe ait olduğunun sıralama verisidir. Yazı oluşma anı bu harfin ekrana ilk geldiği anın saniyesidir. Yazının harfleri ekranda beliren harflerdir. Birinci harfin girilme anı, 2. harfin girilme anı ve 3. harfin girilme anları her harflerin klavyeden doğru olarak girildiği anlardır. Toplam girilen harfler ve yanlış girilen harfler klavyeden girilen harflerden oluşan harf grubudur.

Üçüncü bölümde 10 parmak klavye oyunu kısmında: kaçınıcı araba olduğu, arabanın gelme anı, arabanın ilk yeri, arabanın şifresi, arabaya ilk odak anı, arabaya ilk odak yeri, 1. harfin girilme anı, 2. harfin girilme anı, 3. harfin girilme anı, toplam arabaya odaklanma süresi, toplam girilen harfler, yanlış girilen harfler verileri toplanmıştır. Kaçınıcı araba olduğu veri satırının oyunda beliren kaçınıcı arabaya ait olduğunun sıralama verisidir. Arabanın gelme anı arabanın ekrana geldiği anın saniyesidir ve arabanın ilk yeri arabanın sahnede ilk belirlediği konumdur. Arabanın şifresi diziden arabaya atanan 3 harften oluşan ve araca odaklanıldığında ortaya çıkan yazıdır. Arabaya ilk odak anı araç oluşuktan sonra kaçınıcı saniyede aracı imleç ile

yakalayabildiğine dair katılımcının tepkime süresidir ve arabaya ilk odak yeri de bu esnada aracın bulunduğu yerdir. Birinci harfin girilme anı, 2. harfin girilme anı ve 3. harfin girilme anları her harflerin klavyeden doğru olarak girildiği anlardır. Toplam arabaya odaklanma süresi araç ilk oluştuğu andan 3 harf doğru olarak girildiği ana kadar geçen sürede imlecin aracın üzerinde kaç saniye beklediğini belirten bir veridir. Toplam girilen harfler klavyeden girilen bütün harflerden ve yanlış girilen harfler klavyeden yanlış olarak girilen harflerden oluşan harf grubudur.

3.5.4 Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği

Fare etkileşimi ve göz etkileşimi gruplarındaki kullanılabilirlik farkını belirlemek için SKÖ (EK-2) kullanılmıştır (Çağıltay, 2006, s.176). Katılımcılardan kullandıkları etkileşim araçlarını ve oyunu bir sistem olarak düşünüp değerlendirmeleri istenip, oyundan hemen sonra doldurtulmuştur. SKÖ katılımcıların sistemi kullanırken ne kadar memnun kaldığına, sistemi ne kadar tutarlı bulduğuna ve kendilerinden ne kadar emin olduklarına belirlemeye dair 10 soru içerir.

3.5.5 Görüşme Soruları

Katılımcılar oyunu ve ölçeği tamamladıktan sonra, her hangi bir süre kısıtlaması olmadan, önceden alanda bir uzman ile birlikte hazırlanmış ve pilot çalışması sonrası gerekli kısımları yenilenmiş olan yarı yapılandırılmış görüşme soruları sorulmuştur (EK-3, EK-4). Bu sayede oyun ve kullandıkları teknolojiyle ilgili görüşleri alınmak istenmiştir. Katılımcıların çoğu 5 ila 10 dakika arası bir süre içerisinde bu süreci tamamlamıştır.

3.6 Veri Toplama Yöntemi

Göz-klavye ve fare-klavye grubu katılımcılarına 10 parmak klavye oyunu ve alıştırmaları oynatılmıştır. Öğrencilerden ses kayıtlarıyla, gözlemlerle ve oyun sonrasında SKÖ ve açık uçlu görüşme sorularıyla oyun ile ilgili veriler toplanmıştır. Katılımcılara herhangi bir süre kısıtlaması yapılmamış ve dışarıdan bir müdahalede bulunulmamıştır.

Pilot çalışmasında görülen eksik kısımlar düzeltilmiştir. Oyun geliştirmede Windows işletim sistemi yüklü bir bilgisayar ile Unity 3D 2018.4 oyun motoru ve Eye Tribe Development Kit göz izleme cihazı kullanılmıştır. Windows 7/ 8/ 10, Linux ve Mac

ortamlarında çalışabilecek eğitsel bir oyun oluşturulmuştur. Ana araç olan oyunların yanı sıra, veri toplama aracı olarak gözlem formu ve anket kullanılmıştır.

3.7 Verilerin Analizi

Araştırma sonucunda kaydedilen veriler nitel ve nicel veri analiz yöntemleriyle uygun istatistik yöntemlerle analiz edilmiştir. Sistem logları hem betimsel hem de çıkarımsal istatistik analizleri için kullanılmıştır. Betimsel olarak, frekanslar, çarpıklık, basıklık, medyan ve genel dağılımla ilgili histogram ve Q-Q grafiklerinden yararlanılmıştır. Çıkarımsal istatistik analizi için ise parametrik olmayan Mann-Whitney U testi çalıştırılmış ve raporlanmıştır. Ayrıca çalışmanın nitel verileri yani gözlem ve görüşmeleri içeren veriler içerik analiziyle incelenmiştir. Her bir tema, alt tema ve kodlar araştırma soruları doğrultusunda oluşturulmuştur. Sistem üzerinden elde edilen verilerden de kategorizasyon amaçlı kullanılanlar da tüm bu analizlere destek olarak dâhil edilmiştir.

3.8 Sınırlılıklar

- Gözlem formu, oyundaki tepki süreleri, SKÖ ve görüşme soruları ile sınırlıdır.
- Göz izleme cihazının kalibrasyonu her katılımcıda aynı kesinlikte değildir.
- Her bir kullanıcıya için veri toplanacak ortamın hazırlanması, oyun, SKÖ'nün doldurulması ve görüşme sorularının cevaplanması da yaklaşık 30 dakika sürmektedir. Bu da araştırmanın sınırlılıklarındandır.

3.9 Çalışmanın Varsayımları

- Katılımcıların oyun sırasında klavye ve fare kullanma durumları normal alışkanlıklarını yansıtmaktadır.
- Yapılan literatür taramasındaki tüm kaynakların içeriği doğru ve güvenilirdir.
- Fare-klavye ve göz-klavye gruplarında tepki süreleri arasındaki farklar, etkileşim araçlarından kaynaklanmaktadır.

3.10 Çalışmanın Geçerliliği ve Güvenirliği

“Nitel araştırmada geçerlik araştırmacının araştırdığı olguyu, olduğu biçimiyle ve olabildiğince yansız gözlemesi anlamına gelmektedir” (Kirk ve Miller, 1986,

Akt.:Yıldırım ve Şimşek, 2011, s. 289). Oyun tasarımında ve gözlem formu ile görüşme soruları hazırlanırken ve sonrasındaki uygulama süreçlerinde olabildiğince yansız bir tutum sergilenmeye çalışılmıştır. Çalışma öncesi görüşme soruları ve gözlem formunun hazırlanmasında kullanıcı deneyimi alanında uzman birinin görüşünden faydalanılmıştır. Uygulama öncesi yapılan pilot çalışma sonrası gözlem formu ve görüşme soruları uzman önerileriyle birlikte yeniden düzenlenmiştir. Çalışma boyunca sabit bir protokol izlenmiş, aynı materyal bütün kullanıcılara aynı sistem parçalarıyla, aynı ortamlarda uygulanmıştır. Gözlemler ve görüşme sorularının sorulması aynı kişi sorumluluğunda yapılmıştır. Analizler ve verilerin kodlanması bir kişi tarafından yapılmış olsa da toplanan verilerin örnek bir parçası bir uzman tarafından yeniden kodlanmıştır. Ayrıca oyun içerisinde ki şansa bağlı durumlar ortadan kaldırılarak, alıştırma ve oyunlarda girilmesi gereken harfler bir dizi içerisinde kaydedilerek bütün katılımcılara aynı sıra ve düzende uygulanmıştır. Ön veri toplanan alıştırma 2 ve son veri toplanan oyun kısmında da aynı harfler aynı sırayla verilerek, karşılaştırılan verilerin güvenilirliğini arttırmak amaçlanmıştır. Yani bütün katılımcılar kendi aralarında ve de alıştırma 2 ve oyun bölümünde aynı işlemleri aynı sıra ile yapmışlardır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

IV. BULGULAR

Bu başlık altında çalışmanın nitel ve nicel verilerinden elde edilen bulgular yer almaktadır. Bulgular 2 başlık altında toplanmıştır. İlk başlıkta gözlem formu, SKÖ ve görüşme soruları sonuçlarından elde edilen, katılımcıların kullanıcı deneyimlerine ilişkin bulgulara, ikinci başlıkta ise performans bulgularına ve bu bulguları destekleyici gözlem ve görüşlere yer verilmiştir.

4.1 Göz Etkileşimli Klavye Alıştırması Oyununda Kullanıcı Deneyimleri

ISO (1998) kitapçığında yer alan 9241-11 sayılı standart çerçevesinde kullanılabilirlik 3 alt başlıkta toplanmıştır. Bunlar etkililik, verimlilik ve memnuniyet olarak belirtilmiştir. Kullanıcı deneyimi kullanılabilirliğin bu tanımının kapsamından daha fazlasıdır. Dolayısıyla kullanıcı deneyimini bütün olarak anlamak için etkililik, verimlilik, memnuniyet ölçekleri nitel verilerle de desteklenmeye çalışılmıştır. Bu nedenle uygulama sürecinde yaşanan zorluklar ve olumlu yönlerle ilgili bulgulara da yer verilmiştir. Bu aşamada kullanılan veriler, deney esnasında kullanılan verilerden farklıdır. Oyunun alıştırmaya aşamasında toplanan verilerden elde edilen bulgular üzerinden kullanılabilirlikle ilgili karşılaştırmalar yapılmıştır.

4.1.1 Etkililik

Etkililiğin göstergelerinden biri verilen görevin başarıyla tamamlanma durumudur. Bu bağlamda tepki süre logları ve gözlemler dikkate alınmıştır. Alıştırma aşamasında katılımcılara verilen görev üç harften oluşan 30 yakın harf, 30 uzak harflik 60 dizeyi klavye kullanarak girmeleridir. Oyun aşamasında da katılımcılara verilen görev üç harften oluşan 30 yakın harf, 30 uzak harflik 60 dizeyi klavye kullanarak girmeleridir. Alıştırma bölümünden farklı olarak oyun bölümünde girilmesi gereken harfler yalnızca göz/fare imleci gelen aracın üzerinde olduğunda belirlemekte ve giriş yapılabilir.

Genel çerçeveden bakıldığında kontrol ve deney grubundaki katılımcıların tamamı verilen görevleri tamamlamıştır ama yapılan hata sayıları bakımından ayrıştıkları görülmektedir. Bunun yanında hızları da şu şekilde farklılaşmıştır: göz grubu ortalama son bölümü tamamlama süresi 249.06 saniye; fare grubu ortalama son bölümü tamamlama süresi 195.26 saniyedir. Tablo 3’da etkililiğe ait bulgular özetlenmiştir.

Tablo 3: Alıştırma ve Oyun Tamamlama Ortalama Süre Verileri

Grup	Alıştırma	Alıştırma	Alıştırma	Oyun	Oyun	Oyun
	Yakın	Uzak	Toplam	Yakın	Uzak	Toplam
	Harfler (sn.)	Harfler		Harfler	Harfler	
	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>
Fare	60.24	62.54	122.78	94.10	101.16	195.26
Göz	61.82	64.56	126.37	122.49	126.56	249.06

Araştırmacı gözlemlerine dayanarak, göz etkileşiminin dâhil olduğu durumlarda farklılaşan ve etkililiği etkileyecek durumlar şu şekilde özetlenebilir:

Toplam oyun süreleri ortalamalarında bakıldığında göz grubunda ciddi bir artış görülmektedir. Bu durumda GİT’in fare kadar etkili bir kullanım sunmadığı sonucunu ortaya çıkarabilir. Ama göz grubu katılımcıları GİT’i fare yerine bir teknoloji olarak ilk defa kullanırken, fare grubu katılımcılarının ortalama olarak 14.2 yıllık fare kullanımı deneyimleri vardır. Bunun yanı sıra oyunu en hızlı sürede tamamlayan 3 kullanıcıdan 2’si kullanıcı göz grubunda yer almaktadır.

Ek olarak, bir kişi hariç göz grubu katılımcılarının tamamı göz etkileşimin pratikle daha iyi olacağını söylemiştir. Fare grubunda bu sayı 7’dir. Göz grubunda aksi görüş bildiren kişi ise bütün katılımcılar ($N=30$) arasından oyunu en hızlı sürede tamamlayan katılımcıdır. Oyunu 115.99 saniyede tamamlayan bu katılımcı, göz etkileşimini ilk kullanımda yeterli seviyede bulduğunu ayrıca belirtmiştir. Bu durum, göz grubunun süre ve yanlış sayıları yönleriyle geride kaldığı görülse bile, katılımcılar göz etkileşimine alıştıklarında daha iyi performans gösterebilecekleri ihtimaline dikkat çekmektedir.

4.1.2 Verimlilik

Göz etkileşiminin dâhil olması verimlilikle ilgili kıyaslamanın, fare etkileşimine göre yapılmasını gerektirmektedir çünkü fare günümüzde hala en çok kullanılan etkileşim aracı olarak yerini korumaktadır. Sıradan alışkanlığın yerine geçecek olan teknolojiler için kontrol mekanizması olarak yaygın olanın kullanılması uygun kıyaslamaya imkân verebilir. Alıştırma esnasındaki veriler dikkate alındığında yapılan yanlış sayısı, hız ve kullanılan parmak sayılarının kıyaslanmasına odaklanılmıştır.

Alıştırma bölümünde yanlış sayıları deney grubunda daha fazla görülmüştür ($M_{deney} = 7.8$, $M_{kontrol} = 4$). Ortalama hıza bakıldığında deney grubunun ortalama üç harf girme süresinin daha uzundur ($M_{deney} = 2.15$, $M_{kontrol} = 2.08$). Kullanılan parmak sayısında ise deney grubu daha fazla parmak kullanmıştır ($M_{deney} = 3.2$, $M_{kontrol} = 1.97$). Alıştırma bölümünde ki verilere bakarak normal koşullarda yazma sürelerinin yakın olduğunu söylemek mümkündür. Daha çok parmak kullanarak yazan göz grubu katılımcıları daha fazla yanlış yapmıştır.

Oyun bölümünde sistem tepki süre loglarından elde edilen verilere göre göz etkileşiminin dâhil olduğu durumlarda yanlış sayısında artış görülmüştür ($M_{deney} = 38.81$, $M_{kontrol} = 5.21$). Bu artış kontrol grubunda %30 civarındayken göz grubu katılımcılarında %400'e yaklaşmıştır. Ortalama hıza bakıldığında ise deney grubunun ortalama üç harf girme süresinin daha fazla arttığı görülmüştür ($M_{deney} = 4.15$, $M_{kontrol} = 3.21$). Kullanılan parmak sayısında ise deney grubunun kullandığı parmak sayısı artarken kontrol grubu alıştırma bölümüne göre daha az parmak kullanarak oyun bölümünü tamamlamıştır ($M_{deney} = 3.8$, $M_{kontrol} = 1.8$).

Bu bulgulara ek olarak, araştırmacının gözlemleri şu şekildedir: Göz grubu katılımcıları verimli kullanmakta zorlanmıştır. Bu durum da göz etkileşimine alışma sürecinin yeterince sağlanmamasının etkisi büyüktür. Bunun yanında göz grubunda kalibrasyon hassasiyetinin de kişiler arasında oldukça farklılık gösterdiği görülmüştür. İyi kalibrasyona sahip bir kullanıcı bütün katılımcılar arasında en az sürede oyunu tamamlamayı başarırken, kalibrasyonları düşük katılımcılar oyunda çok daha fazla zorluk yaşamış ve oyunu çok daha uzun sürelerde bitirebilmiştir.

4.1.3 Memnuniyet

Uygulamaların hemen sonrasında katılımcılara verilen SKÖ sonuçları ortalama olarak göz-klavye grubu katılımcılarında ($M_{deney}=62.7$) ve fare-klavye grubu katılımcılarında ($M_{kontrol}=64.2$) oldukça yakın değerler vermiştir. Göz-klavye grubu katılımcılarının ilk defa kullandıkları bir etkileşim yöntemi için sergiledikleri ölçümün fare-klavye grubu katılımcılarına yakın olması, göz etkileşiminin ilk kullanımda bile memnuniyet sağladığına dikkat çekmektedir. Katılımcılara göre göz etkileşiminin kullanım açısından yarattığı memnuniyet oluşma veya oluşmama durumları Tablo 4’de özetlenmiştir.

Tablo 4: Etkileşim Yönteminin Uygulamadaki Etkisi Hakkındaki Görüşler

Grup	Olumlu <i>f</i>	Olumsuz <i>f</i>
Göz	14	1
Fare	13	2

Oyunlarda görülen olumsuzluk olarak katılımcılar geri bildirim azlığından rahatsız olmuşlardır. Daha fazla ve anlaşılabilir geri bildirim eklenmesi gerektiği vurgulamışlardır Göz-klavye grubu katılımcıların bazılarında kalibrasyon rahat kullanımı sağlayacak netliğe ulaşmamış ve bu katılımcılar ifadelerinde bunun oldukça yorucu deneyim yaşattığını belirtmişlerdir.

İlk alıştırma oyununda göz-klavye grubu katılımcıları %73 oranında sezgisel olarak oyuna başlarken bu oran fare-klavye grubu katılımcılarında %46 olarak ölçülmüştür. Bunda göz reflekslerinin daha hızlı bir şekilde hareket sağlaması ve sistemin bu harekete daha vermesinin sebep olduğu söylenebilir. Oyun içerisinde imlecin hareketine duyarlı yerler dışında sistem tepki vermemekte ve bu kullanıcının tepki alana kadar imleci dolaştırmasına neden olmaktadır. Göz-klavye grubu katılımcıların bazıları oldukça verimli bir kullanım deneyimi sergilemiştir. Hatta bir katılımcı göz-klavye grubundaki görüşme sorularındaki “Sizce göz etkileşimi yöntemi pratikle daha iyi olabilir mi?” sorusuna bu teknolojinin ilk kullanımda yeterli olduğunu ve pratiğe ihtiyaç duyulmayacağını belirtmiştir.

Kullanıcı deneyimine etki eden bir diğer unsur oyunun nasıl oynanacağını sezgisel olarak kavranabilme düzeyidir (*öğrenilebilirlik*). Bu araştırmada oyunlar içerisinde oyunu anlamaya yardımcı öge çok fazla kullanılmamıştır. İlk alıştırma bölümünde katılımcıya yardımcı yönlendirme yazıları mevcuttur. İkinci alıştırmada ise herhangi bir ek yönlendirici ya da yardımcı bulunmamaktadır. Oyun bölümünde ise oyunu anlamayı destekleyici olarak yalnızca oyunun başlangıç kısmına oyunun kurgusal hikâyesi eklenmiştir. Özetle alıştırmalar ve oyunlar içerisinde bilerek çok az yardımcı öge kullanılmış ve katılımcının oyun dinamiklerini, sistem tepkileriyle sezgisel olarak anlaması beklenmiştir. Etkileşim yöntemine göre oyunun sezgisel olarak anlaşılmasında ortaya çıkan farklılıklara dair gözlem verileri Tablo 5’de gösterilmiştir.

Tablo 5: Alıştırma ve Oyun Bölümlerinde Katılımcının Oyunu Sezgisel Olarak Oynayabilmesine Dair Gözlem Tablosu

Bölüm ve Grup	Evet <i>f</i>	Hayır <i>f</i>	Kısmen <i>f</i>
Alıştırma 1 Fare Grubu	7	8	0
Alıştırma 1 Göz Grubu	11	1	3
Alıştırma 2 Fare Grubu	12	3	0
Alıştırma 2 Göz Grubu	12	2	1
Oyun Fare-Klavye Grubu	8	3	4
Oyun Göz-Klavye Grubu	11	0	4

Tablo 5’de görölen, göz etkileşiminin hiç bir şekilde kullanılmadığı, alıştırma 2 fare ve alıştırma 2 göz satırlarının değerleri birbirine oldukça yakındır. Göz ve fare etkileşimini temel alan alıştırma 1’e ait fare ve alıştırma 2 göz satırlarının değerleri göz etkileşiminin daha sezgisel bir oyun deneyimi sunduğunu desteklemektedir. Göz-klavye ve fare-klavye aracılığı ile etkileşimin sağlandığı oyun bölümüne ait fare ve alıştırma 2 göz satırlarının değerleri de fare ile kıyaslandığında göz etkileşiminin daha sezgisel oyun deneyimi sağladığını desteklemektedir. Göz etkileşimi kullanılan

bölümlerde oyuncular daha hızlı ve doğal bir deneme yanılma sürecine girmiş ve oyunu daha sezgisel olarak kavramışlardır.

Gözlemlerde ortaya çıkan bu durum katılımcıların görüşme sorularına verdikleri cevaplar ile de desteklenmektedir. Katılımcıların "Sizce fare/göz etkileşimi yöntemi doğal/sezgisel bir deneyim sağladı mı?" sorusuna verdiği cevaplar Tablo 6'da sunulmuştur. Fare grubu katılımcıları ve göz grubu katılımcılarına göre fare etkileşimini daha az sezgisel bulmuştur. Bunun yanında "Bu alıştırmalar ve oyunlar içerisinde fare etkileşimi kullanmak sizce oyunu olumlu mu, olumsuz mu etkiledi?" sorusunda verilen cevaplarda çok büyük bir farklılık görülmesine de göz grubu fare grubuna göre daha fazla olumlu cevabı almıştır.

Tablo 6: Katılımcıların Kullandıkları Etkileşimin Sezgisel Bir Deneyim Sağlamasına Yönelik Görüşleri

Grup	Evet <i>f</i>	Kısmen <i>f</i>	Hayır <i>f</i>
Fare Grubu	9	4	2
Göz Grubu	14	1	0

Kullanıcı deneyimi katılımcıların bireysel deneyimlerinde oluşan farklarla doğrudan ilgilidir. Katılımcılar uygulama süresince birçok görsel objeyle göz/fare ve klavye aracılığıyla etkileşime girmiş ve farklı tepkiler vermişlerdir. Anlamakta veya tepki vermekte zorlandıkları kısımlar bölümlere ve gruplarına göre farklılaşmaktadır. Uygulama boyunca katılımcıların zorlandıkları ve farklı davranış sergiledikleri alanlar gözlemlenmiş ve bulgulara eklenmiştir.

Alıştırma 1 bölümünde fare etkileşimi kullanıcılarının 7'sinin, göz etkileşimi kullanıcılarının 1'inin başlamakta zorlandıkları görülmüştür. Alıştırma 1'de katılımcıların yaşadığı bir diğer sorunda eli yakaladıktan sonra el üzerinde bekleme davranışıdır. Fare etkileşimi kullanıcılarının 6'sı ve göz etkileşimi kullanıcılarının 4'ü eli yakaladıktan sonra başarılı olduklarına dair yeterli geri bildirim

edinemediklerinden dolayı, imleci uzun süre el üzerinde bekletme davranışı sergilemiştir. Yalnızca fare katılımcılarında görülen bir diğer olumsuz durum eli yakaladıktan sonra gerekmediği halde fare tıklama eylemi göstermeleridir. Fare etkileşimi kullanıcılarından 5'inde tıklama davranış görülmüştür. Fare etkileşimi kullanıcılarından 2'sinin yaşadığı bir diğer sorun ise fareyi yavaş kullanmaları ve eli yakalamak için gerekli süre içerisinde eli yakalayamamaları olmuştur. Bu sayıya paralel olarak göz etkileşimi kullanıcılarından 2'si göz izleme cihazını kullanırken ciddi kalibrasyon sorunları yaşamış ve göz izleme cihazını tekrar kalibrasyon etme gereği görülmüştür. Göz etkileşimi kullanıcılarından 1 kişide de imleçte yaşanan hafif kaymayı takip etme davranışı gözlemlenmiştir.

Alıştırma 2 bölümünde fare etkileşimi kullanıcılarının 3'ünün göz etkileşimi kullanıcılarının 3'sinin klavyeden yazma eyleminde bulunmaları gerektiğini hemen anlamadığı görülmüştür. Bu kullanıcılar birkaç saniyelik duraksamadan sonra yazma eylemine anlamış ve alıştırmaya başlayıp normal bir şekilde devam etmişlerdir. Alıştırma 2 bölümünde göz ve fare gruplarının ikisinden de yalnızca klavye aracılığı ile ekrandaki yazıları girmeleri istenmiştir. Göz ya da fare kullanımı gerektirmeyen bu bölümde bir önceki bölümün etkisi ile fare grubundan 1 kullanıcıda fare kullanımı çabası görülmüş, göz grubundan 1 kullanıcı da benzer şekilde ekrana bakmanın gerekli olup olmadığını sorgulamıştır. Göz grubundan 2 kullanıcı bu bölümde klavye alışkın oldukları klavyeden farklı olmasının olumsuz bir etki yarattığını da bildirmişlerdir. Ayrıca alıştırma 2 bölümünde katılımcılardan bir kişi arka plandaki ilerleme çubuğu yazılarla aynı rengi aldığı harfleri okumanın zorlaştığını deneyimlemiştir.

Oyun bölümünde fare etkileşimi kullanıcılarının 4'ünün, göz etkileşimi kullanıcılarının 3'ünün başlamakta zorlandıkları görülmüştür. Fare etkileşimi kullanıcılarından 2'sinde tıklama davranış görülmüştür. Fare grubu kullanıcılarından bir kişi normalde sol elini daha iyi kullandığı için bütün oyun boyunca klavyeyi yalnızca sol eliyle kullanmıştır. Yine fare grubu kullanıcılarından bir kişi de normalde çok fazla fare kullanmadığını, işlemlerinin çoğunu klavye üzerinden gerçekleştirdiğini belirtmiş ve her üçlü harf dizesi için fareyi sürükleyip bırakmış ve klavyeden iki elini kullanarak yazmıştır. Göz grubu kullanıcılarından 2 kişinin kalibrasyon ile ilgili sorunlar yaşadığı görülmüştür. Yine göz grubu kullanıcılarından bir kişi bakışın araçların üzerinde tutulu kalması gerektiğini anlamamasına rağmen, sezgisel olarak

geri bildirim almak için arabalara tekrar bakmıştır ve oyunun büyük bir kısmını bu zorunluluğu fark etmeden yerine getirerek tamamlamıştır.

Uygulama sürecindeki gözlem verilerini pekiştirmek için uygulama sonrası katılımcılara alıştırmalar ve oyun ile ilgili görüşleri sorulmuştur. Otuz katılımcıya sorulan “Alıştırmalar ve oyunlarda size olumsuz gelen öğeler nelerdir?” sorusuna katılımcılar: alıştırma azlığı (%13), grafiklerin yeteri kadar iyi olmaması (%13), renklerin uyumsuzluğu (%27), oyun yavaşlığı/sıkıcılığı (%33), tahmin edilebilirliğin fazla olması (%20) cevaplarını vermişlerdir. Ayrıca 15 kişilik göz grubundan iki katılımcı göz etkileşimin gözlerini yordüğünü belirtmiştir. Benzer bir alana yönelik bir soru olan “Bu alıştırmalar ve oyunlar nasıl geliştirilebilir?” sorusuna katılımcılar: açıklamalar (%20), puanlama (%27), süre sınırlaması (%13), geribildirim (%27), grafik/renk (%40), müzik/ses (%13), tahmin edilebilirlik (%60) üst kategorileriyle ilgili önerilerde bulunmuştur. Ayrıca göz grubundan bir katılımcı klavyeden tuşlara basılarak yapılan bölümler arası geçiş menüsünde göz ile geçişin yapılması gerektiğini belirtmiştir. Tablo 7’de bu bilgiler özetlenmiştir.

Tablo 7: Katılımcıların Alıştırmalar ve Oyun Hakkındaki Görüşleri

Soru	Kod	<i>f</i>
“Alıştırmalar ve oyunlarda size olumsuz gelen öğeler nelerdir?”	Alıştırma azlığı	2
	Grafiklerin yeteri kadar iyi olmaması	2
	Renklerin uyumsuzluğu	4
	Oyun yavaşlığı/sıkıcılığı	5
	Tahmin edilebilirliğin fazla olması	3
	Göz etkileşimin gözlerini yorması	2
“Bu alıştırmalar ve oyunlar nasıl geliştirilebilir?”	Açıklamalar	3
	Puanlama	4
	Süre sınırlaması	2
	Geribildirim	4
	Grafik/renk	6
	Müzik/ses	2
	Tahmin edilebilirlik	9
	Göz ile geçiş	1

Fare grubu katılımcıları fare kullanımının olumlu yönleri olarak: kolay (%46), pratik (%33), net (%40), hızlı (%33) nitelendirmelerinde bulunmuştur. Fare kullanımda: bir elin dolu olması (%6), hareketsiz kalan elde sağlık sorunlarına neden olması (%6), hareketi kısıtlıyor olması (%6), ekstra çaba gerektiriyor olması (%6), çizim gibi hassas işlemlerde yetersiz kalması (%6) olumsuz yönler olarak nitelendirilmiştir.

Tablo 8: Etkileşim Yöntemine Göre Olumlu ve Olumsuz Yönler

Tema	Kod	<i>f</i>
Fare etkileşimi olumlu yönler	Kolay	7
	Pratik	5
	Net	6
	Hızlı	5
Fare etkileşimi olumsuz yönleri	Bir elin dolu olması	1
	Hareketsiz kalan elde sağlık sorunları	1
	Hareketi kısıtlıyor olması	1
	Ekstra çaba gerektiriyor olması	1
	Çizim gibi hassas işlemlerde yetersiz	1
Göz etkileşimi olumlu yönler	Elleri serbest bırakıyor	5
	Daha hızlı	5
	Engelliler için faydalı	1
	Daha doğal	1
	Daha pratik	1
	Kas ağrısı olmuyor	1
Göz etkileşimi olumsuz yönleri	Kalibrasyon netliği	5
	Gözü yorabilir	4
	Dikkat dağıtıyor	2
	Göz refleksleri	2

Göz grubu katılımcıları göz etkileşiminin olumlu yönleri olarak: elleri serbest bırakıyor (%33), daha hızlı (%33), engelliler için faydalı (%6), daha doğal (%6), daha pratik (%6), kas ağrısı olmuyor (%6) cevaplarını vermişlerdir. Göz etkileşiminde olumsuz yönler nelerdir sorusuna: kalibrasyon netliği (%33), gözü yorabilir (%27),

dikkat dağıtıyor (%13), göz refleksleri (%13) cevaplarını vermişlerdir. Tablo 8’de bu bilgiler özetlenmiştir.

4.2 Göz ve Fare Etkileşimlerinin Performans Karşılaştırması

Göz-klavye ve fare-klavye kullanan iki grup, alıştırma performansları bakımından karşılaştırılmıştır. Ana analizden önce normallik varsayımı üzerinde durulmuş ama dağılımların normal olmaması üzerine parametrik olmayan bir test ile analizler yapılmıştır. Bu amaçla Mann-Whitney U testi çalıştırılmıştır. Bulgular ortalama yazma süreleri, yanlış girilen harf sayısı ve kullanılan parmak sayısı olarak üç gruba ayrılmıştır.

4.2.1 Alıştırma ve Oyun Bölümündeki Ortalama Yazma Süreleri

Alıştırma ve oyun bölümündeki performans dağılımları değerleri yazma süreleri bulgulara eklenmiştir. Alıştırma 2 ve oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki katılımcıların yazma sürelerinin toplamda, yakın veya uzak harfleri kapsamı durumunda dağılımları arasında anlamlı olarak farklılaşp farklılaşmadığını kontrol etmek için aşağıdaki hipotezler sırayla test edilmiştir:

$H_{0_alıştırma_toplama}$ = Alıştırma bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki harflerde katılımcıların yazma süreleri açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

$H_{a_alıştırma_toplama}$ = Alıştırma bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki harflerde katılımcıların yazma süreleri açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmaktadır.

Tablo 9: Alıştırma Bölümü Toplam Harfler Yazma Süreleri Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bölüm	Kısım	Grup	N	SO	ST	U	Z	p
Alıştırma	Toplam	Fare	15	15.07	226.00			
		Göz	15	15.93	239.00	106.000	-.270	.787

* $p < 0.05$

Tablo 9’de alıştırma bölümünün ortalama süre sıralamaları incelendiğinde fare etkileşiminde, $SO=15.07$; göz etkileşiminde ise, $SO=15.93$ değerlerinde olduğu görülmektedir. Bu haliyle dağılımlar arasında fark olmaması beklenmektedir. Mann-Whitney U testi farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ortaya koymuştur. Yani alıştırma esnasında göz etkileşimi grubu ($Mdn=2.06$) fare etkileşimi grubuna ($Mdn=2.09$) göre sürelerin dağılımları açısından anlamlı bir farklılık göstermemiştir, $U = 106, p > .05$. Bu durumda $H_{0_alıştırma_toplama}$ reddedilememiştir.

$H_{0_alıştırma_yakın}$ = Alıştırma bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki yakın harflerde katılımcıların yazma süreleri açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

$H_{a_alıştırma_yakın}$ = Alıştırma bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki yakın harflerde katılımcıların yazma süreleri açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmaktadır.

Tablo 10: Alıştırma Bölümü Yakın Harfler Yazma Süreleri Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bölüm	Kısım	Grup	N	SO	ST	U	Z	p
Alıştırma	Yakın	Fare	15	14.93	224.00	104.000	-.353	.724
		Göz	15	16.07	241.00			

* $p < 0.05$

Tablo 10’de alıştırma bölümünün yakın harf ortalama sıralamaları incelendiğinde fare etkileşiminde, $SO=14.93$; göz etkileşiminde ise, $SO=16.07$ değerleri görülmektedir. Dağılımlar arasında fark olmaması beklenmektedir. Mann-Whitney U testi de farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ortaya çıkarmaktadır. Alıştırmada yakın harflerde göz etkileşimi grubunun ($Mdn=1.87$) fare etkileşimi kullanan grubuna ($Mdn=2.05$) göre süre açısından dağılımları anlamlı bir farklılık göstermemiştir, $U = 104, p > .05$. Bu durumda $H_{0_alıştırma_yakın}$ reddedilememiştir.

$H_{0_alıştırma_uzak}$ =Alıştırma bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki uzak harflerde katılımcıların yazma süreleri açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

$H_{a_alıştırma_uzak}$ =Alıştırma bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki uzak harflerde katılımcıların yazma süreleri açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmaktadır.

Tablo 11: Alıştırma Bölümü Yakın Harfler Yazma Süreleri Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bölüm	Kısım	Grup	N	SO	ST	U	Z	p
Alıştırma	Uzak	Fare	15	14.87	223.00			
		Göz	15	16.13	242.00	103.000	-.394	.694

* $p < 0.05$

Tablo 11’de alıştırma bölümünün uzak harf ortalama sıralamaları incelendiğinde fare etkileşiminde, $SO=14.87$; göz etkileşiminde ise, $SO=16.13$ değerleri görülmektedir. Dağılımlar arasında fark olmaması beklenmektedir. Mann-Whitney U testi farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ortaya çıkarmaktadır. Alıştırma esnasında uzak harflerde göz etkileşimi kullanan grubun ($Mdn=2.13$) fare etkileşimi kullanan gruba ($Mdn=2.09$) göre süre açısından dağılımları anlamlı bir farklılık göstermemiştir, $U = 103$, $p > .05$. Bu durumda $H_{0_alıştırma_uzak}$ reddedilememiştir.

$H_{0_oyun_toplam}$ = Oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki harflerde katılımcıların yazma süreleri açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

$H_{a_oyun_toplam}$ = Oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki harflerde katılımcıların yazma süreleri açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmaktadır.

Tablo 12: Oyun Bölümü Toplam Harfler Yazma Süreleri Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bölüm	Kısım	Grup	N	SO	ST	U	Z	p
Oyun	Toplam	Fare	15	11.87	178.00			
		Göz	15	19.13	287.00	58.000	-2.261	.024*

* $p < 0.05$

Tablo 12’da oyun bölümünün ortalama süre sıralamaları incelendiğinde fare etkileşiminde, $SO=14.23$; göz etkileşiminde ise, $SO=16.77$ değerleri bulunmuştur. Karşılaştırıldığında dağılımlar arasında fark olmaması beklenmektedir. Mann-Whitney U testinin sonucunda ise farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ortaya çıkmaktadır. Yani alıştırmada göz etkileşimi kullanan grubun ($Mdn=4.24$) fare etkileşimi kullanan gruba ($Mdn=3.25$) göre süre açısından dağılımları anlamlı olarak farklılaşmıştır, $U = 93.5$, $p < .05$, $r=-.41$. Bu durumda $H_{0_oyun_toplam}$ reddedilmiştir.

$H_{0_oyun_yakın}$ = Oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki yakın harflerde katılımcıların yazma süreleri açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

$H_{a_oyun_yakın}$ = Oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki yakın harflerde katılımcıların yazma süreleri açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmaktadır.

Hata! Yer işareti başvurusu geçersiz.’de oyun bölümünün yakın harf ortalama sıralamalarına bakıldığında fare etkileşimi, $SO=11.47$; göz etkileşimi, $SO=19.53$ değerleri görülmektedir. İki grup karşılaştırıldığında dağılımlar arasında fark olmaması beklenmektedir. Mann-Whitney U testinin sonucundaysa iki grubun farkının istatistiksel olarak anlamlı olduğu ortaya çıkmaktadır. Yani alıştırmada yakın harflerde göz etkileşimi kullanan grubun ($Mdn=4.34$) fare etkileşimi kullanan gruba ($Mdn=3.02$) göre süreler karşılaştırıldığında dağılımları anlamlı bir farklılık göstermiştir, $U = 53$, $p < .05$, $r=-.46$. Bu durumda $H_{0_oyun_yakın}$ reddedilmiştir.

Tablo 13: Oyun Bölümü Yakın Harfler Yazma Süreleri Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bölüm	Kısım	Grup	N	SO	ST	U	Z	p
Oyun	Yakın	Fare	15	11.47	172.00			
		Göz	15	19.53	293.00	52.000	-2.509	.012*

* $p < 0.05$

$H_{0_{\text{oyun_uzak}}}$ = Oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki uzak harflerde katılımcıların yazma süreleri açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

$H_{a_{\text{oyun_uzak}}}$ = Oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki uzak harflerde katılımcıların yazma süreleri açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmaktadır.

Tablo 14: Oyun Bölümü Uzak Harfler Yazma Süreleri Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bölüm	Kısım	Grup	N	SO	ST	U	Z	p
Oyun	Uzak	Fare	15	12.13	182.00			
		Göz	15	18.87	283.00	62.000	-2.095	.036*

* $p < 0.05$

Tablo 14’de oyun bölümünün uzak harf ortalama sıralamaları karşılaştırıldığında fare etkileşiminin, $SO=12.13$; göz etkileşiminin ise, $SO=18.87$ değerlerinde olduğu görülmektedir. Bu haliyle dağılımlar arasında fark olmaması beklenmektedir. Mann-Whitney U testi farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Yani alıştırma esnasında uzak harflerde göz etkileşimi grubunun ($Mdn=4.13$) fare etkileşimi

grubana ($Mdn=3.38$) göre dağılımları sürelerine bakıldığında anlamlı bir farklılık göstermiştir, $U = 62$, $p < .05$, $r=-.38$. Bu durumda $H_{0_oyun_uzak}$ reddedilmiştir.

Alıştırma bölümünde süre performanslarında anlamlı bir fark görülmezken, oyun bölümünde tüm süre dağılımlarında göz grubu, fare grubundan daha uzun süreler sergilemiş ve bu yüzden daha düşük performans göstermiştir. Mann-Whitney U test sonuçlarına göre alıştırma bölümünde anlamlı bir fark göstermeyen hız performanslarının oyun bölümünde fare grubunda daha yüksek olduğu görülmüştür. Yani oyunda fare etkileşimi kullanıcıları, göz etkileşimi kullanıcılarına göre daha yüksek performans göstermiştir. Oyun bölümündeki hız olarak belirtilen aracın oluşma anından üç harfin doğru olarak yazılmasına kadar geçen sürenin haricinde başka hız verileri de vardır. Bu veriler: imlecın araba üzerine geldiği ilk anı belirten ilk odaklanma süresi; imlecın araç üzerinde ne kadar kaldığını belirten toplam odaklanma süresi; ilk odak anı başlangıç olarak düşünüldüğünde yazma süresini ifade eden ilk odak-son harf süresi; ilk odak-son harften toplam odaklanma çıkarılarak elde edilen odaktan kayma süresidir. Bu verilerin alıştırma bölümünde karşılığı olmadığı için analizlerin içerisinde doğrudan kullanılmamıştır. Ama oyun bölümünde göz grubunda görülen süreler bazındaki performans düşüklüğüne açıklamada yardımcı olacak niteliktedirler.

Fare grubunun ilk odaklanma hızı, toplam odaklanma, ilk odak-son harf, odaktan kayma verilerine bakıldığında odaktan kayma verilerinin tamamının sıfır olması dikkat çekmektedir (Tablo 15). Bunun nedeni oyunu fare ile oynayan katılımcıların fare imlecini aracın üzerine getirdiklerinde imleci sabit tutmak için ekstra bir çaba göstermesi gerekmemesidir. Göz grubu katılımcılarında bu durum tam tersidir. Özellikle göz etkileşimi kullanıcılarında daha net görülen klavyeye bakma refleksi bakışı aracın üzerinde tutmayı oldukça zorlaştırmıştır. Katılımcılar klavyeden girilmesi gereken harflere baktıklarında göz etkileşimi kullanıcılarının göz imleci araçtan uzaklaşır ve aracın tekrar hareket etmesine neden olur. Fare etkileşimi kullanıcılarının klavyeye bakması ise fare imlecinin yerini değiştirmez, dolayısıyla aracın yerinde bir değişmeye neden olmaz ve dolayısıyla tekrar fare kullanmadan gerekli harfler klavyeden girilebilir. Göz grubunda ise bakış araç üzerinden uzaklaştığı anda aracın tekrar yakalanması için bir çaba sarf etmek gerekmektedir. Tablo 16’de göz grubu katılımcılarının odaklanma verileri gösterilmiştir. Burada odaktan kayma

verilerine bakıldığında 2. satırdaki katılımcı hariç tamamının odaktan kayma sürelerinin sıfırdan farklı olduğu ve dolayısıyla fare grubu katılımcılarında büyük olduğu ortaya çıkmaktadır. Yani fare grubu katılımcılarında imleç aracın üzerine geldikten sonra orada sabit durmuş ve bir zaman kaybı oluşturmamıştır. Göz grubu katılımcılarında ise bir katılımcı hariç tamamında sürelere azımsanamayacak kadar etki etmiştir. Göz grubunda istisna durumunda kalan bu katılımcı klavyeyi 10 parmak kullanmış ve başka bir dikkat çekici veri olarak yazma hızı olarak bütün katılımcılar içinde ($N=30$) en iyi performansı sergilemiştir.

Tablo 15: Fare-Klavye Grubu Süreleri

No	İlk Odaklanma hızı (sn.) <i>M</i>	Toplam Odaklanma (sn.) <i>M</i>	İlk Odak son Harf (sn.) <i>M</i>	Odaktan kayma (sn.) <i>M</i>
1	1.73	2.20	2.20	0.00
2	1.21	2.99	2.99	0.00
3	1.52	2.30	2.30	0.00
4	1.50	2.10	2.10	0.00
5	0.89	1.86	1.86	0.00
6	1.14	2.23	2.23	0.00
7	1.14	1.82	1.82	0.00
8	0.91	2.49	2.49	0.00
9	1.00	1.74	1.74	0.00
10	0.99	1.99	1.99	0.00
11	1.44	2.00	2.00	0.00
12	1.18	2.08	2.08	0.00
13	0.98	1.92	1.92	0.00
14	0.83	1.61	1.61	0.00
15	0.86	1.98	1.98	0.00

Fare grubu katılımcılarının oyun bölümündeki ilk odak hızlarına bakıldığında (Tablo 15) %60 bir saniyenin üstünde, %40 bir saniyenin altında bir ilk tepki süresi göstermiştir ($N=15$). Göz grubu katılımcılarına bakıldığında ise (Tablo 16) %20 bir

saniyenin üstünde, %80 bir saniyenin altında bir ilk tepki süresi görülmüştür ($N=15$). İlk tepki süresi bakımından göz grubunun daha hızlı olduğunu söylemek mümkündür.

Tablo 16: Göz-Klavye Grubu Süreleri

No	İlk Odak hızı (sn.) <i>M</i>	Odaklanma (sn.) <i>M</i>	İlk Odak son Harf (sn.) <i>M</i>	Odaktan kayma (sn.) <i>M</i>
1	1.06	3.68	6.46	2.78
2	0.67	1.25	1.26	0.02
3	0.68	2.49	3.57	1.08
4	0.84	2.14	3.84	1.70
5	0.84	3.35	4.02	0.66
6	0.67	1.80	2.63	0.83
7	0.67	1.46	1.80	0.34
8	0.69	2.15	2.74	0.59
9	0.67	1.35	2.73	1.38
10	0.79	2.50	4.31	1.81
11	1.32	2.35	3.62	1.27
12	0.96	1.96	2.38	0.42
13	0.72	1.95	3.04	1.09
14	1.15	2.27	3.58	1.30
15	0.63	2.79	3.92	1.12

Tablo 17: Odaklanma Süreleri Karşılaştırması

No	İlk Odak hızı (sn.) <i>M</i>	Odaklanma (sn.) <i>M</i>	İlk Odak son Harf (sn.) <i>M</i>	Odaktan kayma (sn.) <i>M</i>
Fare-Klavye Grubu	1.15	2.09	2.10	0.00
Göz-Klavye Grubu	0.82	2.23	3.33	1.09

Tablo 15 ve Tablo 16'daki verilerin ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 17'da gösterilmiştir. Bu tabloya bakarak fare ve göz grupları arasında ki temel farklara

yönelik bir takım çıkarımlarda bulunmak mümkündür. İlk odak hızı göz etkileşimi kullanıcılarında daha kısa bir süredir ($M_{fare_ilk_odak_hızı}=1.15$, $M_{göz_ilk_odak_hızı}=0.82$). Aracın üzerinde imlecin bekleme süreleri ($M_{fare_odaklanma}=2.09$, $M_{göz_odaklanma}=2.23$) arasındaki fark nispeten küçük iken odaktan kayma süreleri oldukça farklıdır ($M_{fare_odaktan_kayma}=0$, $M_{göz_odaktan_kayma}=1.09$). Bu veriler de göz önünde tutulduğunda Tablo 17’de odaktan kayma sütununun hız performansında ki farklılaşmayı açıklamada önemli bir veri olduğu anlaşılmaktadır.

4.2.2 Alıştırma ve Oyun Bölümündeki Yanlış Girilen Harf Sayıları

Alıştırma ve oyun bölümündeki performans dağılımları değerleri yanlış girilen harf sayıları bulgulara eklenmiştir. Alıştırma ve oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki katılımcıların yanlış yazılan harf sayısı açısından toplamda, yakın veya uzak harfleri kapsamı durumunda dağılımlar arasında anlamlı olarak farklılaşıp farklılaşmadığını kontrol etmek için aşağıdaki hipotezler sırayla test edilmiştir:

$H_0_{alıştırma_toplam}$ = Alıştırma bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki katılımcıların yanlış yazılan harf sayısı açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

$H_a_{alıştırma_toplam}$ = Alıştırma bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki katılımcıların yanlış yazılan harf sayısı açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmaktadır.

Tablo 18: Alıştırma Bölümü Toplam Harfler Yanlış Yazılan Harf Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bölüm	Kısım	Grup	N	SO	ST	U	Z	p
Alıştırma	Toplam	Fare	15	13.87	208.00			
		Göz	15	17.13	257.00	88.000	-1.026	.305

* $p<0.05$

Tablo 18’de alıştırmaya bölümünün yanlış girilen harf sayıları incelendiğinde fare etkileşiminde, $SO=13.87$; göz etkileşiminde ise, $SO=17.13$ sayısal değerlerinde olduğu görülmektedir. Dağılımlar arasında fark olmaması beklenmektedir, Mann-Whitney U testi de farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ortaya çıkarmaktadır. Yani alıştırmaya da göz etkileşimi kullanan grubun ($Mdn=7$) fare etkileşimi kullanan gruba ($Mdn=3$) göre sayısal dağılımları anlamlı bir farklılık göstermemiştir, $U = 88, p > .05$. Bu durumda $H_{0_alıştırma_toplam}$ reddedilememiştir.

$H_{0_alıştırma_yakın}$ = Alıştırmaya bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki yakın harflerde katılımcıların yanlış yazılan harf açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

$H_{a_alıştırma_yakın}$ = Alıştırmaya bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki yakın harflerde katılımcıların yanlış yazılan harf açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmaktadır.

Tablo 19: Alıştırmaya Bölümü Yakın Harfler Yanlış Yazılan Harf Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bölüm	Kısım	Grup	N	SO	ST	U	Z	p
Alıştırmaya	Yakın	Fare	15	13.57	203.50			
		Göz	15	17.43	261.50	83.500	-1.226	.220

* $p < 0.05$

Tablo 19’de alıştırmaya bölümünün yakın harflerde yanlış girilen harf sayılarına bakıldığında fare etkileşimi, $SO=13.57$; göz etkileşimi ise, $SO=17.43$ sayısal değerlerini bulduğu görülmektedir. Bu haliyle dağılımlar arasında fark olmaması beklenmektedir ve Mann-Whitney U testi sonucu da farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını ortaya çıkarmaktadır. Yani alıştırmaya da yakın harflerde göz etkileşimi kullanan grubun ($Mdn=2$) fare etkileşimi kullanan gruba ($Mdn=1$) göre sayısal dağılımları anlamlı bir farklılık göstermemiştir, $U = 83.5, p > .05$. Bu durumda $H_{0_alıştırma_yakın}$ reddedilememiştir.

$H_{0_alıştırma_uzak}$ =Alıştırma bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki uzak harflerde katılımcıların yanlış yazılan harf açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

$H_{a_alıştırma_uzak}$ =Alıştırma bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki uzak harflerde katılımcıların yanlış yazılan harf açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmaktadır.

Tablo 20: Alıştırma Bölümü Uzak Harfler Yanlış Yazılan Harf Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bölüm	Kısım	Grup	N	SO	ST	U	Z	p
Alıştırma	Uzak	Fare	15	14.23	213.50			
		Göz	15	16.77	251.50	83.500	-.802	.423

* $p < 0.05$

Tablo 20’de alıştırma bölümünün uzak harflerde yanlış girilen harfleri incelendiğinde fare etkileşiminde, $SO=14.23$; göz etkileşiminde ise, $SO=16.77$ sayısal değerlerinde olduğu görülmektedir. Bu haliyle karşılaştırıldığında dağılımlar arasında fark olmaması beklenmektedir ve Mann-Whitney U testinin sonucunda da farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ortaya çıkmaktadır. Yani alıştırma esnasında uzak harflerde göz etkileşimi kullanan grubun ($Mdn=3$) fare etkileşimi kullanan gruba ($Mdn=2$) göre sayısal dağılımları anlamlı bir farklılık göstermemiştir, $U = 93.5$, $p > .05$. Bu durumda $H_{0_alıştırma_uzak}$ reddedilememiştir.

$H_{0_oyun_toplamlam}$ =Oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki katılımcıların yanlış yazılan harf açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

$H_{a_oyun_toplamlam}$ =Oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki katılımcıların yanlış yazılan harf açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmaktadır.

Tablo 21: Oyun Bölümü Toplam Harfler Yanlış Yazılan Harf Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bölüm	Kısım	Grup	N	SO	ST	U	Z	p
Oyun	Toplam	Fare	15	8.80	132.00			
		Göz	15	22.20	333.00	12.000	-4.179	.000*

* $p < 0.05$

Tablo 21’da oyun bölümünün yanlış girilen harflerin sayıları incelendiğinde fare etkileşiminde, $SO=8.8$; göz etkileşiminde ise, $SO=22.2$ değerleri görülmektedir. Bu haliyle karşılaştırıldığında dağılımlar arasında fark olmaması beklenmektedir ama Mann-Whitney U testi sonucunda farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ortaya çıkmaktadır. Yani alıştırma esnasında göz etkileşimi kullanan grubun ($Mdn=33$) fare etkileşimi kullanan gruba ($Mdn=5$) göre sayısal dağılımları anlamlı bir farklılık göstermiştir, $U = 12$, $p < .05$, $r = -.76$. Bu durumda $H_{0_oyun_toplam}$ reddedilmiştir. Göz katılımcılarının dağılımları yanlış harf sayısı bakımından anlamlı olarak farklılaşmaktadır.

$H_{0_oyun_yakın}$ = Oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki yakın harflerde katılımcıların yanlış yazılan harf açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

$H_{a_oyun_yakın}$ = Oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki yakın harflerde katılımcıların yanlış yazılan harf açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmaktadır.

Hata! Yer işareti başvurusu geçersiz.’de oyun bölümünün yakın harflerde yanlış girilen harflerin sayıları incelendiğinde fare etkileşiminde, $SO=8.97$; göz etkileşiminde ise, $SO=22.03$ değerleri görülmektedir. Karşılaştırıldığında dağılımlar arasında fark olmaması beklenmesine rağmen Mann-Whitney U testi farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Alıştırmada yakın harflerde göz etkileşimi kullanan grubun ($Mdn=16$) fare etkileşimi kullanan gruba ($Mdn=1$) göre sayısal

dağılımları anlamlı bir farklılık göstermiştir, $U = 14.5$, $p < .05$, $r = -.75$. Bu durumda $H_{0_oyun_yakın}$ reddedilmiştir.

Tablo 22: Oyun Bölümü Yakın Harfler Yanlış Yazılan Harf Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bölüm	Kısım	Grup	N	SO	ST	U	Z	p
Oyun	Yakın	Fare	15	8.97	134.50			
		Göz	15	22.03	330.50	14.500	-4.102	.000*

* $p < 0.05$

$H_{0_oyun_uzak}$ = Oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki uzak harflerde katılımcıların yanlış yazılan harf açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

$H_{a_oyun_uzak}$ = Oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki uzak harflerde katılımcıların yanlış harfler açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmaktadır.

Tablo 23: Oyun Bölümü Uzak Harfler Yanlış Yazılan Harf Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bölüm	Kısım	Grup	N	SO	ST	U	Z	p
Oyun	Uzak	Fare	15	9.67	145.00			
		Göz	15	21.33	320.00	25.000	-3.642	.000*

* $p < 0.05$

Tablo 23’de oyun bölümünün uzak harflerde yanlış girilen harfleri incelendiğinde fare etkileşiminde, $SO=9.67$; göz etkileşiminde ise, $SO=21.33$ değerleri görülmektedir. Bu haliyle dağılımlar arasında fark olmaması beklenmektedir ama yapılan Mann-Whitney

U testine göre farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ortaya çıkmaktadır. Yani alıştırma esnasında uzak harflerde göz etkileşimi kullanan grubun ($Mdn=16$) fare etkileşimi kullanan gruba ($Mdn=2$) göre sayısal dağılımları anlamlı olarak farklılaşmaktadır, $U = 25, p < .05, r = -.66$. Bu durumda $H_{0_oyun_uzak}$ reddedilmiştir.

Göz ve fare gruplarının yanlış girilen harf sayısı dağılımları karşılaştırıldığında, alıştırma bölümünde anlamlı bir fark görülmediği, oyun bölümünde ise Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre bütün dağılımların anlamlı olarak farklılaştığı ve göz grubunun daha fazla yanlış değere sahip olduğu ve bu yüzden daha düşük performans gösterdiği görülmüştür.

Yanlış girilen harflerde etkili olabilecek bir unsur klavyeye bakma sıklığıdır. Klavye kullanımını temel alarak tasarlanmış alıştırma 2 ve oyunda katılımcıların klavyeye bakma sıklıkları da gözleme alınmış verilerdendir. Tablo 24’de alıştırma 2 ve oyun bölümlerinde, göz ve fare gruplarında ki klavyeye bakma sıklıkları “Hep”, “Çoğunlukla” ve “Nadiren” sütunlarında verilmiştir. Alıştırma 2 bölümünde klavyeye bakma sıklıklarının fare ve göz gruplarında oldukça yakın olduğu görülmüştür. Oyun bölümünde ise fare grubu kullanıcılarının tamamı klavyeye bakma davranışı hep sergilemiştir. Göz etkileşimi kullanıcıları ise oyun bölümünde hem oyun bölümündeki fare kullanıcılarından hem de alıştırma 2 bölümündeki kendi davranışlarından oldukça farklı davranışlar sergilemişlerdir.

Tablo 24: Alıştırma 2 ve Oyun Bölümlerinde Klavyeye Bakma Davranış Sıklıkları

Bölüm ve Grup	Hep <i>f</i>	Çoğunlukla <i>f</i>	Nadiren <i>f</i>
Alıştırma 2 Fare Grubu	14	1	0
Alıştırma 2 Göz Grubu	13	1	1
Oyun Fare-Klavye Grubu	15	0	0
Oyun Göz-Klavye Grubu	6	6	3

Fare etkileşimi kullanıcılarından 1 kişinin alıştırmaya 2 bölümünde “Çoğunlukla” klavyeye bakma davranışı sergileyip, oyun bölümünde “Hep” klavyeye bakma davranışına geçtiği, buna karşın göz etkileşimi kullanıcılarının alıştırmaya 2 bölümünde 14 olan “Hep” sütunu değerinin 6’ya düştüğü görülmüştür. Alıştırma 2 bölümünde “Hep” klavyeye bakma davranışı sergileyen katılımcılardan 6’sı oyun bölümünde “Çoğunlukla” klavyeye bakma davranışı sergilemiştir. Bu davranış değişikliği bu çalışmanın amacı yönünden -beklenen seviyede olmasa da- oldukça önemlidir. Göz grubu katılımcıları normalde klavyeye hep bakarak yazıyor olsalar da 10 parmak oyununda klavyeye bakmadan yazmayı denemişlerdir. Bu davranış her ne kadar başarılı olmamış ve oyunun geneline yansımamış olsa da benzer bir çalışma tekrar edilmek istendiğinde yol gösterici olabilecek bir veridir. Oyunun yapısı klavyeye bakmadan yazmayı daha çok destekleyici bir hale getirilip tekrarlanabilir. Göz grubunda oyun bölümünde “Çoğunlukla” klavyeye bakma davranışı sergileyenlerin dışında “Nadiren” klavyeye bakma davranışı sergileyenlerin sayısı alıştırmaya bölümüne göre 2 artarak 3’e çıkmıştır. Oyun bölümünde “Nadiren” klavyeye bakan bu 3 göz etkileşimi katılımcısının tamamı görüşme kısmında, normalde 10 parmak kullanarak yazdıklarını belirtmiştir ve bunlardan 2 katılımcı klavye farkının yazma performanslarını etkilediğini söylemiştir. Bu yüzden bu iki kişinin alıştırmaya 2 bölümünde klavyeye “Çoğunlukla” veya “Hep” bakarak yazma davranışı sergiledikleri söylenebilir. Yani klavye her ne kadar standartlaşmış bir insan bilgisayar etkileşimi unsuru olsa da aslında klavyeler arasında performansı etkileyebilecek kadar farklılıklar bulunmaktadır. Kişiler kendi alışkın oldukları klavyelerde daha yüksek performans göstermektedir ve klavyelerin çeşitliliği bazı durumlarda dezavantaj olabilmektedir.

4.2.3 Alıştırma ve Oyun Bölümündeki Kullanılan Parmak Sayıları

Alıştırma ve oyun bölümündeki performans dağılımları değerleri kullanılan parmak sayıları bulgulara eklenmiştir. Alıştırma ve oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki katılımcıların kullanılan parmak sayıları karşılaştırıldığında toplamda, yakın ve uzak harflerde dağılımlar arasında anlamlı olarak farklılaşp farklılaşmadığını kontrol etmek için aşağıdaki hipotezler sırayla test edilmiştir:

$H_{0_alıştırma_toplām}$ = Alıştırma bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki katılımcıların kullanılan parmak sayıları açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

$H_{a_alıştırma_toplām}$ = Alıştırma bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki katılımcıların kullanılan parmak sayıları açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmaktadır.

Tablo 25: Alıştırma Bölümü Toplam Harfler Kullanılan Parmak Sayıları Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bölüm	Kısım	Grup	N	SO	ST	U	Z	p
Alıştırma	Toplam	Fare	15	11.73	176.00			
		Göz	15	19.27	289.00	56.000	-3.017	.003*

* $p < 0.05$

Tablo 25’de alıştırma bölümünde kullanılan parmak sayıları incelendiğinde fare etkileşiminde, $SO=11.73$; göz etkileşiminde ise, $SO=19.27$ olarak görülmektedir. Dağılımlar arasında anlamlı bir fark olmaması beklenmektedir ama Mann-Whitney testi farklılaşmanın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu belirtmiştir. Yani alıştırma esnasında göz etkileşimi kullanan grubun ($Mdn=4$) fare etkileşimi kullanan gruba ($Mdn=4$) göre sayısal dağılımları anlamlı bir farklılık göstermiştir, $U = 56$, $p < .05$, $r = -.55$. Bu durumda $H_{0_alıştırma_toplām}$ reddedilmiştir.

$H_{0_alıştırma_yakın}$ = Alıştırma bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki yakın harflerde katılımcıların kullanılan parmak sayıları açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

$H_{a_alıştırma_yakın}$ = Alıştırma bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki yakın harflerde katılımcıların kullanılan parmak sayıları açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmaktadır.

Tablo 26: Alıştırma Bölümü Yakın Harfler Kullanılan Parmak Sayıları Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bölüm	Kısım	Grup	N	SO	ST	U	Z	p
Alıştırma	Yakın	Fare	15	11.73	176.00			
		Göz	15	19.27	289.00	56.000	-3.030	.002*

* $p < 0.05$

Tablo 26’de alıştırma bölümünde yakın harflerde kullanılan parmak sayıları incelendiğinde fare etkileşiminde, $SO=11.73$; göz etkileşiminde ise, $SO=19.27$ değerlerinde olduğu görülmektedir. Bu haliyle karşılaştırıldığında dağılımlar arasında fark olmaması beklenmektedir ama Mann-Whitney U testinin sonucu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ortaya çıkmaktadır. Yani alıştırma esnasında yakın harflerde göz etkileşimi kullanan grubun ($Mdn=2$) fare etkileşimi kullanan gruba göre ($Mdn=2$) sayısal dağılımları anlamlı olarak farklıdır, $U = 56$, $p < .05$, $r=-.55$. Bu durumda $H_{0_alıştırma_yakın}$ reddedilmiştir.

$H_{0_alıştırma_uzak}$ =Alıştırma bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki uzak harflerde katılımcıların kullanılan parmak sayıları açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

$H_{a_alıştırma_uzak}$ =Alıştırma bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki uzak harflerde katılımcıların kullanılan parmak sayıları açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmaktadır.

Hata! Yer işareti başvurusu geçersiz.’de alıştırma bölümünde uzak harflerde kullanılan parmak sayıları incelendiğinde fare etkileşiminde, $SO=13$; göz etkileşiminde ise, $SO=18$ değerleri ortaya çıkmıştır. Bu haliyle dağılımlar arasında fark olmaması beklenmektedir. Mann-Whitney U testinin sonucunda ise farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ortaya çıkmaktadır. Yani alıştırma esnasında uzak harflerde göz etkileşimi kullanan grubun ($Mdn=2$) fare etkileşimi kullanan gruba ($Mdn=2$) göre

sayısal dağılımları anlamlı olarak farklılık göstermiştir, $U = 75$, $p < .05$, $r = -.44$. Bu durumda $H_0_{\text{alıştırma_uzak}}$ reddedilmiştir.

Tablo 27: Alıştırma Bölümü Uzak Harfler Kullanılan Parmak Sayıları Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bölüm	Kısım	Grup	N	SO	ST	U	Z	p
Alıştırma	Uzak	Fare	15	13.00	195.00	75.000	-2.402	.016*
		Göz	15	18.00	270.00			

* $p < 0.05$

$H_{0_{\text{oyun_toplam}}}$ = Oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki katılımcıların kullanılan parmak sayıları açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

$H_{a_{\text{oyun_toplam}}}$ = Oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki katılımcıların kullanılan parmak sayıları açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmaktadır.

Tablo 28: Oyun Bölümü Toplam Harfler Kullanılan Parmak Sayıları Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bölüm	Kısım	Grup	N	SO	ST	U	Z	p
Oyun	Toplam	Fare	15	13.00	195.00	75.000	-2.402	.016*
		Göz	15	18.00	270.00			

* $p < 0.05$

Tablo 28’da oyun bölümünde kullanılan parmak sayıları incelendiğinde fare etkileşimi, $SO=13$; göz etkileşimi ise, $SO=18$ değerlerini vermektedir. Karşılaştırıldığında dağılımlar arasında fark olmaması beklenmektedir ama Mann-

Whitney U testinin sonucunda istatistiksel olarak anlamlı bir fark olduğu ortaya çıkmaktadır. Yani alıştırma esnasında göz etkileşimi kullanan grubun ($Mdn=4$) fare etkileşimi kullanan gruba ($Mdn=4$) göre sayısal dağılımları anlamlı bir farklılık göstermiştir, $U = 75, p < .05, r = -.44$. Bu durumda $H_{0_oyun_toplam}$ reddedilmiştir.

$H_{0_oyun_yakın}$ = Oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki yakın harflerde katılımcıların kullanılan parmak sayıları açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

$H_{a_oyun_yakın}$ = Oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki yakın harflerde katılımcıların kullanılan parmak sayıları açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmaktadır.

Tablo 29: Oyun Bölümü Yakın Harfler Kullanılan Parmak Sayıları Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bölüm	Kısım	Grup	N	SO	ST	U	Z	p
Oyun	Yakın	Fare	15	12.47	187.00			
		Göz	15	18.53	278.00	67.000	-2.139	.032*

* $p < 0.05$

Tablo 29'de oyun bölümünde yakın harflerde kullanılan parmak sayıları karşılaştırıldığında fare etkileşimi, $SO=12.47$; göz etkileşimi, $SO=18.53$ değerleri görülmektedir. Bu haliyle karşılaştırıldığında dağılımlar arasında fark olmaması beklenmektedir. Mann-Whitney U testinin sonucunda ise farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu ortaya çıkmaktadır. Alıştırma esnasında yakın harflerde göz etkileşimi kullanan grubun ($Mdn=2$) fare etkileşimi kullanan gruba ($Mdn=2$) göre sayısal dağılımları anlamlı bir farklılık göstermiştir, $U = 67, p < .05, r = -.39$. Bu durumda $H_{0_oyun_yakın}$ reddedilmiştir.

$H_{0_oyun_uzak}$ = Oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki uzak harflerde katılımcıların kullanılan parmak sayıları açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmamaktadır.

$H_{a_oyun_uzak}$ = Oyun bölümünde göz-klavye ve fare-klavye gruplarındaki uzak harflerde katılımcıların kullanılan parmak sayıları açısından dağılımlar arasında anlamlı fark bulunmaktadır.

Tablo 30: Oyun Bölümü Uzak Harfler Kullanılan Parmak Sayıları Karşılaştırma Mann-Whitney U Testi Sonuçları

Bölüm	Kısım	Grup	N	SO	ST	U	Z	p
Oyun	Uzak	Fare	15	13.30	199.50			
		Göz	15	17.70	265.50	79.500	-1.851	.064

* $p < 0.05$

Tablo 30'de oyun bölümünde uzak harflerde kullanılan parmak sayıları incelendiğinde fare etkileşiminde, $SO=13.3$; göz etkileşiminde ise, $SO=17.7$ değerlerinde olduğu görülmektedir. Bu haliyle karşılaştırıldığında dağılımlar arasında fark olmaması beklenmektedir. Mann-Whitney U testinin sonucunda da farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı ortaya çıkmaktadır. Yani alıştırmada uzak harflerde göz etkileşimi kullanan grubun ($Mdn=2$) fare etkileşimi kullanan gruba ($Mdn=2$) göre sayısal dağılımları anlamlı bir farklılık göstermemiştir, $U = 79.5$, $p > .05$. Bu durumda $H_{0_oyun_uzak}$ reddedilememiştir.

Kullanılan parmak sayıları Mann-Whitney U testi sonuçlarına göre, göz ve fare gruplarında oyun bölümünde uzak harfler dışında anlamlı olarak farklılaşmaktadır. Alıştırma bölümünde kullanıcıların iki eli de klavye yazmak için uygun durumdayken, oyun bölümünde fare grubunun bir eli aynı zamanda fare kullanımı ile de meşgul olmuştur. Oyun bölümünde yakın harflerde tek el ile klavye ve tek el ile fare kullanımı fare grubunda anlamlı bir fark yaratırken uzak harflere geçildiğinde fare grubunda da iki el kullanımının yaygınlaştığı ve kullanılan parmak sayısının arttığı görülmüştür.

Özetle göz etkileşiminin fareye kıyasla performansı olumsuz etkileyebileceği ama kullanıcı deneyimi açısından çoğunlukla olumsuz bir etki yaratmadığı bulgularda görülmüştür. Her ne kadar bazı kullanıcılar kalibrasyon sıkıntısı yaşamış ve fare grubuna göre oldukça düşük performans göstermiş olsalar da bu sıkıntılar uygulamayı bitirmeyi engellememiştir. Katılımcıların istediği zaman uygulamayı bırakabileceği de düşünüldüğünde göz etkileşiminin ilk kullanımda yaşanabilen tüm olumsuz durumlara rağmen etkileşim aracı olarak kullanılabileceğini söylemek mümkündür.



BEŞİNCİ BÖLÜM

V. SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER

Bu kısım bulguların değerlendirildiği sonuç ve tartışma ve sonrasında araştırmacılara, eğitimcilere ve oyun tasarımına yönelik önerilerde bulunan öneriler bölümlerinden oluşmaktadır.

5.1 Sonuç ve Tartışma

Bu araştırmada, yakın zamanda donanım ve yazılım olarak oldukça gelişen GİT'in eğitsel bir bilgisayar oyununda kullanımının standartlaşmış bir etkileşim aracı olan fare ile karşılaştırılması amaçlanmıştır. Bu amaca yönelik olarak öncelikle literatür çalışması yapılarak benzer araştırma ve uygulamalar incelenmiştir.

Literatür taraması tamamlandıktan sonra uygulama sürecinde kullanılacak yazılım geliştirilmeye başlanmıştır. Yazılım olarak göz ve fare etkileşimlerinin farklarını ortaya çıkarması amaçlanan eğitsel bir oyun tasarlanmıştır. Oyunun yazılım ve tasarım geliştirme süreçlerinin tamamında yalnızca Unity3D 2018.4 oyun motoru kullanılmıştır. Bu benzer bir çalışma geliştirmek isteyen bir eğitmeni/araştırmacı için sade bir geliştirme sürecinin mümkün olduğunu ve tek bir yardımcı program öğrenilerek tamamlanabileceğini öne sürmek için yapılmış bir tercihtir.

Geliştirilen yazılım, katılımcıların özellikle ilk defa kullanacakları GİT'e alışmaları için tasarlanmış el yakalama (alıştırma 1), katılımcıların mevcut klavye kullanım tutum ve becerilerini belirlemek için tasarlanmış sade yazma (alıştırma 2) ve fare/göz etkileşim yöntemine göre ortaya çıkan farklılıkların incelendiği zombi araç tamiri (oyun) bölümleri hazırlanarak tamamlanmıştır. El yakalama ve zombi araç tamiri bölümlerinde etkileşim, doğal göz hareketine doğal sistem tepkileri verecek şekilde tasarlanmıştır (Jacob ve Karn, 2003). Yazılım geliştirme süreci tamamlandıktan sonra pilot çalışması yapılmış, eksik olduğu anlaşılan ve gerekli olduğu düşünülen öğeler eklenmiştir. Daha sonra uygulama kısmına geçilmiş, 30 yetişkine alıştırmalar ve oyun göz/fare etkileşimleri ile kullandırılarak tutum ve davranışları gözlemlenmiş ve de

tepki süreleri oyun logları ile kaydedilmiştir. Son olarak da uygulama ile ilgili görüşleri SKÖ ve yarı yapılandırılmış sorulara verilen cevaplarla toplanmıştır.

Fare ve göz etkileşimi kullanımı arasındaki farklı deneyimleri belirlemek için yapılan bu çalışmada, Mann-Whitney U testi sonuçları göz etkileşimi grubundaki katılımcıların, ilk kullanımda hız ve hata yönlerinden daha düşük performans gösterdiklerini ortaya çıkarmıştır. Bu durum literatürdeki çoğu araştırma sonucundan farklılaşmaktadır. Literatürde genellikle göz etkileşiminin daha hızlı performans sağladığı ya da yakın performans sonuçları elde edildiği görülmüştür (Chandra, Sharma, Malhotra, Jha ve Mittal, 2015; Smith ve Graham, 2006). Chandra ve diğerlerinin (2015) çalışmasında göz etkileşimiyle daha fazla sayıda kişi görevi 1 veya 2 saniyeden daha kısa sürede başarıyla gerçekleştirirken, fare etkileşiminde daha fazla kişi ortalama olarak 4 saniyede görevi başarıyla tamamlamıştır. Chandra ve diğerlerinin (2015) çalışmasında göz etkileşimi özellikle yaşlı yetişkinler için fare etkileşimine kıyasla daha hızlı bir işaretleme süresi sağlamıştır. Bu araştırma yaş aralığı olarak çoğunlukla genç yetişkinleri içeren bir çalışmadır. Eğer bu çalışma yaşlı bireylere yönelik olarak tekrar edilirse benzer sonuçlar alınabilir.

Oyun bölümündeki performansın göz etkileşimi grubunda daha düşük olarak gözlemlenmesine rağmen SKÖ değerlendirmelerinde ortaya çıkan tabloya bakıldığında katılımcıların ilk defa kullanmasına rağmen göz etkileşiminin kullanılabilirlik açısından çok büyük zorluk oluşturmadığı çıkarımı yapılabilir. Dorr, Böhme, Martinetz ve Barth (2007) bu bulgulara paralel olarak araştırmalarında kullandıkları oyun basit olsa da katılımcıların göz etkileşimiyle oynamayı çok zevkli bulduğunu ve daha da önemlisi, göz etkileşimin ilk defa kullanan kullanıcılar için bile geleneksel girdi yöntemlerinden daha üstün olabileceğini gösteren sonuçlar elde edildiğini belirtmiştir. Göz etkileşimine ilişkin değerlendirmeler çok olumlu olsa bile bu duruma etki edebilecek diğer etkenler göz ardı edilmemelidir. Bir kullanıcı iyi tasarlanmış bir ara yüz ile birlikte ilk kez göz etkileşimini kullanıyorsa, bu deneyimi yalnızca düşünerek gerçekleştirmiş gibi hissedebilir ve bu kısa çalışmalarda katılımcıları göz takibi ile performanslarını eleştirel olarak değerlendirmekten alıkoyabilir (Isokoski, Joos, Spakov ve Martin, 2009). Kullanım arttıkça ve yenilik etkisi azaldıkça bu durum tersine dönebilir.

Süre ve hata verilerine bakıldığında fare grubunun daha iyi sonuçlar aldığı görülse de daha önce hiç kullanmadıkları bir etkileşim aracını kullanan göz etkileşimi grubundaki katılımcıların tamamı oyunları bitirmeyi başarmıştır. Katılımcıların hepsi gönüllü olarak katılmış ve her birine istedikleri zaman ara verebilecekleri ya da uygulamayı bırakabilecekleri yazılı ve sözlü olarak bildirilmiştir. Katılımcılardan hiçbiri buna gerek duymamış ve bütün uygulama sürecini makul sürelerde tamamlamıştır. Bu açıdan literatür ile benzer bir durum ortaya çıkmıştır (Istance ve diğerleri, 2009; Menges ve diğerleri, 2017). Ortalama hız verilerine daha ayrıntılı bakıldığında oyun bölümünde en iyi performansı sergileyen katılımcı göz etkileşimi grubunda görülmüştür. Bu katılımcı normalde 10 parmak kullanarak yazan bir katılımcıdır. Göz grubundan normalde 10 parmak kullanarak yazan bir başka katılımcı da ortalama hızlar karşılaştırıldığında tüm katılımcılar arasında üçüncü sıradadır. Scheiter ve diğerleri (2019) çalışmalarında göz hareketlerine göre adapte olup, geri bildirim veren bir eğitim ortamı kullanmış ve bilişsel önkoşulları daha düşük olan öğrencilerin bundan fayda görmediğini, daha yüksek bilişsel önkoşulu sağlayan öğrencilerin ise bu uygulamadan faydalanma eğiliminde olduğunu belirtmiştir. Bu durum 10 parmak yazma oyununda göz etkileşimi grubu genel olarak düşük ortalama hız performansı sergilerken yine en iyi hız performansının göz etkileşimi grubundan çıkmasıyla örtüşmektedir. Bu araştırma 10 parmak klavye kullanabilen ve klavyeye hiç bakmadan yazma yetisine sahip bireylerle tekrarlandığı takdirde, bu durumu daha derinlemesine irdeleme fırsatı doğacaktır.

Göz etkileşimi grubundaki kalibrasyon netliğinin kişiden kişiye oldukça farklılaşabildiği görülmüştür. Bazı göz etkileşimi katılımcıları çok net bir kalibrasyon yakalamış, alıştırmaya 1 ve oyunda daha rahat bir etkileşim yaşamışlardır. GİT'in girdi aracı olduğu birçok çalışmada görülen, bazı kullanıcıların kalibrasyon sorunu yaşaması sorunu (Chandra ve diğerleri, 2015; Istance, Hyrskykari, Vickers ve Chaves, 2009) GİT donanım ve yazılım olarak geliştikçe ortadan kalkabilecek bir durumdur (Jacob ve Karn, 2003). Istance ve diğerleri (2009) küçük hedeflerin seçimindeki kalibrasyon sorunu için büyüteç kullanımını denemiştir ama yeterli bir çözüm oluşturmadığını raporlamışlardır. Buna bu teknikle pratik eksiğinin neden olmuş olabileceğini ama asıl sorunun bir oyunda büyüteç kullanımının oldukça dikkat dağıtıcı ve zaman alıcı olması olduğunu belirtmişlerdir. Istance ve diğerlerine (2009)

göre kalibrasyon netliği sorununun çözümünde büyütece alternatif bir kullanım ya da tamamen başka bir çözüm gerekmektedir. Bu sorun göz reflekslerini koşullandırmayı hedefleyen bir alıştırma bölümü tasarlandığında ve katılımcılara büyüteç ve benzeri araçların kullanımına alışmak için yeterince zaman verildiğinde aşılabilir. Bu sayede fare ve göz etkileşimi arasında, göz etkileşiminin en çok geride kaldığı alanlardan olan küçük alanlarla işlem yapma problemi çözüm bulunmaya çalışılabilir.

Katılımcıların en fazla eksik buldukları ve önerilerde buldukları kısım oyun içinde geri bildirim ve oyunlara başlarken tanıtım azlığı olmuştur. Oyun ve uygulamalarda özellikle ilk kullanımda oyun tanıtımının ve geri bildirimlerin ne kadar önemli olduğu görülmektedir. Her ne kadar uygulama tasarlanırken bu düşünülmüş ve oyun sade bir görsellikle ve mantıkla tasarlanmış olsa da ilk kullanım için sadeliğin yeterli olmadığı gözlemlenmiştir. Aslında bu durum araştırma öncesi düşünülmüş ve katılımcıların sezgisel olarak kolayca oyuna başlayıp başlayamadığı gözlem formu ile takip edilmiştir. Gözlem formunda katılımcıların sezgisel olarak oyuna kolayca başlayabilmesine dair gözlemlere ve görüşme sorularında katılımcılara sorulan “Sizce fare/göz etkileşimi yöntemi doğal/sezgisel bir deneyim sağladı mı?” sorusuna verilen cevaplara bakıldığında göz etkileşiminin daha doğal ve sezgisel bir deneyim sağladığını söylemek mümkündür. Buda göz grubu için oyunun öğrenilebilirliğini olumlu yönde etkileyecek bir durumdur. Çoğu insanın yeni bir sistemde yaşadığı ilk deneyim onu kullanmayı öğrenmekle ilgilidir ve bu yüzden öğrenilebilirlik bir anlamda en temel kullanılabilirlik özelliğidir (Nielsen, 1994). Ayrıca oyunu ve GİT’i bütün bir yapı olarak kullanan göz etkileşimi grubunun bu iki ayrı yapıyı aynı anda öğrenmesi gerekmiştir buna karşın fare etkileşimi grubundaki katılımcıların tamamı fare kullanmayı bilmektedir. Alıştırma 1 bölümü bu farklılığı azaltmak için tasarlanmış, göz grubu katılımcılarının göz etkileşimini pratikleştirme imkânı yaratmak adına belirli bir seviyeye ulaşana kadar kullanılmıştır. Oyun bölümünde fare ve göz etkileşimi grupları arasındaki hız sonuçları karşılaştırıldığında ortaya çıkan ve fare grubu lehine olan hız süreleri Alıştırma 1’in deneyim kazandırmada yeterli olmadığı şeklinde yorumlanabilir.

Fare ve göz gruplarının oyun bölümünde ilk odaklanma hızlarına bakıldığında göz etkileşimi grubunun daha hızlı tepkiler verdiği görülmektedir. Göz etkileşimin fare ile etkileşimden daha hızlı bir girdi aracı olduğu benzer çalışmalarda da görülmektedir

(Jacob ve Karn, 2003; Murata, 2006). Yeterince duyarlı bir göz izleme cihazı ve iyi tasarlanmış bir arayüz ile oyun etkileşimlerinde GİT'in potansiyeli olduğu görülmektedir (San Agustin, Mateo, Hansen ve Villanueva, 2009).

El kızartmaca alıştırmalarında fare grubu katılımcılarının en fazla sorduğu soru “fareyi tıklama gerekli mi?” sorusu olmuştur. Göz grubu katılımcıları da paralel bir soru olarak “bakışı üzerinde tutmak gerekli mi?” sorusunu sormuşlardır. Bu açıdan bakıldığında uygulama sürecinde oldukça farklı etkileşim yöntemleri kullanmalarına rağmen katılımcıların benzer kısımlarda zorlandıkları söylenebilir. Etkileşim yöntemleri her ne kadar farklı olsa da evrensel tasarım ilkeleri açısından benzerlikler yaşanması dikkat çekmektedir.

Oyunda Jacob ve Karn'ın (2003) göz etkileşimine dair önerilerine uygun olarak, göz etkileşimi gerekli nesnelere vurgulamak için kullanılmıştır ve etkileşim için tasarlanmış arayüzlerde grafik olarak yeterince geniş hedef alanlar sunulmuştur (San ve diğerleri, 2009). Oyun bölümünde katılımcıların yazarken göz/fare imlecini gelen araçların üzerinde tutması gerekmektedir. Bu fare grubu katılımcıları için avantaj sağlayan bir durumdur. Jacob ve Karn (2003) fare etkileşiminin bırakıldığı anda etkisiz hale gelmesinin aksine, bakış etkileşiminin kesintisiz yapısından dolayı, göz temelli etkileşimi “Midas'ın dokunuşu” olarak nitelendirmiştir. “Midas'ın dokunuşu” benzer araştırmalarda sıkça dile getirilen bir problemdir (Istance ve diğerleri, 2009; Smith ve Graham, 2006). Buna karşılık özellikle uzak harflerde göz grubunun iki elini rahatça kullanabilme avantajı bulunmaktadır. Fare grubu katılımcılarının bazıları imleci fare üzerine getirdikten sonra fareyi sabit bırakıp hemen yazma eylemine geçtikleri için imleci gelen araçların üzerinde tutmanın gerekli bir eylem olduğunu fark etmeden oyunu tamamlayabilmiş ya da oyunda oldukça ilerledikten sonra bu durumu fark edebilmiştir. Göz grubu katılımcıları aracı yakaladıktan sonra bakışlarını klavyeye yöneldiğinde araç tekrar harekete geçmektedir. Yani fare grubu işlemleri sırayla yapabilirken, göz grubunun çoklu işlem (*multitasking*) yapması gerekmektedir. Çoklu işlem aynı anda birden fazla işlem yapmak olarak tanımlanabilir (Burgess, Veitch, Costello ve Shallice, 2000). Verilen görevler çoklu işlem sırasında tanıma ya da hatırlama gerektiriyorsa, hata yapma ihtimali artacaktır (Srivastava, 2013). Benzer şekilde, göz etkileşimi grubunda bakışı araç üzerinde sabit tutma ve klavyeden yazı yazma işleminin aynı anda yapılması gerekmesi hata ve süre yönlerinden performans

etki edebilecek bir unsurdur. Fare etkileşiminde kullanıcı genellikle hedefe bakar ve imleci ancak bir hedef seçmeye karar verdiğinde hareket ettirir ama göz etkileşiminde kullanıcı gözlerini her oynattığında imleç hareket eder. Bu, kullanıcının bilinçli bir şekilde açık bir işlem gerçekleştirmediği durumlarda bile, kullanıcının oyundan aldığı geribildirim miktarında önemli bir artışa neden olur (Smith ve Graham, 2006). Fare grubu katılımcılarının önceki deneyimleri varken, göz etkileşimin katılımcıların ilk defa kullandığı bir teknoloji ile görevleri tamamlaması da bu durumda performansa etkilemiş bir unsur olabilir. Chandra ve diğerlerine (2015) göre ise kullanıcının ekrana bakarken fare kullanması gerekmediğinde, ilgisi bölünmez ve tepki süresi kısılır. Ayrıca, fareyi etkileşim aracı olarak kullanırken bölünmüş dikkat, yavaş tepki süresi, yavaş sistem işlemcisi vb. gibi birçok faktör sonucu kullanıcı göz etkileşimi ile aşılabilir sorunlar yaşar (Chandra ve Diğerleri, 2015). Eğer kullanıcılara yeterli alışma süresi verilirse bu durumu gözlemlenmek mümkün olabilir.

Oyun ve alıştırma ile ilgili en çok sorulan sorulardan biri de oyunun amacı ve puanlama sistemine yönelik olmuştur. Oyun içerisinde süreler ve hatalar veri olarak toplansa da oyun içerisinde temsili ya da gerçek bir puan değeri üretmemektedir. Buna rağmen katılımcıların daha çok puan alabilmek için daha iyi performans göstermeye çalıştığı görülmüştür. Bu yönüyle oyunun motivasyona olumlu bir etkisi olduğunu söylemek mümkündür. Bunun yanında oyunu “uzun” ve “sıkıcıydı” yorumlarına da rastlanmıştır. Bu katılımcılar oyunda rastgele durumların az olmasının oyunu tahmin edilebilir kıldığını bu yüzden oyunun sıkıcı bir hal aldığını da belirtmişlerdir. Akış (*flow*) görev zorluğu bireyin becerilerini aştığında kaygı oluşturacağını, zorluk becerilerin altında kaldığında katılımcının sıkılacağını, bir eylemin zorluğu katılımcının becerileri ile paralel bir kanal oluşturduğunda ise en uygun deneyimin (*optimal experience*) yaşanacağını öne sürer (Csikszentmihalyi, 1991). Kiili (2005) akışın üst sınırının yakınsak gelişim alanıyla (Vygotsky, 1962) eşleştiğini ifade etmiş ve oyun tasarımcısının oyuncuyu akış durumunda tutmak için oyun zorluğunu oyuncunun becerileri geliştikçe artması gerektiğini belirtmiştir. Bu sayede hem oyun sıkıcı olmayacak hem de oyuncu daha hızlı gelişim gösterecektir.

Araştırma tasarlanırken ortaya çıkması beklenen bir durum olan göz grubu katılımcılarının klavyeye bakmadan yazması ve bu yönden fare etkileşimi grubundan farklılaşması durumunun açık bir şekilde ortaya çıktığını söylemek mümkün değildir.

Gözlemlerde görülmüştür ki göz ve fare grubu katılımcıları oyun boyunca çoğunlukla benzer bir hareket sergileyerek ilk önce bakışlarıyla imleci gelen aracın üzerine getirmiş, ikinci olarak klavye de gerekli harflere bakmış ve üçüncü olarak tekrar ekrana bakıp gerekli harflerin girişini yapmıştır. Bu eylem şeklinin verimliliği her iki grup için de düşüktür. Fare grubu katılımcıları için üçüncü adım olan ekrana bakmadan da gerçekleştirilebilirken alışkanlık edindikleri şekilde bakışlarını ekran-klavye-ekran olarak gezdirmişlerdir. Göz grubunda klavye ye bakmadan yazan ya da nadiren bakan katılımcılarda dahi göz imlecinin refleks olarak aşağıya kaydığı gözlemlenmiştir. Klavyeye bakmadan yazma eylemi genel olarak sergilenmemiş, klavyeye hiç bakmadan yazan kişilerde bile klavyeye bakma refleksi görülmüştür. Bu refleks göz grubunda imlecin aşağı doğru anlık sıçramalarıyla fark edilmiştir. 10 parmak klavye kullanan bu kişiler, sürekli harflerin klavyedeki yerini kontrol ederek yazan kişilerden farklı olarak bakışlarını klavyeye nadiren yöneltmiştir. Bakışları ekrandan ayrılmamış olsa bile bakışlarını aşağı doğru kaydırmışlardır. Aracı sabitleyip, yazıyı görünür tutmak için ve yazmak için bakışın araçtan ayrılmaması gerektiğinin farkında olsalar bile bu göz refleksini istemsiz olarak sergilemeye devam etmişlerdir. Jacob'a (1993) göre de göz etkileşimi, bir fare veya klavyeye göre, insan gözü hareketlerinin doğasından dolayı mükemmellikten uzaktır. Katılımcıların performanslarını daha iyi ölçebilmek için, oyunlar öncesinde daha uzun süreli bir alıştırmaya bölümünün koyulması bu reflekslerin azaltılabilecek ya da daha kontrollü bir duruma dönüştürebilecek bir durumdur. Bunun da ötesinde, göz etkileşimini hedefleyen daha uzun soluklu bir çalışma insan göz hareketlerinin doğasından kaynaklanan bu durumu yönlendirmek veya sönmölemek amaçlanarak yapılırsa göz reflekslerinin ne kadar kontrol edilebileceği daha ayrıntılı şekilde irdelenebilecektir.

Özellikle çok parmak kullanarak yazan katılımcıların ifade ettikleri bir diğer olumsuz durum ise farklı klavye kullanmanın performanslarını azaltması olmuştur. Bu durum öncesinden tahmin edilen bir durum olsa da bütün katılımcıların aynı koşullarda uygulamaları gerçekleştirebilmesi için uygulamalar boyunca aynı ekipman kullanılmıştır. Bu durumun olumsuz etkileri katılımcılar klavyeyi kullandıkça azalacaktır. Ayrıca kişiler kullandıkları etkileşim ekipmanlarına alıştıkça deney ve kontrol grubunun arasındaki fark azalabilir.

GİT ve alanlar ile ilgili araştırmalarda karşılaşılan bir başka olumsuz durum da araştırma için özel bir uygulama geliştirildiğinde, uygulamanın evrimii yayınlanmamasıdır. Bu durumda, çalışmayı çoğaltmak veya yeni deneyler için bunları tekrar kullanmak mümkün olmamaktadır (Sharafi, Soh ve Gu h neuc, 2015). Bu araştırma üretilen yazılım ürünü evrimii olarak paylaşılmış (<https://github.com/YunusOd/OnParmak>) ve böylece benzer araştırmalar yapmak isteyenler ya da eğitici bir oyun geliştirmek isteyenler için bir kaynak olması amaçlanmıştır. Verileri evrimii olarak paylaşmak, geri bildirim almak, geliştirmelere devam etmek ve eksik kısımları tamamlamak içinde faydalı olacaktır (Sharafi, Soh ve Gu h neuc, 2015). Ayrıca dijital oyun tabanlı öğrenmelere dünyanın birçok bölgesinde artan bir ilgi görülmektedir (Hwang ve Wu, 2012). Engelli olduğu için bu oyunları oynayamayan birçok oyuncu vardır ve özellikle bilişsel bozukluğu olan oyuncular için çok az oyun geliştirilmiştir (Yuan, Folmer ve Harris, 2011). Dijital oyunlara belirli engelli durumları için “referans” veya “rnek” oyunların geliştirilmesi, daha fazla erişilebilir oyun geliştirilmesine yardımcı olabilir (Yuan, Folmer ve Harris, 2011).

Özetle, doğal etkileşim araçlarına ve çalışmalarına duyulan artan bir ihtiyaç vardır. Bu ihtiyaı karşılamaya yönelik teknolojilerden biri olan GİT’dir. GİT’in kalitesi ve bulunabilirliği, maliyetleri düşerken artmaktadır. Bu durum göz takip cihazlarını eğlence amaçlı kullanma olasılığını artırmaktadır (Isokoski ve diğerleri, 2009). Bu alışmada GİT’in doğrudan fare yerine kullanıldığında performansla olumsuz etki edebileceği görülmüştür. Bakışı imleç olarak kullanılmak istenildiğinde GİT’in daha hızlı odaklanma imkânı sağladığı da ama fare gibi sabit tutmanın var olan göz reflekslerinin etkisi ile oldukça zor olduğu da görülmüştür (Jacob, 1993). Yine de bu olumsuz etkilerin -ilk defa kullanıldığında dahi- görevleri tamamlamayı engelleyecek boyutta olmadığı da bu çalışma ile elde edilen bulgular arasındadır. Teknolojinin gelişimi ile yaygınlaşma imkânı bulan ve büyük bir potansiyel barındıran GİT uygulamalarının, oyun vb. yazılım örnekleri arttıa insan bilgisayar etkileşimi ve eğitim alanlarında daha fazla yaygınlaşacağı tahmin edilmektedir.

5.2 neriler

Bu bölümde araştırmacılara, eğitimcilere ve oyun tasarımına yönelik önerilerde bulunulmuştur.

5.2.1 Araştırmaya Yönelik Öneriler

- GİT'in etkileşim aracı olarak kullanımı için gerekli olan maddi engeller aşılmaya başlanmıştır. Dikkat ve motivasyon gibi bilişsel süreçlerin kontrolü gerektiği ve takibinin zor olduğu uygulamalarda göz izleme cihazları veri toplama aracı olmanın ötesinde, ek bir etkileşim aracı olarak ya da tek etkileşim aracı olarak uygulamalara eklenebilir.
- GİT'in etkileşim aracı olarak kullanımında fare kadar net bir kullanım sağlamadığı görülmüştür. Benzer araştırmalarda göz etkileşimin fare gibi ekranda bir noktayı seçmekte elverişli olmadığı ama geniş alanlar arasında seçim yapmak ve etkileşimde bulunmak gerektiğinde çok daha hızlı ve daha sezgisel bir kullanım deneyimi sağladığı göz önünde bulundurulabilir.
- Göz grubu katılımcılarında klavyeye yönelme göz refleksi net olarak görülmüştür. Bu refleksi sönmlemeye yönelik bir araştırma yapılabilir.
- Yenilikçi bir eğitim teknolojisi uygulaması yapılmak istenen bu çalışmada bu sistemi ilk defa kullanan katılımcıların performanslarında olumlu bir etki yaratmadığı görülmüştür. Bu durum her ne kadar katılımcıların daha fazla zaman harcamasına ve gayret sergilemesine neden olacak olsa da uygulama öncesine bir alıştırmaya kısmı eklenerek giderilebilir. Ya da uygulamaların tekrarlı süreçler içerdiği bir araştırma yaklaşımıyla katılımcıların gösterdikleri gelişme verilerine daha anlamlı bir şekilde ulaşılabilir.
- Oyunların puan sistemi ve amacıyla ilgili katılımcılardan gelen sorularla görülmüştür ki eğitimde ve öğretimde motivasyon artırıcı etki oluşturmak için oyunlar içerisinde puanlamalara, süre sınırlamalarına ve anlamlı eylemlerle pekiştirilen hikayelere yer verilebilir.
- Katılımcıların önceden performans değerleriyle belirlendiği bir araştırma ile daha net karşılaştırmalar yapılabilir.
- Katılımcılar araştırma ve geliştirme sürecine dâhil edilerek tasarım temelli bir araştırma yapılabilir.

- Oyuna farklı seviyeler eklenip katılımcıların seviye seviye ilerleyerek zorlaşan, anlamlı heceler, kelimeler, cümleler kurabileceği bir oyun ile 10 parmak yazma becerisini tamamen kazanmaları sağlanabilir ve bu süreç daha derinlemesine irdelenebilir.

5.2.2 Eğitimcilere Yönelik Öneriler

- Araştırmanın göz grubunda katılımcıların ekrandaki bakışları doğrudan takip edilebilmiştir. Göz etkileşimi, dikkat arttırmak ya da dikkati belirli bir alanda tutmaya yönelik uygulamalarda, bakış istenilen alan dışına çıktığı anda sistemin geri bildirim vermesini sağlayarak uygulamanın amacını destekleyici olabilir.
- Oyunların kendine bağlayan yapısı eğitimciler ve oyun geliştiricileri arasında işbirliği yapılarak ya da eğitimcilerin yazılım alanında kendini geliştirmesiyle eğitim süreçlerine dâhil olabilir.
- Oldukça karmaşık görünen oyun yazılımı geliştirme süreci eğitim kazanımları belirlendiğinde ve kazanılması için gerekli eylemler bir şablona döküldüğünde kolayca oyunlaştırılabilir.
- Yazılım tasarım yönüyle oldukça sade tutulmuştur. Bu durum çoğu kullanıcı için önemli görünmese de bazı katılımcılar en çok geliştirme önerisini grafik ve renklerin iyileştirilmesiyle ilgili olarak yapmıştır. Tasarım tercihlerinin bazı katılımcıları olumsuz etkileyebileceği ve tercihlerin farklı katılımcılarda farklı tepkilere neden olabileceği önceden hesaba katılması fayda sağlayabilir.

5.2.3 Oyun Tasarımına Yönelik Öneriler

- Whitton (2014) bir oyunun oyun ruhuyla oynanabilirliğinin oyuncu için temel olduğunu belirtmiştir. Akış teorisi bir eylem gerçekleştirilirken katılımcının kaygı ve sıkıcılık hisleri arasında kalmasını sağlayacak dengeli bir zorluk seviyesinde kalmasının en uygun deneyimi sağlayacağını belirtir (Csikszentmihalyi, 1991). Bir oyunun özünün oyunda yapılması gereken eylemler veya öğrenilenler değil, bir oyuncu oyunu oynadığında yaşayacağı his ve deneyimler olduğunu söylemek mümkündür. Bu öz iyi belirlenmeli ve bu öze oyun geliştirmenin her aşamasında sadık kalınmalıdır.

- Bir oyun tasarımı sürecinde oyunun amaçları iyi belirlenmeli ama esnek tutulmalıdır. Oyun ilk tasarlanandan farklı bir yöne doğru ilerleyebilir. Tasarım sürecinde katı olmamak, her adımda ortaya çıkan potansiyel uygulamaları göz ardı etmemek faydalı olabilir.
- Oyun içerisinde geribildirimler açık ve net olmalıdır. Oyuncuya gerekli adımların tamamlanıp tamamlanmadığını net bir şekilde ifade edecek şekilde tasarlanması uygun olacaktır.
- Oyunun tahmin edilebilir olması oyuna karşı olumsuz bakışa neden olan başlıca sebeplerdendir. Oyun içerisinde tekrar eden durumlar oyuncu belirli bir performansa ulaştığında farklı bir seviyeye çekilmeli ve/ve ya oyuna yeni öğeler eklenmesi faydalı olabilir.
- Göz etkileşimi ilk kullanımda performansı olumsuz etkilediği görülse de katılımcıların tamamı oyunları makul bir süre içerisinde tamamlamıştır. Göz grubu katılımcılarından bir katılımcı hariç, göz etkileşiminin oyunu olumlu yönde etkilediği yönde görüşte bulunmuşlardır. Göz etkileşiminin etkileşim aracı olarak kullanıldığı birçok farklı oyun geliştirilebilir.

KAYNAKÇA

- Acartürk, C. ve Çağıltay, K. (2006). İnsan bilgisayar etkileşimi ve ODTÜ'de yürütülen çalışmalar. *Akademik Bilişim*, 6, 9-11.
- Akhutina, T. V. (2003). The role of inner speech in the construction of an utterance. *Journal of Russian & East European Psychology*, 41(3-4), 49-74.
- Alemdağ E. ve Çağıltay, K. (2018). A systematic review of eye tracking research on multimedia learning. *Computers & Education*, 125, 413-428.
- Alkan, S. ve Çağıltay, K. (2007). Studying computer game learning experience through eye tracking. *British Journal of Educational Technology*, 38(3), 538-542.
- Bergstrom, J. R. ve Schall, A. (2014). *Eye tracking in user experience design*. Elsevier.
- Bottino, R. M. ve Ott, M. (2006). Mind games, reasoning skills, and the primary school curriculum. *Learning Media and Technology*, 31(4), 359.
- Braghirolli, L. F., Ribeiro, J. L. D., Weise, A. D. ve Pizzolato, M. (2016). Benefits of educational games as an introductory activity in industrial engineering education. *Computers in Human Behavior*, 58, 315-324.
- Bruneau, D., Sasse, M. A. ve McCarthy, J. D. (2002). The eyes never lie: The use of eyetracking data in HCI research. ACM. <http://discovery.ucl.ac.uk/119033/>
- Buley, L. (2013). *The user experience team of one: A research and design survival guide*. Rosenfeld Media. <https://books.google.com.tr/books?id=aHo3DwAAQBAJ>
- Burgess. P.W., Veitch, E., de Lacy Costello. A. ve Shallice. T. (2000). The cognitive and neuroanatomical correlates of multitasking. *Neuropsychologia*, 38(6), 848-863.
- Burguillo, J. C. (2010). Using game theory and competition-based learning to stimulate student motivation and performance. *Computers & Education*, 55(2), 566-575.
- Castronova, E. (2001). Virtual worlds: A first-hand account of market and society on the cyberian frontier. https://www.econstor.eu/bitstream/10419/75918/1/cesifo_wp618.pdf
- Chandra, S., Sharma, G., Malhotra, S., Jha, D. ve Mittal, A. P. (2015, Aralık). Eye tracking based human computer interaction: Applications and their uses. In *2015 International Conference on Man and Machine Interfacing (MAMI)* (s. 1-5). IEEE
- Clark, J. M. ve Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3(3), 149-210.
- Cornsweet, T. N. ve Crane, H. D. (1973). Accurate two-dimensional eye tracker using first and fourth Purkinje images. *Journal of the Optical Society of America*, 63(8), 921-928.
- Creswell, J. W. (2012). *Educational research: Planning, conducting, and evaluating quantitative and qualitative research 4*. Baskı, Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- CRYENGINE (2019, 5 Mayıs). CRYENGINE | The complete solution for next generation game development by Crytek. Erişim adresi: <https://www.cryengine.com/>
- Csikszentmihalyi, M. (1991). *Flow: The psychology of optimal experience*. New York: Harper Perennial.

- Çağiltay, K. (2011). İnsan bilgisayar etkileşimi ve kullanılabilirlik mühendisliği: Teoriden pratiğe. ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık.
- Dale, E. (1946). The cone of experience. *Audio-visual methods in teaching*, 1, 37-51.
- Dale, E. (1969). Audiovisual methods in teaching.
- Delabarre, E. B. (1898). A method of recording eye-movements. *The American Journal of Psychology*, 9(4), 572-574.
- Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O'Hara, K. ve Dixon, D. (2011). Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts. In *CHI'11 extended abstracts on human factors in computing systems* (s. 2425-2428). ACM.
- Dickey, M. D. (2005). Engaging by design: How engagement strategies in popular computer and video games can inform instructional design. *Educational technology research and development*, 53(2), 67-83.
- Dickey, M. D. (2011). Murder on Grimm Isle: The impact of game narrative design in an educational game-based learning environment. *British Journal of Educational Technology*, 42(3), 456-469.
- Dodge, R. ve Cline, T. S. (1901). The angle velocity of eye movements. *Psychological Review*, 8(2), 145-157.
- Dorr, M., Böhme, M., Martinetz, T. ve Barth, E. (2007). Gaze beats mouse: A case study. *Proceedings of COGAIN*, (s. 16-19) içinde. Luebeck, Germany. <http://www.gazecom.eu/FILES/dobomaba07.pdf>
- Dos Santos, R. D. O. J., De Oliveira, J. H. C., Rocha, J. B. ve Giraldo, J. D. M. E. (2015). Eye tracking in neuromarketing: A research agenda for marketing studies. *International Journal of Psychological Studies*, 7(1), 32-42. https://www.researchgate.net/profile/Janaina_Giraldo/publication/282511668_Eye_Tracking_in_Neuromarketing_A_Research_Agenda_for_Marketing_Studies/links/56cf114708ae059e37590339.pdf
- Duchowski, A. T. (2007). Eye tracking methodology. *Theory and Practice*, Gewerbestrasse, Springer.
- Ebner, M. ve Holzinger, A. (2007). Successful implementation of user-centered game based learning in higher education: An example from civil engineering. *Computers & Education*, 49(3), 873-890.
- Eye Tribe (2019, 5 Mayıs). The Eye Tribe. Erişim adresi: <http://theeyetribe.com/theeyetribe.com/about/index.html>
- EyeTech (2019, 5 Mayıs). Eye Tracking Technology for OEMs - EyeTech Digital Systems Home. Erişim adresi: <https://www.eyetechds.com/>
- Fitts, P. M., Jones, R. E. ve Milton, J. L. (1950). Eye movements of aircraft pilots during instrument-landing approaches. *Aeronautical Engineering Review*, 9(2), 24-29.
- Fove (2019, 5 Mayıs). Home - FOVE Eye Tracking Virtual Reality Headset Erişim adresi: <https://www.getfove.com/>
- GDevelop (2019, 5 Mayıs). GDevelop - Create games without programming - Open source HTML5 and native game creator. Erişim adresi: <https://gdevelop-app.com/>
- Garris, R., Ahlers, R. ve Driskell, J. E. (2002). Games, motivation, and learning: A research and practice model. *Simulation & Gaming*, 33(4), 441-467. <https://doi.org/d3gjn>
- Gazepoint (2019, 5 Mayıs). Eye Tracking System Technology For Everyone - UX Testing | Gazepoint. Erişim adresi: <https://www.gazept.com/>

- Gee, J. P. (2003). What video games have to teach us about learning and literacy. *Computers in Entertainment (CIE)*, 1(1), 20-20.
- Gee, J. P. (2005). What would a state of the art instructional video game look like? *Innovate: Journal of Online Education*, 1(6), 1. <https://nsuworks.nova.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1164&context=innovate>
- Gentry, C. G. (1995). Educational technology: A question of meaning. *Instructional technology: Past, present, and future*, 2, 1-9.
- Godot Engine (2019, 5 Mayıs). Godot Engine - Free and open source 2D and 3D game engine. Erişim adresi: <https://godotengine.org/>
- Goldberg, J. H., Stimson, M. J., Lewenstein, M., Scott, N. ve Wichansky, A. M. (2002). Eye tracking in web search tasks: design implications. In *Proceedings of the 2002 symposium on Eye tracking research & applications* (s. 51-58). ACM.
- Google Play (2019, 5 Mayıs). Aile - Google Play'de Android Uygulamaları. Erişim adresi: https://play.google.com/store/apps/category/FAMILY?age=AGE_RANGE1
- Haake, M., Axelsson, A., Clausen-Bruun, M. ve Gulz, A. (2015). Scaffolding mentalizing via a play-&-learn game for preschoolers. *Computers & Education*, 90, 13–23.
- Hainey, T., Connolly, T., Stansfield, M. ve Boyle, E. (2011). The differences in motivations of online game players and offline game players: A combined analysis of three studies at higher education level. *Computers & Education*, 57(4), 2197–2211.
- Harris, K. ve Reid, D. (2005). The influence of virtual reality play on children's motivation. *Canadian Journal of Occupational Therapy.*, 72(1), 21–29.
- Hartson, R. ve Pyla, P. S. (2012). *The UX Book: Process and guidelines for ensuring a quality user experience*. Elsevier. <https://books.google.com.tr/books?id=w4I3Y64SWLoC>
- Head Tracking With WebRTC (2019, 5 Mayıs). Dev.Opera — Head Tracking With WebRTC. Erişim adresi: <https://dev.opera.com/articles/head-tracking-with-webrtc/>
- Holzman, P. S., Proctor, L. R. ve Hughes, D. W. (1973). Eye-tracking patterns in schizophrenia. *Science*, 181(4095), 179–181. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4711736>
- Howe, N. ve Strauss, W. (2009). *Millennials rising: The next great generation*. Knopf Doubleday Publishing Group. https://books.google.com.tr/books?id=To_Eu9HCNqIC
- Hsiao, H. C. (2007, March). A brief review of digital games and learning. In *2007 First IEEE International Workshop on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning (DIGITEL'07)* (s. 124-129). IEEE.
- Huey, E. B. (1898). Preliminary experiments in the physiology and psychology of reading. *American Journal of Psychology*, 9, 575-586.
- Hwang, G. J. ve Wu, P. H. (2012). Advancements and trends in digital game-based learning research: A review of publications in selected journals from 2001 to 2010. *British Journal of Educational Technology*, 43(1), E6-E10.
- Game Development Stack Exchange. (2019, 5 Mayıs) What are the pro/cons of Unity3D as a choice to make games?. Erişim adresi <https://gamedev.stackexchange.com/questions/8118/what-are-the-pro-cons-of-unity3d-as-a-choice-to-make-games/8133#8133>

- GameDesigning. (2019, 5 Mayıs) Unity vs Unreal: Ultimate Game Engine Showdown. Erişim adresi <https://www.gamedesigning.org/engines/unity-vs-unreal/>
- Gros, B. (2007). Digital games in education: The design of games-based learning environments. *Journal of Research on Technology in Education*, 40(1), 23-38.
- ISO 9241-11, (1998). Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (vdts) part 11: Guidance on usability. *International Organization for Standardization, Geneva*.
- ISO, C. (2008). 9241-210: Ergonomics of human-system interaction-Part 210: Human-centred design process for interactive systems. *International Organization for Standardization, Geneva*
- ISO/IEC 9126-1 (2001). Software engineering Product quality -- Part 1: Quality Model. *International Organization for Standardization, Geneva*
- Isokoski, P., Joos, M., Spakov, O. ve Martin, B. (2009). Gaze controlled games. *Universal Access in the Information Society*, 8(4), 323.
- Istance, H., Hyrskykari, A., Vickers, S. ve Chaves, T. (2009, Ağustos). For your eyes only: Controlling 3d online games by eye-gaze. In *IFIP Conference on Human-Computer Interaction* (s. 314-327). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Jacob, R. J. (1993). Eye movement-based human-computer interaction techniques: Toward non-command interfaces. *Advances in human-computer interaction*, 4, 151-190. <http://www.cs.tufts.edu/~jacob/papers/hartson.pdf>
- Jacob, R. J. ve Karn, K. S. (2003). Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises. In *The mind's eye* (s. 573-605). North-Holland.
- Januszewski, A. ve Molenda, M. (2008). *Educational technology: A definition with commentary*. New York: Lawrence Erlbaum Associates. <http://www.google.com.tr/books?id=JO3Yc0UuK74C>
- Javal, E. (1878). Essai sur la physiologie de la lecture. *Annales d'Oculistique*, 80, 61-73. https://pure.mpg.de/rest/items/item_2350899/component/file_2350898/content
- Just, M. A. ve Carpenter, P. A. (1976). Eye fixations and cognitive processes. *Cognitive Psychology*, 8(4), 441-480.
- Juul, J. (2003). The game, the player, the world: Looking for a heart of gameness. *PLURAIIS-Revista Multidisciplinar*, 1(2). <https://www.jesperjuul.net/text/gameplayerworld/>
- Kiili, K. (2005). Digital game-based learning: Towards an experiential gaming model. *The Internet and higher education*, 8(1), 13-24.
- Kirriemuir, J. (2006). *A history of digital games*. In J. Rutter & J. Bryce (Eds.), *Understanding digital games* (s. 21-36). London, UK: Sage.
- Kuzu, A. (2012); *Bilgisayar Destekli Öğretim ile İlgili Temel Kavramlar, Öğeleri Kuramsal Temelleri ve Uygulama Yöntemleri* (Editör: Güneş, Ali) Bilgisayar I-II Temel Bilgisayar Becerileri (s: 497-530), 6. Baskı, Pegem A Yayıncılık, Ankara.
- Lamb, R. L., Annetta, L., Firestone, J. ve Etopio, E. (2018). A meta-analysis with examination of moderators of student cognition, affect, and learning outcomes while using serious educational games, serious games, and simulations. *Computers in Human Behavior*, 80, 158-167.
- Law, E. L. C., Roto, V., Hassenzahl, M., Vermeeren, A. P. ve Kort, J. (2009, Nisan). Understanding, scoping and defining user experience: a survey approach. In

- Proceedings of the SIGCHI conference on human factors in computing systems* (s. 719-728). ACM.
- Mackworth, J. F. ve Mackworth, N. H. (1958). Eye fixations recorded on changing visual scenes by the television eye-marker. *Journal of the Optical Society of America*, 48(7), 439–445. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/13564324>
- Magnan, A. ve Ecalle, J. (2006). Audio-visual training in children with reading disabilities. *Computers & Education*, 46(4), 407–425.
- Malone, T. W. ve Lepper, M. R. (1987). Making learning fun: A taxonomy of intrinsic motivations for learning. *Aptitude, Learning, and Instruction*, 3(1987), 223–253.
- Menges, R., Schaefer, C., Kumar, C., Walber, T., Wechselberger, U. ve Staab, S. (2017). Schau genau! A Gaze-Controlled 3D Game for Entertainment and Education. In *Electronic Proceedings of the 2017 COGAIN Symposium*. <https://west.uni-koblenz.de/sites/default/files/publications/cogain-schaugenau.pdf>
- Merrill, M. D. (2002). First principles of instruction. *Educational Technology Research and Development*, 50(3), 43-59.
- Murata, A. (2006) Eye-gaze input versus mouse: Cursor control as a function of age, *International Journal of Human-Computer Interaction*, 21(1), 1-14.
- Muzzylane. (2006). Making History. Newburyport, MA: Muzzylane Software <http://www.muzzylane.com/>
- NASA (2019, 5 Mayıs). NASA. Erişim adresi: <https://www.nasa.gov/astronauts>
- Nicholson, S. (2013). Playing in the past: A history of games, toys, and puzzles in North American libraries. *The Library Quarterly*, 83(4), 341-361.
- Niederhauser, D. S. ve Stoddart, T. (2001). Teachers' instructional perspectives and use of educational software. *Teaching and teacher education*, 17(1), 15-31.
- Nielsen, J. (1994). *Usability engineering*. Elsevier. <https://play.google.com/books/reader?id=DBOowF7LqIQC&pg=GBS.PA27>
- Nielsen, J. ve Pernice, K. (2010). *Eyetracking web usability*. New Riders. <http://www.google.com.tr/books?id=EeQhHqjgQosC>
- Nielsen, J. (2019, 5 Mayıs). The Definition of User Experience (UX). Erişim adresi: <https://www.nngroup.com/articles/definition-user-experience/>
- Oblinger, D., Oblinger, J. L. ve Lippincott, J. K. (2005). Educating the Net Generation. <https://digitalcommons.brockport.edu/bookshelf/272/>
- OptiKey (2019, 5 Mayıs). Using webcams • OptiKey/OptiKey Wiki • GitHub. Erişim adresi: <https://github.com/OptiKey/OptiKey/wiki/Using-webcams>
- Papastergiou, M. (2009). Digital Game-Based Learning in high school Computer Science education: Impact on educational effectiveness and student motivation. *Computers & Education*, 52(1), 1–12.
- Peck, K. L. ve Hannafin, M. J. (1988). *The design, development & evaluation of instructional software*. Macmillan Publishing Co., Inc., Indianapolis, IN.
- Positive Science (2019, 5 Mayıs). Positive Science Eyetracking. Erişim adresi: <http://www.positivescience.com/>
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants Part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1–6.
- Prensky, M. (2002). The motivation of gameplay: The real twenty-first century learning revolution. *On the Horizon*, 10(1), 5–11.
- Pupil Labs (2019, 5 Mayıs). Pupil Labs. Erişim adresi: <https://pupil-labs.com/>

- Reiser, R. A. (2001). A history of instructional design and technology: Part I: A history of instructional media. *Educational technology research and development*, 49(1), 53.
- Rise of the Tomb Raider (2019, 5 Mayıs). Rise of the Tomb Raider + Eye Tracking | Tobii Gaming. Erişim adresi: <https://gaming.tobii.com/games/tomb-raider/>
- Scheiter, K., Schubert, C., Schüler, A., Schmidt, H., Zimmermann, G., Wassermann, B., Krebs, M-C. ve Eder, T. (2019). Adaptive multimedia: Using gaze-contingent instructional guidance to provide personalized processing support. *Computers & Education*, 139, 31-47.
- Srivastava, J. (2013). Media multitasking performance: Role of message relevance and formatting cues in online environments. *Computers in Human Behavior*, 29(3), 888-895.
- SMI (2019, 5 Mayıs). Eye Tracking Solutions by SMI. Erişim adresi: <https://www.smivision.com/>
- Salen, K., Tekinbaş, K. S. ve Zimmerman, E. (2004). *Rules of play: Game design fundamentals*. MIT press.
- San Agustin, J., Mateo, J. C., Hansen, J. P. ve Villanueva, A. (2009). Evaluation of the potential of gaze input for game interaction. *PsychNology Journal*, 7(2), 213-236.
[http://psychnology.org/File/PNJ7\(2\)/PSYCHNOLOGY_JOURNAL_7_2_SAN_AGUSTIN.pdf](http://psychnology.org/File/PNJ7(2)/PSYCHNOLOGY_JOURNAL_7_2_SAN_AGUSTIN.pdf)
- Sasson, N. J., Pinkham, A. E., Weittenhiller, L. P., Faso, D. J. ve Simpson, C. (2016). Context effects on facial affect recognition in schizophrenia and autism: behavioral and eye-tracking evidence. *Schizophrenia Bulletin*, 42(3), 675–683.
- Sharafi, Z., Soh, Z. ve Guéhéneuc, Y. G. (2015). A systematic literature review on the usage of eye-tracking in software engineering. *Information and Software Technology*, 67, 79-107.
- Simulearn. (2003). Virtual Leader [Bilgisayar oyunu]: Simulearn Inc <http://www.simulearn.net/>
- Slykhuis, D. A., Wiebe, E. N. ve Annetta, L. A. (2005). Eye-tracking students' attention to PowerPoint photographs in a science education setting. *Journal of Science Education and Technology*, 14(5-6), 509-520.
- Smart Eye (2019, 5 Mayıs). Eye tracking technology for tomorrows vehicles and research | Smart Eye. Erişim adresi: <https://smarteye.se/>
- Smed, J. ve Hakonen, H. (2003). Towards a definition of a computer game (s. 1-3). *Turku, Finland: Turku Centre for Computer Science*.
- Smith, J. D. ve Graham, T. C. (2006, June). Use of eye movements for video game control. In *Proceedings of the 2006 ACM SIGCHI international conference on Advances in computer entertainment technology* (p. 20). ACM.
- Smyle Mouse (2019, 5 Mayıs). Smyle Mouse Head Mouse & Assistive Mouse Adaptive Mouse Technology for Hands-free, Ergonomic Mouse Control via Head Motion. Erişim adresi: <https://smylemouse.com/>
- SpaceX (2019, 5 Mayıs). Mars | SpaceX. Erişim adresi: <https://www.spacex.com/mars>
- Stadsklev, R. (1969). A System for Analyzing Social Simulation and Educational Games (SAS) or Games Analysis System (GAS), Concordia Teachers College Laboratory High School. <https://eric.ed.gov/?id=ED049099>
- Stenros, J. (2017). The game definition game: A review. *Games and Culture*, 12(6), 499-520.

- Sykoo. (2018, 12 Ocak) BEST Game Engines in 2018 | Graphics, Prices, and MORE! (Comparison)[Video dosyası]. Erişim adresi <https://www.youtube.com/watch?v=M7IzAFGqf7c>
- TairaGames. (2017, 13 Mayıs). Unity vs Unreal [Video]. Erişim adresi <https://www.youtube.com/watch?v=baAPN0TCwkc>
- Tanyeri, T. (2012); *Bilgisayar Destekli Öğretim ile İlgili Temel Kavramlar, Öğeleri Kuramsal Temelleri ve Uygulama Yöntemleri* (Editör: Güneş, Ali) Bilgisayar I-II Temel Bilgisayar Becerileri (s: 469-946), 6. Baskı, Pegem A Yayıncılık, Ankara.
- Tapscott, D. (2008). *Grown Up Digital: How the Net Generation is Changing Your World HC* (1st ed.). New York, Mcgraw-Hill. <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1502012>
- Tariq, R. ve Latif, S. (2016). A mobile application to improve learning performance of dyslexic children with writing difficulties. *Journal of Educational Technology & Society*, 19(4), 151. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.19.4.151>
- Tobii (2019, 5 Mayıs). Tobii.com - Tobii is the world leader in eye tracking. Erişim adresi: <https://www.tobii.com/>
- Tobii 4C (2019, 5 Mayıs). Tobii Gaming | Eye Tracker 4C for PC Gaming. Buy Now at €169.. Erişim adresi: <https://gaming.tobii.com/product/tobii-eye-tracker-4c/>
- Tobii VR Integration (2019, 5 Mayıs). Tobii Pro VR Integration based on HTC Vive HMD. Erişim adresi: <https://www.tobii.com/product-listing/vr-integration/>
- TrackEyes (2019, 5 Mayıs). GitHub - Pradyuman7/TrackEyes: A simple 👁 tracking and 👤 detection android app. Erişim adresi: <https://github.com/Pradyuman7/TrackEyes>
- TÜRK DİL KURUMU (2019, 5 Mayıs). TÜRK DİL KURUMU. Erişim adresi: http://www.tdk.gov.tr/index.php?option=com_gts&kelime=oyun
- Tüzün, H., Yılmaz-Soylu, M., Karakuş, T., İnal, Y. ve Kızılkaya, G. (2009). The effects of computer games on primary school students' achievement and motivation in geography learning. *Computers & Education*, 52(1), 68–77.
- Ulutaşdemir, N. (2007). Engelli çocuklarda iletişim & oyunun önemi. *Fırat Sağlık Hizmetleri Dergisi*, 2(5), 36–51. http://www.tohumotizmportali.org/docs/modul-14_12.1-engelli-cocuklarda-iletisim-ve-oyunun.pdf
- Unity3D (2019, 5 Mayıs). Products - Unity. Erişim adresi: <https://unity3d.com/unity>
- Unreal Engine (2019, 5 Mayıs). What is Unreal Engine 4. Erişim adresi: <https://www.unrealengine.com/en-US/>
- Unreal Engine Forums. (2019, 5 Mayıs). Why is Unity the most popular engine?. Erişim adresi <https://forums.unrealengine.com/community/general-discussion/70421-why-is-unity-the-most-popular-engine>
- VIRTUAL GATE (2019, 5 Mayıs). VIRTUAL GATE | VRの世界で”会いたい”は”会える”に変わる！. Erişim adresi: <http://lp.virtual-gate.com/>
- Van Eck, R. (2006). Digital game-based learning: It's not just the digital natives who are restless. *EDUCAUSE Review*, 41(2), 16.
- Veen, W. ve Vrakking, B. (2006). *Homo zappiens: Growing up in a digital age*. A&C Black. <https://books.google.com.tr/books?id=mEvimdgCpmoC>
- Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and language*. Cambridge, The M.I.T. Press.
- Vygotsky, L. S. (1967). Play and Its Role in the Mental Development of the Child. *Journal of Russian and East European Psychology*, 5(3), 6–18.

- Wade, N. J. ve Tatler, B. W. (2009). Did Javal measure eye movements during reading? *Journal of Eye Movement Research*, 2(5), 1-7.
- WebGazer.js (2019, 5 Mayıs). WebGazer.js: Democratizing Webcam Eye Tracking on the Browser. Erişim adresi: <https://webgazer.cs.brown.edu/>
- Wedel, M. ve Pieters, R. (2008). A review of eye-tracking research in marketing. In *Review of marketing research* (s. 123-147). *Emerald Group Publishing Limited*.
- Whitton, N. (2014). *Digital games and learning: Research and theory*. New York, Routledge.
- World Bank Group (2019, 5 Mayıs). Population, total | Data. Erişim adresi: <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL>
- Yarbus, A. L. (1967). *Eye movement and vision*, trans. B. Haigh. Ed: Plenum Press, New York.
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2011). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yuan, B., Folmer, E. ve Harris, F. C. (2011). Game accessibility: A survey. *Universal Access in the Information Society*, 10(1), 81-100.

EKLER

Ek-1: Süreç Gözlem Formu

SÜREÇ GÖZLEM FORMU		
		Açıklamalar
A1ıştırma 1	Katılımcılar araştırmacıya soru sordu mu? Sorduysa, uygulama aşamasının hangi esnasında sordu? Sorular nelerdi?	
	Sezgisel olarak oyunda yapılması gerekenleri hemen anladı mı?	
	Fare/göz izleme aracını kullanırken rahat mıydı?	
	Oyunda genel olarak başarılı mıydı?	
	Varsa, katılımcının görevde zorlandıkları noktalar nelerdir?	
A1ıştırma 2	Katılımcılar araştırmacıya soru sordu mu? Sorduysa, uygulama aşamasının hangi esnasında sordu? Sorular nelerdi?	
	Sezgisel olarak oyunda yapılması gerekenleri hemen anladı mı?	
	Klavye kullanırken rahat mıydı?	
	Katılımcı 10 parmak kullanarak mı yazdı?	
	Klavyeye ne sıklıkla baktı?	
	Oyunda genel olarak başarılı mıydı?	
	Varsa, katılımcının görevde zorlandıkları noktalar nelerdir?	

Oyun	Katılımcılar araştırmacıya soru sordu mu? Sorduysa, uygulama aşamasının hangi esnasında sordu? Sorular nelerdi?	
	Sezgisel olarak oyunda yapılması gerekenleri hemen anladı mı?	
	Fare/göz izleme aracı ile birlikte klavye kullanırken rahat mıydı?	
	Katılımcı 10 parmak kullanarak mı yazdı?	
	Klavyeye ne sıklıkla baktı?	
	Oyunda genel olarak başarılı mıydı?	
	Varsa, katılımcının görevde zorlandıkları noktalar nelerdir?	

Ek-2: Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği

Sistem Kullanılabilirlik Ölçeği					
Digital Equipment Corporation, 1986.					
	Kesinlikle Katılmıyorum	Katılmıyorum	Kararsızım	Katılıyorum	Kesinlikle Katılıyorum
1. Bu sistemi sıklıkla kullanacağımı düşünüyorum					
2. Sistemi gereksiz bir şekilde karmaşık buldum					
3. Sistemin kolay kullanıldığını düşündüm					
4. Bu sistemi kullanabilmek için teknik bir kişinin desteğine ihtiyacım olabileceğini düşünüyorum					
5. Sistemdeki çeşitli fonksiyonları iyi entegre olmuş biçimde buldum					
6. Sistemde çok fazla tutarsızlık olduğunu düşündüm					
7. Birçok insanın bu sistemi hızlı bir şekilde kullanabileceğini düşünüyorum					
8. Sistemin kullanımını çok hantal buldum					
9. Sistemi kullanırken kendimden emindim					
10. Sisteme giriş yapmadan önce birçok şey öğrenmem gerekti					

Ek-3: DeneY Grubu Görüşme Soruları

GÖRÜŞME SORULARI	
1. Alıştırmalar ve oyunlarda size olumsuz gelen öğeler nelerdir?	
2. Bu alıştırmalar ve oyunlar nasıl geliştirilebilir? Hangi eklemeler ve düzeltmeler yapılabilir?	
3. Bu alıştırmalar ve oyunlar içerisinde göz etkileşimi kullanmak sizce oyunu olumlu mu, olumsuz mu etkiledi? Neden?	
4. Sizce göz etkileşimi yönteminin olumlu yanları nelerdir?	
5. Sizce göz etkileşimi yönteminin olumsuz yanları nelerdir?	
6. Sizce göz etkileşimi yöntemi doğal/sezgisel bir deneyim sağladı mı?	
7. Kaç yıldır fare ve klavye kullanıyorsunuz?	
8. Daha önce fare ve klavye alıştırmaları yaptınız mı?	
9. Daha önce göz etkileşimi vb. fare ya da klavyeye alternatif bir teknoloji kullandınız mı?	
10. Sizce göz etkileşimi yöntemi pratikle daha iyi . olabilir mi?	
11. Sizce göz etkileşimi yönteminin yaygınlaşmasını . engelleyen faktörler nelerdir?	
12. Sizce göz etkileşiminin yaygınlaşması için neler . yapılabilir?	
13. Günlük ve çalışma hayatınızda göz takip . teknolojisini kullanmayı düşünür müsünüz?	
14. Hangi alanlarda? .	
15. Aklınıza bir örnek bir uygulama geliyor mu? .	

Ek-4: Kontrol Grubu Görüşme Soruları

GÖRÜŞME SORULARI	
1.	Alıştırmalar ve oyunlarda size olumsuz gelen öğeler nelerdir?
2.	Bu alıştırmalar ve oyunlar nasıl geliştirilebilir? Hangi eklemeler ve düzeltmeler yapılabilir?
3.	Bu alıştırmalar ve oyunlar içerisinde fare etkileşimi kullanmak sizce oyunu olumlu mu, olumsuz mu etkiledi? Neden?
4.	Sizce fare etkileşimi yönteminin olumlu yanları nelerdir?
5.	Sizce fare etkileşimi yönteminin olumsuz yanları nelerdir?
6.	Sizce fare etkileşimi yöntemi doğal/sezgisel bir deneyim sağladı mı?
7.	Kaç yıldır fare ve klavye kullanıyorsunuz?
8.	Daha önce fare ve klavye alıştırmaları yaptınız mı?
9.	Daha önce fare ya da klavyeye alternatif bir teknoloji kullandınız mı?
10.	Sizce fare etkileşimi yöntemi pratikle daha iyi olabilir mi?
11.	Sizce fare kullanımının yaygın olması hangi nedenlerden dolayıdır?
12.	Sizce fare etkileşiminin daha fazla yaygınlaşması için neler yapılabilir?
13.	Fare yerine başka bir teknoloji kullandınız mı ya da kullanmayı düşündünüz mü?
14.	Hangi alanlarda?
15.	Aklınıza bir örnek bir uygulama geliyor mu?

Ek-5: Zombi Araba Hareket Kodları

```
...
public class ZombiHareket : MonoBehaviour
{
    ...
    void Start(){ ... }
    void OnMouseEnter() { BakisUstunde = true;}
    void OnMouseExit() { BakisUstunde = false;}
    void Update()
    {
        //Eğer Duraklat.OyunDuraklatildi Doğru ise,
        if (Duraklat.OyunDuraklatildi)
            //sonraki satırlara devam etmeden, geri dönderir.
            return;

        //eğer Hedef Radar ise,
        if (Hedef == Radar)
        {
            //eğer bakış ZombiArabaHareketli'nin üstünde ise
            if (BakisUstunde)
            {
                ToplamOdaklanma += Time.deltaTime;
                //ArabaSifresi'ni görünür yapar.
                ArabaEkler.gameObject.SetActive(true);
                //ArabaSifresi'ni yönünü kamera bakış açısına göre ayarlar.
                ArabaEkler.rotation = Quaternion.LookRotation(-Kamera.transform.position);
                string t = ArabaSifresiSabitYazi.text[ArabaSifresiGirYazi.text.Length];
                int parmakNo = ArabaParmaklarRenk(t);
                ArabaParmak[parmakNo].color = Color.green;
                //Eğer basılan bir tuş varsa,
                if (Input.inputString != "")
                {
                    //TUS'a basılan tuşun değerini büyük harf olarak atar.
                    TUS = Input.inputString[0].ToString().ToUpper();
                    //Eğer TUS alfabe harflerinden biriyle eşleşir ise, ŞifreYaz'a TUS'u gönderir.
                    if ("ABCÇDEFGĞHIİJKLNMNQOÖPRSŞTUÜVWXYZ".Contains(TUS)) SifreYaz(TUS, parmakNo);
                    else print(TUS);
                }
            }
            //Eğer Radar'a olan uzaklık 2 birimden büyük ise,
            else if (Vector3.Distance(transform.position, Radar.position) > 2f)
            {
                //Hedefe fonksiyonuna Hedefin yerini gönderir.
                Hedefe(Radar.position);
            }
        }
        //eğer Hedef GarajAraba ise,
        else if (Hedef == GarajAraba)
        {
            //Eğer Hedef'e olan uzaklık 2 birimden büyük ise,
            if (Vector3.Distance(transform.position, Hedef.position) > 2f)
            {
                //Hedefe fonksiyonuna Hedefin yerini gönderir.
                Hedefe(Hedef.position);
            }
            //Eğer GarajAraba'a olan uzaklık 3 birimden küçük ise,
            if (Vector3.Distance(transform.position, GarajAraba.position) < 3f)
            {
                if (puan == 1) GarajaGirdi();
            }
        }
    }
}
```

```

void SifreYaz(string Tus, int parmakNo)
{
    ToplamHarfler += Tus;

    string t =
ArabaSifresiSabitYazi.text[ArabaSifresiGirYazi.text.Length].ToString();
    if (Tus == t)
    {
        Harf[ArabaSifresiGirYazi.text.Length] = Time.time;

        ArabaSifresiGirYazi.text += Tus;
        ArabaParmak[parmakNo].color = Color.white;
    }
    //else if (Tus == ArabaSifresiSabitYazi.text[0].ToString())
ArabaSifresiGirYazi.text = Tus;
    else
    {
        YanlisHarfler += Tus;
        temelKodlar.Oyun3YanlisHarfler++;
    }
    if (ArabaSifresiGirYazi.text == ArabaSifresiSabitYazi.text) Tamamlandi();
}

void Hedefe(Vector3 HedefinYeri)
{
    transform.position = Vector3.MoveTowards(transform.position, HedefinYeri, 5 *
Time.deltaTime);
    transform.rotation = Quaternion.LookRotation(transform.position -
HedefinYeri);
    ArabaEkler.gameObject.SetActive(false);
}

void Tamamlandi()
{
    temelKodlar.GarajdaZombiArabaSayisi += 1;
    temelKodlar.YeniZombiAraba();

    Hedef = GarajAraba;
    ArabaEkler.gameObject.SetActive(false);
    GameObject PuanYaz = Instantiate(ArabaSifresiPuan, transform.position,
Quaternion.identity, transform);
    PuanYaz.GetComponent<TextMesh>().text="+"+puan*10;
    PuanYaz.transform.rotation =
Quaternion.LookRotation(PuanYaz.transform.position - Kamera.transform.position);
}

void GarajaGirdi()
{
    //ZombiArabaHareketli oyun objesini 1 saniye sonra yok eder.
    Destroy(gameObject, 1f);
    Slider slider = PuanSlider.GetComponent<Slider>();
    if (slider.value > 40) { slider.value = 0;}
    slider.value += 10;
    puan = 0;
}
}

```

Ek-6: Etik Kurul Onay Formu



T.C.
ONDOKUZ MAYIS ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER ETİK KURUL KARARLARI

KARAR TARİHİ	TOPLANTI SAYISI	KARAR SAYISI
28.03.2019	3	2019 - 94

KARAR NO: 2019 - 94
Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans öğrencisi Yunus ODABAŞI'nın Dr. Öğr. Üyesi Emine ŞENDURUR danışmanlığında "Göz Etkileşimli Eğitsel Dijital Oyun Tasarımı" isimli yüksek lisans tezine ilişkin anket, mülakat, gözlem, bilgisayar ortamında test uygulamak, ses kaydı ve eye tribe göz izleme cihazı ile göz hareketleri ve tepki süreleri kaydı çalışmalarını içeren 12975 sayılı dilekçesi okunarak görüşüldü.

Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans öğrencisi Yunus ODABAŞI'nın Dr. Öğr. Üyesi Emine ŞENDURUR danışmanlığında "Göz Etkileşimli Eğitsel Dijital Oyun Tasarımı" isimli yüksek lisans tezine ilişkin anket, mülakat, gözlem, bilgisayar ortamında test uygulamak, ses kaydı ve eye tribe göz izleme cihazı ile göz hareketleri ve tepki süreleri kaydı çalışmalarının kabulüne oy birliği ile karar verildi.