



**ZİHİNSEL ENGELLİ BİREYLERİN EĞİTİMİNDE HAREKET  
TABANLI TEKNOLOJİLERİN ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Mehmet Özkaya**

**DOKTORA TEZİ**

**BİLGİSAYAR VE ÖĞRETİM TEKNOLOJİLERİ EĞİTİMİ  
ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KASIM, 2022**

## TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 24 (yirmi dört) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

### YAZARIN

Adı : Mehmet  
Soyadı : Özkaya  
Bölümü : Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü  
İmza :  
Teslim Tarihi :

### TEZİN

Türkçe Adı : Zihinsel Engelli Bireylerin Eğitiminde Hareket Tabanlı Teknolojilerin Etkisinin Değerlendirilmesi

İngilizce Adı : Evaluation of The Effects of Gesture-Based Technologies on Education of Individuals with Intellectual Disabilities

## **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: Mehmet ÖZKAYA  
İmza:.....

## JÜRİ ONAY SAYFASI

Mehmet ÖZKAYA tarafından hazırlanan “Zihinsel Engelli Bireylerin Eğitiminde Hareket Tabanlı Teknolojilerin Etkisinin Değerlendirilmesi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Sami ŞAHİN

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi ABD, Gazi Üniversitesi

**Başkan:** Prof. Dr. Ahmet MAHİROĞLU

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi ABD, Gazi Üniversitesi

**Üye:** Prof. Dr. Tolga GÜYER

Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi ABD, Gazi Üniversitesi

**Üye:** Dr. Öğr. Üyesi Onur Emre KOCAÖZ

Özel Eğitim Bölümü, Aksaray Üniversitesi

**Üye:** Dr. Öğr. Üyesi Celal KARACA

Bilgisayar Teknolojileri Bölümü, Aksaray Üniversitesi

Tez Savunma Tarihi: 28/10/2022

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

Prof. Dr. Şaban ÇETİN

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü



*Yavuz Selim, Elif Hale ve Erva'ya...*

## TEŞEKKÜR

Teknolojinin öğrenme ve öğretme bağlamında gerekliliği Clark ve Kozma'nın meşhur medya ve metot tartışmalarında farklı boyutları ile ele alınmıştır. Ancak tipik işlevsel çocuklara kıyasla özel eğitime gereksinim duyan bireylerin eğitiminde teknoloji kullanımının gerekliliği tartışmalara daha az konu edilmektedir. Araştırmaların doğuştan gelen özellikleri nedeniyle bilgi ve iletişim teknolojilerine erişim bakımından farklılığa sahip olabilecek özel gereksinimli bireylere daha fazla odaklanması gerektiğine inanmaktayım. Bu inançla araştırma aşağıda ismi geçen kıymetli hocalarım, mesai arkadaşlarım ve kurumların katkıları ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmanın hazırlanmasından bugüne kadar geçen sürede başından sonuna kadar desteğini esirgemeyen, bilgi birikimi ve tecrübesi ile bana yol gösteren, kıymetli hocam ve danışmanım Prof. Dr. Sami Şahin'e minnet ve şükran borçluyum. Tez izleme komitesinde önerilerini ve tecrübelerini paylaşan kıymetli hocalarım Prof. Dr. Ahmet Mahiroğlu'na ve Prof. Dr. Tolga Güyer'e samimi şükranlarımı arz ve ifade ediyorum. Özel eğitim alanında önemli katkılarda bulunan Dr. Öğr. Üyesi Onur Kocaöz ve Dr. Öğr. Üyesi Gülistan Yalçın'a teşekkür ederim. Tez önerisinin hazırlık aşamasında Kinect algılayıcısını deneyebilmem için tarafıma gönderen Microsoft Türkiye'ye, Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunları incelemem için gerekli izin ve erişimleri sağlayan Kinems şirketine ve fikir alışverişinde bulunduğumuz Kinems şirketinin bilimsel araştırmalar yöneticisi Prof. Dr. Symeon Retalis'e teşekkür ederim. Tez araştırması kapsamında uygulamaların yürütüldüğü Aksaray Özel Eğitim Okuluna, Aksaray Gönül Dostları Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezine ve Aksaray Yeniden Doğuş Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi yönetimlerine, uygulamaya katılan özel eğitim öğretmenlerine, öğrencilerine ve diğer çalışanlarına teşekkür ederim. Yoğun akademik hayatımın doktora tezi ile bir kat daha zorlaştığı günlerde daima yanımda olan eşime, bugüne dek eğitim-öğretim hayatımda maddi ve manevi desteklerinin yanı sıra önemli zahmetlere katlanan ve bugünlere gelmemde büyük katkıları bulunan anneme ve babama minnettarım.

Mehmet ÖZKAYA

Ankara, 2022

**ZİHİNSEL ENGELLİ BİREYLERİN EĞİTİMİNDE HAREKET  
TABANLI TEKNOLOJİLERİN ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ  
(Doktora Tezi)**

**Mehmet Özkaya  
GAZİ ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
KASIM, 2022**

**ÖZ**

Bu araştırmanın amacı hareket tabanlı dijital eğitsel oyunların hafif düzeyde zihinsel engelli öğrencilerin eğitiminde kullanılmasının öğrencilerin el-göz koordinasyon beceri gelişimine, geometrik şekilleri ayırt edicilik başarılarına, dikkat ve meditasyon değerlerine etkisini belirlemek ve öğrencilerin oyun ortamındaki davranışlarının ve etkileşimlerinin incelenerek teknolojinin özel eğitim ortamlarında kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Araştırma sonunda öğretmen ve öğrenci görüşlerine göre teknolojinin sosyal geçerliliğinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Araştırma karma yöntem araştırması keşfedici sıralı desene göre kurgulanmıştır. Araştırmanın kullanılabilirlik incelemesinin gerçekleştirildiği nitel aşamanın çalışma grubunu 2017 yılı yaz döneminde Aksaray il merkezinde bulunan bir özel eğitim ve rehabilitasyon merkezinde destek eğitimi gören 8-12 yaş aralığında 18 hafif düzeyde zihinsel engelli öğrenci oluşturmuştur. Asıl uygulama ise 2018 yılı yaz döneminde Aksaray il merkezinde bulunan bir diğer özel eğitim ve rehabilitasyon merkezinde destek eğitimi gören 9-12 yaş aralığında 21 hafif düzeyde zihinsel engelli öğrencilerin katılımı ile yürütülmüştür. Araştırmanın katılımcıları amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Öğrencilerin el-göz koordinasyon becerisi, geometrik şekilleri ayırt etme başarıları, dikkat ve meditasyon değerlerindeki değişimin incelenmesinde tek grup ön test – son test deneysel desen kullanılmıştır. El göz koordinasyon beceri gelişimlerinin incelenmesinde Kinect algılayıcısından elde edilen hareket grafiklerinin betimsel bir yöntemle yorumlanarak iki uzman tarafından puanlanması tercih edilmiştir. Kullanılabilirlik ve sosyal geçerlilik incelemesi için gözlemler ve yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Araştırma her bir öğrenci için her bir uygulama 25 dakika olmak üzere haftada iki oturum olacak şekilde 10 hafta yürütülmüştür. Veri toplama aracı olarak öğrenme ve kinetik analitik verilerinin saklandığı bulut tabanlı veri tabanı kullanılmıştır. Öğrencilerin uygulama sırasında dikkat ve meditasyon

değerlerindeki değişim EEG biyosensör aracılığı ile ölçülmüştür. Öğrencilerin oyun ortamındaki davranışlarının gözlenmesi ve kullanılabilirlik verilerinin kaydedilmesi amacıyla harici bir ortam kamerası ve Kinect'in dâhili kamerası birlikte kullanılmış, oyun ekranı ve öğrencilerin cepheden görüntüsü ekran yakalama yazılımı aracılığı ile birleştirilerek eş zamanlı kayıt altına alınmıştır. Uygulama sırasında gözlem formuna kayıtlar oluşturulmuş ve araştırmacı tarafından günlük uygulama raporları tutulmuştur. Deneysel aşamada elde edilen veriler SPSS 22.0 paket programı aracılığı ile analiz edilmiştir. Verilerin analizinde ilk ve son uygulama puanları arasındaki farkı saptamak için Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır. El hareket grafiklerine verilen ilk ve son uygulama puanlarının karşılaştırılmasında ise McNemar-Bowker simetri testi kullanılmıştır. Uygulama sonrasında öğrencisi uygulamaya katılan 8 öğretmen ve 21 öğrenci ile teknolojinin sosyal geçerliliğini belirlemek amacıyla görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerde yarı yapılandırılmış görüşme formları kullanılmıştır. Elde edilen cevaplar içerik incelemesi yoluyla analiz edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre hafif düzeyde zihinsel engelli öğrencilerin ilk oturumda oyunlarda elde ettikleri hata sayıları ve oyunu tamamlama süreleri ile son oturumda elde ettikleri hata sayıları ve oyunu tamamlama süreleri arasında son uygulama verileri lehine azalma olduğu görülmüş, öğrencilerin el-göz koordinasyon becerisini gösteren grafiklerde ise iyileşmeler gözlenmiştir. Geometrik şekilleri ayırt etme başarısının incelendiği aşamada ise öğrencilerin başarı yüzdelerinde anlamlı derecede artış tespit edilmiştir. Dolayısıyla hareket tabanlı dijital eğitsel oyunların motor ve geometrik becerilerin gelişimi üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dikkat ve meditasyon değerlerinin incelenmesi sonucunda ise öğrencilerin dikkatlerini odaklama değerlerinin ilk ve son oturumda eSense™ algoritmasına göre orta düzeyde olduğu tespit edilirken meditasyon değerlerinin arttığı gözlenmiştir. Dolayısı ile hareket tabanlı teknoloji uygulamalarının öğrencinin dikkatini sürdürmede etkili olduğu ve meditasyon değerlerindeki artışa bağlı olarak stresi azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Araştırma sonunda öğrencilerin her üç oyun türü için de yüksek motivasyon gösterdikleri gözlenmiştir. Kullanılabilirlik verilerinin kaydedildiği ön uygulama sırasında öğrenme deneyimini etkileyen durumlar tespit edilerek temalara dönüştürülmüştür. Kullanılabilirlik incelemesi sonucunda katılımcı özellikleri, ortamın fiziksel koşulları, teknolojinin teknik kapasitesi, kullanıcı davranışları, oyun tasarımı ve uygulama sırasından oluşan 6 temaya ulaşılmıştır. Elde edilen temalar kullanılabilirlik bağlamında raporlaştırılmış ve asıl uygulamada önlemler alınarak çerçeve bir uygulama yapısı oluşturulmuştur. Sosyal geçerlilik araştırma sonuçlarına göre öğretmen ve öğrencilerin hareket tabanlı dijital eğitsel oyunların eğitim amaçlı kullanımı için olumlu görüş bildirdikleri tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Zihinsel Engellilik, Kinect, Kullanılabilirlik, Dikkat, Meditasyon, El-Göz Koordinasyon Becerisi, Geometrik Şekilleri Ayırt Etme Başarısı

Sayfa Adedi : xviii + 164

Danışmanı : Prof. Dr. Sami ŞAHİN

**EVALUATION OF THE EFFECTS OF GESTURE-BASED  
TECHNOLOGIES ON EDUCATION OF INDIVIDUALS WITH  
INTELLECTUAL DISABILITIES**

**(Ph.D. Thesis)**

**Mehmet Özkaya**

**GAZI UNIVERSITY**

**INSTITUTE OF EDUCATIONAL SCIENCES**

**November 2022**

**ABSTRACT**

This research aimed to determine the effects of gesture-based digital educational games, in the education of students with mild intellectual disabilities on the development of students' hand-eye coordination skills, distinguishing geometric shapes skills, attention and meditation values and to investigate the usability of technology by examining the behaviors and interactions of the students in the game setting. The research was designed as exploratory sequential mixed method. The study group of the qualitative phase, in which the usability research was carried out, consisted of 18 students with mild intellectual disability, aged 8-12, who received educational support in a special education and rehabilitation center in Aksaray city center during the summer period of 2017. The second phase was carried out with the participation of 21 students with mild intellectual disability between the ages of 9-12 from another special education and rehabilitation center in the city center of Aksaray in the summer period of 2018. The participants were recruited by using the criterion sampling method. The single group pretest-posttest experimental design was used to examine the changes in students' hand-eye coordination skills, distinguishing geometric shapes skills, attention, and meditation values. In the examination of hand-eye coordination skill development, motion graphics obtained from the Kinect sensor were interpreted with a descriptive method and scored by two experts. Usability and social validity research questions were handled in the qualitative phase. At this phase, observations and semi-structured interviews were conducted. The research was carried out for 10 weeks, with two sessions per week for each student, and 25 minutes for each phase. The cloud-based database was used as the data collection tool. The changes in the attention and meditation values of the students during the sessions were recorded with the EEG biosensor. To observe the behavior of the students in the game settings and to record usability data, an external

environment camera and Kinect's internal RGB camera were used together, the game screen and the front view of the students were combined with the screen capture software and recorded simultaneously. During the intervention sessions, an observation form was used, and daily session reports were kept by the researcher. The data obtained in the experimental phase were analyzed with the SPSS 22.0 program. For the analysis of quantitative data, Wilcoxon signed-rank test was used to reveal the difference between the first and last session scores. The McNemar-Bowker symmetry test was used to compare the first and last scores given to the hand motion graphics. After all sessions, 8 teachers and 21 students whose students participated in the games were interviewed to determine the social validity of the technology. Semi-structured interview forms were used in the interviews. The answers obtained were analyzed through content analysis. According to the results, it was observed that the error and game completion times were significantly reduced. On the other hand, better performance was detected in hand-movement graph reports. In addition, a significant increase was observed in the ability to distinguish geometric shapes. Therefore, it has been concluded that Kinect-based digital educational games are effective in the development of motor and academic skills. As a result of the examination of attention and meditation values, it was observed that the students' attention and meditation values were at a moderate level according to the eSense™ algorithm in both the first and last session. On the other hand, meditation values significantly increased. Therefore, it has been concluded that Kinect-based technology interventions are effective in maintaining student attention and reducing stress due to the increase in meditation values. At the end of the research, it was observed that the students showed high motivation for all three games. During the first phase, where usability data was recorded, 6 themes affecting the learning experience were reached. These were the physical conditions of the environment, the technical capacity of the technology, user behaviors, participant characteristics, game design and intervention steps. Therefore, the problems encountered in the preliminary session were reported in the context of usability, and an ideal framework of intervention processes and steps was created. According to interviews, it was determined that teachers and students expressed positive opinions about the use of gesture-based educational games for educational purposes in the context of social validity.

**Key Words** : Intellectual Disability, Kinect, Usability, Attention, Meditation, Hand-Eye Coordination Skill, Ability to Distinguish Geometric Shapes

**Page Number** : xviii + 164

**Supervisor** : Prof. Dr. Sami ŞAHİN

## İÇİNDEKİLER

|                                                |       |
|------------------------------------------------|-------|
| ÖZ .....                                       | vi    |
| ABSTRACT .....                                 | viii  |
| TABLolar LİSTESİ .....                         | xiv   |
| ŞEKİLLER LİSTESİ .....                         | xvi   |
| SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ .....          | xviii |
| BÖLÜM I .....                                  | 1     |
| GİRİŞ .....                                    | 1     |
| 1.1. Problem Durumu .....                      | 4     |
| 1.2. Araştırmanın Amacı .....                  | 12    |
| 1.3. Araştırmanın Önemi .....                  | 12    |
| 1.4. Sayıtlar .....                            | 15    |
| 1.5. Sınırlılıklar .....                       | 15    |
| 1.6. Tanımlar .....                            | 16    |
| BÖLÜM II .....                                 | 18    |
| KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR ..... | 18    |
| 2.1. Jestler .....                             | 18    |
| 2.2. Jest Öğrenme İlişkisi .....               | 20    |
| 2.3. Bedenlenmiş Biliş Teorisi (BBT) .....     | 21    |
| 2.3.1. Bedenlenmiş Öğrenme .....               | 22    |

|                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------|-----------|
| 2.3.2. Hareket (Jest) Tabanlı Öğrenme.....                          | 23        |
| 2.4. Hareket (Jest) Tabanlı Teknolojiler.....                       | 24        |
| 2.4.1. Microsoft Kinect Algılayıcısı ve Sürümleri .....             | 26        |
| 2.4.2. Kinect Sürümlerinin Teknik Özellikleri.....                  | 33        |
| 2.4.3. Kinect Sürümlerinin Karşılaştırılması .....                  | 35        |
| 2.4.4. Kinect Sürümlerinde Hareket Yakalama ve İskelet Takibi ..... | 38        |
| 2.4.5. Kinect Sürümlerinin Çalışma Farklılıkları .....              | 41        |
| 2.4.6. Kinect'in Hareket Algılama ve İzleme Güvenirliği .....       | 42        |
| 2.4.7. Genel Değerlendirme .....                                    | 43        |
| 2.5. Zihinsel Engellilik .....                                      | 44        |
| 2.5.1. Tanılama .....                                               | 44        |
| 2.5.2. Sınıflandırma.....                                           | 46        |
| 2.5.3. Zihinsel Engelliliğin Nedenleri.....                         | 47        |
| 2.5.4. Yaygınlık.....                                               | 48        |
| 2.5.6. ZE Bireylerin Özellikleri.....                               | 48        |
| 2.6. İlgili Araştırmalar .....                                      | 50        |
| 2.6.1. Öğrenme ve Kinetik Analitik İçeren Araştırmalar .....        | 54        |
| 2.6.2. Türkiye Merkezli Çalışmalar.....                             | 55        |
| <b>BÖLÜM III .....</b>                                              | <b>57</b> |
| <b>YÖNTEM.....</b>                                                  | <b>57</b> |
| 3.1. Araştırmanın Modeli .....                                      | 57        |
| 3.2. Etkililik Araştırma Sorularının İncelenmesi.....               | 60        |
| 3.2.1. Katılımcılar (Çalışma Grubu B).....                          | 61        |
| 3.2.2. El-Göz Koordinasyon Becerisinin İncelenmesi .....            | 64        |
| 3.2.3. Geometrik Şekilleri Ayırt Etme Başarısının İncelenmesi ..... | 82        |

|                                                                        |            |
|------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.2.4. Dikkat ve Meditasyonun İncelenmesi .....                        | 87         |
| 3.2.5. Etkililik Araştırma Sorularında Kullanılan Yöntemin Özeti.....  | 89         |
| 3.2.6. İç ve Dış Geçerlilik.....                                       | 89         |
| 3.2.7. Güvenilirlik.....                                               | 91         |
| 3.3. Araştırmanın Kullanılabilirlik Boyutu .....                       | 91         |
| 3.3.1. Kullanılabilirlik Çalışma Gruba (A).....                        | 92         |
| 3.3.2. Kullanılabilirlik İncelemesi.....                               | 94         |
| 3.3.3. Sosyal Geçerlilik İncelemesi.....                               | 94         |
| 3.4. Uygulama Ortamı .....                                             | 96         |
| 3.5. Araştırma Yöntemine Genel Bir Bakış .....                         | 97         |
| <b>BÖLÜM IV .....</b>                                                  | <b>99</b>  |
| <b>BULGULAR VE YORUM .....</b>                                         | <b>99</b>  |
| 4.1. Etkililik Araştırma Bulguları .....                               | 99         |
| 4.1.1. El-Göz Koordinasyon Becerisinin İncelenmesi .....               | 99         |
| 4.1.2. Geometrik Şekilleri Ayırt Etme Başarısının İncelenmesi .....    | 111        |
| 4.1.3. Dikkat ve Meditasyon İncelemesi .....                           | 112        |
| 4.2. Kullanılabilirlik ve Sosyal Geçerlilik Araştırma Bulguları .....  | 115        |
| 4.2.1. Kullanılabilirlik İncelemesi.....                               | 115        |
| 4.2.2. Sosyal Geçerlilik İncelemesi.....                               | 126        |
| <b>BÖLÜM V .....</b>                                                   | <b>133</b> |
| <b>TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER .....</b>                               | <b>133</b> |
| 5.1. Tartışma ve Sonuç.....                                            | 133        |
| 5.2. Öneriler .....                                                    | 139        |
| 5.2.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler .....                          | 139        |
| 5.2.2. Özel Eğitim Öğretmenleri ve Terapistlere Yönelik Öneriler ..... | 139        |

|                                                       |            |
|-------------------------------------------------------|------------|
| 5.2.3. Oyun Tasarımcılarına Yönelik Öneriler .....    | 140        |
| <b>KAYNAKLAR.....</b>                                 | <b>141</b> |
| <b>EKLER.....</b>                                     | <b>159</b> |
| EK 1. Uygulama İzni.....                              | 160        |
| EK 2. Etik Onayı.....                                 | 161        |
| EK 3. Kinect Sürümlerinin Sistem Gereksinimleri ..... | 162        |
| EK 4. Özgeçmiş .....                                  | 163        |



## TABLolar LİSTESİ

|                                                                                                 |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 1. <i>Araştırmanın Boyutu, Alan Yazındaki Durum, Boşluk ve Araştırmanın Katkısı</i> ..    | 14  |
| Tablo 2. <i>Kinect Sürümlerin Teknik Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması</i> .....         | 34  |
| Tablo 3. <i>Kinect Sürümlerinin İskelet Tarama Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması</i> ... | 40  |
| Tablo 4. <i>Etkililik Araştırma Boyutunun Çalışma Grubu (B) Özellikleri</i> .....               | 62  |
| Tablo 5. <i>Ayrıntılı Çalışma Grubu (B) Özellikleri</i> .....                                   | 63  |
| Tablo 6. <i>Nehir Geçişi Oyununun Özelleştirmeleri</i> .....                                    | 69  |
| Tablo 7. <i>Çiftçi Oyununun Özelleştirmeleri</i> .....                                          | 74  |
| Tablo 8. <i>Toplanan Veriler ve Türleri</i> .....                                               | 80  |
| Tablo 9. <i>Koşma Oyununun Özelleştirmeleri</i> .....                                           | 84  |
| Tablo 10. <i>Toplanan Veriler ve Türleri</i> .....                                              | 87  |
| Tablo 11. <i>Kullanılabilirlik Boyutunun Çalışma Grubu (A)</i> .....                            | 93  |
| Tablo 12. <i>Sosyal Geçerlilik Boyutunun Çalışma Grubu</i> .....                                | 95  |
| Tablo 13. <i>Araştırma Yöntemine Genel Bakış</i> .....                                          | 98  |
| Tablo 14. <i>Nehir Geçişi Oyunu Süre ve Hata Sayılarının Betimsel Analizi</i> .....             | 100 |
| Tablo 15. <i>Wilcoxon İşaretli Sıralar Test Sonuçları</i> .....                                 | 101 |
| Tablo 16. <i>Z-Testi Sonuçları</i> .....                                                        | 102 |
| Tablo 17. <i>Nehir Geçişi Oyununda El Hareket Grafiklerinin Karşılaştırılması</i> .....         | 103 |
| Tablo 18. <i>McNemar-Bowker Uyumluluk Tablosu</i> .....                                         | 104 |
| Tablo 19. <i>McNemar-Bowker Anlamlılık Test Sonucu</i> .....                                    | 105 |
| Tablo 20. <i>Çiftçi Oyununu Süre ve Çarpma Sayılarının Betimsel Analizi</i> .....               | 105 |
| Tablo 21. <i>Wilcoxon İşaretli Sıralar Test Sonuçları</i> .....                                 | 106 |

|                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 22. <i>Z-Testi Sonuçları<sup>a</sup></i> .....                                           | 106 |
| Tablo 23. <i>Çiftçi Oyunu El Hareket Grafiklerinin Karşılaştırılması</i> .....                 | 108 |
| Tablo 24. <i>McNemar-Bowker Uyumluluk Tablosu</i> .....                                        | 110 |
| Tablo 25. <i>McNemar Testi Anlamlılık Sonucu</i> .....                                         | 110 |
| Tablo 26. <i>Wilcoxon İşaretleli Sıralar Test Sonuçları</i> .....                              | 111 |
| Tablo 27. <i>Z-Testi Sonuçları<sup>a</sup></i> .....                                           | 112 |
| Tablo 28. <i>MindWave Sensörüne Göre Dikkat ve Meditasyon Puan Aralıkları</i> .....            | 112 |
| Tablo 29. <i>Dikkat ve Meditasyon Ölçümlerinin Betimsel Analizi</i> .....                      | 113 |
| Tablo 30. <i>Wilcoxon İşaretleli Sıralar Test Sonuçları</i> .....                              | 113 |
| Tablo 31. <i>Z-Testi İstatistik Sonuçları</i> .....                                            | 114 |
| Tablo 32. <i>Öğrenme Deneyimini Etkileyen Durumlar</i> .....                                   | 116 |
| Tablo 33. <i>Öğretmenlerinin BİT Kullanımına Bakış Açıları ve BİT Kullanım Durumları</i> ..... | 126 |
| Tablo 34. <i>HTT'lerin Özel Eğitimde Kullanılabilirliğine İlişkin Öğretmen Görüşleri</i> ..... | 128 |
| Tablo 35. <i>Oyunların Etkililiğine İlişkin Öğretmen Görüşleri</i> .....                       | 130 |
| Tablo 36. <i>Öğrencilerin Oyunları Tercih Etme Sıralaması</i> .....                            | 132 |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------|----|
| Şekil 1. Kinect v1'in dış donanım özellikleri.....                      | 28 |
| Şekil 2. Kinect v1'in iç donanım özellikleri.....                       | 28 |
| Şekil 3. Kinect v1'in geliştirici araç seti .....                       | 29 |
| Şekil 4. Kinect v2'nin dış donanımı.....                                | 30 |
| Şekil 5. Kinect v2'nin iç donanımı.....                                 | 30 |
| Şekil 6. Kinect v2'nin yazılım geliştirme ve geliştirici araç seti..... | 31 |
| Şekil 7. Kinect v3'ün (Azure Kinect DK) iç donanımı .....               | 32 |
| Şekil 8. Kinect v3'ün (Azure Kinect DK) dış donanımı .....              | 32 |
| Şekil 9. Kinect v1'in RGB kamerası görüş açısı.....                     | 36 |
| Şekil 10. Kinect v2'nin RGB kamerası görüş açısı.....                   | 36 |
| Şekil 11. Kinect v1'in derinlik kamerası görüş açısı.....               | 37 |
| Şekil 12. Kinect v2'in derinlik kamerası görüş açısı.....               | 37 |
| Şekil 13. Kinect v1'in hareket algılama aşamaları.....                  | 38 |
| Şekil 14. Azure Kinect DK'nın iskelet üzerinde algıladığı noktalar..... | 39 |
| Şekil 15. Araştırmanın işlem basamakları.....                           | 60 |
| Şekil 16. Nehir Geçiş oyunu oyununun ekran görüntüleri.....             | 67 |
| Şekil 17. Nehir geçiş oyununun özellikleri .....                        | 71 |
| Şekil 18. Nehir Geçiş oyununun seferlerine ilişkin oyun raporu .....    | 71 |
| Şekil 19. Nehir Geçiş oyununda el hareketinin grafiği .....             | 72 |
| Şekil 20. Çiftçi oyununun ekran görüntüleri .....                       | 73 |
| Şekil 21. Çiftçi oyununda önceden seçilmiş ayarlar .....                | 76 |

|                                                                                       |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Şekil 22. Çiftçi oyununun raporları .....                                             | 77  |
| Şekil 23. Kinems yönetim panelinde toplam rapor ve oturum sayıları .....              | 78  |
| Şekil 24. Kinems yönetim panelinde raporlar ve profil menüsü .....                    | 79  |
| Şekil 25. Kinems yönetim panelinde öğrenciye atanan oyunlar .....                     | 79  |
| Şekil 26. Koşma oyununun ekran görüntüleri .....                                      | 83  |
| Şekil 27. Koşma oyununun önceden seçilmiş ayarları .....                              | 86  |
| Şekil 28. Koşma oyununun raporları .....                                              | 86  |
| Şekil 29. Uygulama ortamı .....                                                       | 96  |
| Şekil 30. Kinect'in ekrana göre konumlandırılması. Kinems Learning Games (t.y.) ..... | 97  |
| Şekil 31. Kullanıcıların fiziksel görünümü .....                                      | 117 |
| Şekil 32. Stor perdeden süzülen güneş ışığının bir kişi gibi algılanması .....        | 118 |
| Şekil 33. Uygulama ortamında oturma düzeni .....                                      | 120 |
| Şekil 34. Derinlik boyutunda hareket .....                                            | 123 |
| Şekil 35. İki elini birlikte hareket ettirme .....                                    | 124 |
| Şekil 36. İdeal uygulama ortamı .....                                                 | 125 |

## SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

|      |                                              |
|------|----------------------------------------------|
| BBT  | Bedenlenmiş Biliş Teorisi                    |
| BİT  | Bilgi ve İletişim Teknolojileri              |
| CLI  | Komut Tabanlı Arayüz                         |
| DEHB | Dikkat Eksikliği ve Hiper Aktivite Bozukluğu |
| GUI  | Grafik Tabanlı Arayüz                        |
| HTT  | Hareket Tabanlı Teknoloji                    |
| HZE  | Hafif Düzeyde Zihinsel Engelli               |
| ÖBİF | Öğrenci Bilgi ve İzleme Formu                |
| NUI  | Doğal Kullanıcı Arayüzü                      |
| ZE   | Zihinsel Engelli                             |

# BÖLÜM I

## GİRİŞ

Arayüzler (bir diğer ismi ile arabirimler) kullanıcı ile teknoloji arasında köprü görevi gören ve teknolojiyi kontrol etmeye yarayan kolaylaştırıcı unsurlardır. Arayüzler, kullanıcının semboller, görsel benzetmeler ve işaret araçlarını kullanarak bilgi ve iletişim teknolojileri (BİT) ile iletişim kurmasını sağlamaktadır (Levy, 2018). Arayüzler genellikle yazılım veya donanım birimlerinden oluşmaktadır. Kullanıcı ve sistem arasında meydana gelen etkileşim ise arayüzün kendi alanı içerisinde gerçekleşmektedir.

Fare ve klavye ikilisi uzun yıllar bilgisayar arayüzlerinde temel girdi araçları olarak kullanılmıştır. İlk kişisel bilgisayarların kullanılmaya başlandığı 1970'li yıllarda bilgisayar ekranlarında karakter ve rakamların kullanıldığı metin tabanlı arayüzler hakimdi. Diğer bir ifade ile komut satırı arayüzler (CLI; Command Line Interface) bu döneme damga vurmuştur. CLI'de kullanıcılar ekranda satırlar arasında kademeli hareket edebiliyor bir bakıma doğrusal bir gezinme işlemi gerçekleştirebiliyordu. Ekran nesneleri ile etkileşim nispeten zordu. 1963 yılında ekran nesnelerini işaretleme teknolojisi üzerine çalışan Ivan Edward Sutherland doktora tezi Sketchpad'te farenin öncüsü kabul edilen ışıklı bir kalem teknolojisini tasvir etmiştir (Sutherland, 1964). Sutherland, grafiksel kullanıcı arayüzünün başlangıcı olarak kabul edilen tezinde ışıklı bir kalemle ekrandaki grafiksel nesneleri tutma, taşıma, boyutlandırma gibi işlemlerin tasarımını göstermiştir (Hosch, 2022). 1960'lı yılların başında ise Douglas Carl Engelbart ekranda gezinmeyi ve ekran nesnelerini aktif etmeyi kolaylaştıracak bir işaretleme teknolojisi üzerinde çalışmış ve William Kirk English'in tasarımını ile farenin ortaya çıkışını sağlamıştır (Myers, 1998). Engelbart'ın 1967 yılında gerçekleştirdiği "X-Y position indicator for a display system [görüntü sistemi için x-y konum göstergesi]" başlıklı patent başvurusu 1970 yılında kabul edilmiştir (Engelbart, 1970). Fare olarak anılmaya başlayan bu teknoloji, Sutherland'ın tasarımını yaptığı ışıklı kalemlere ucuz birer alternatif olarak sunulmuş ve yaygınlaşmıştır. Her ne kadar fare ilk

kişisel bilgisayarların bir parçası olsa da grafiksel kullanıcı arayüzlerin yaygınlaşmasını beklemek zorunda kalmıştır. 1970'li yılların sonu 1980'li yılların başında başta Xerox olmak üzere Apple öncülüğünde farklı grafiksel öğelerin, ikonların, menü, pencere ve işaretçilerin ekranda kullanılmaya başlandığı yeni işletim sistemleri tanıtılmıştır. Bu dönem grafiksel kullanıcı arayüzlerin (GUI; Grafical User Interface) yaygınlaştığı dönem olarak bilinmektedir. GUI'nin gelişimine paralel olarak fare ile ekranda doğrusal veya iki boyutlu serbest bir gezinmeyi gerçekleştirmek mümkün olabilmıştır. O günden bugüne dek grafik ve komut tabanlı arayüzler birlikte kullanılabilir olmuştur. Bugün hâlâ fare ve klavye girdi teknolojileri geniş bir kullanıcı kitlesi tarafından bilgisayar arayüzlerinde yaygın olarak tercih edilmektedir.

İnsan-bilgisayar etkileşimi alanında yürütülen çalışmalar insanın fiziksel, zihinsel ve davranışsal yeteneklerinin anlaşılmasına dayanan daha erişilebilir ve kullanımı kolay yeni arayüz teknolojilerinin gelişiminin önünü açmıştır. Bugün geleneksel bir yöntem olarak kabul edilen fare ve klavye ile veri giriş yönteminin yanı sıra sesler, dokunma, jestler ve diğer beden hareketleri başta olmak üzere farklı modlar arayüzler tarafından algılanıp yorumlanabilmektedir. Bunlar içerisinde doğal insan yeteneklerinden yararlanan doğal kullanıcı arayüzlü (NUI; Natural User Interface) teknolojilerin son on yılda gelişerek farklı uygulama alanlarında yaygınlaştığı gözlenmektedir. NUI kullanıcının kontrol kabiliyetini kolaylaştıran ve kullanıcıya sezgisel bir kullanım deneyimi sunan çok modlu bir arayüz teknolojisidir. NUI tabanlı sistemlerde kullanıcılar klavye ve fare olmadan beden hareketleri ile dokunarak veya konuşarak belirli bir mesafeden temassız bir biçimde ekranda yer alan nesneleri kontrol edebilmektedirler. İlk zamanlar mobil iletişim teknolojilerinde ve video oyun dünyasında kendine daha çok yer bulan NUI tabanlı teknolojiler zamanla eğlence dünyasının ötesine geçerek farklı araştırma sahalarının ilgisini çekmeyi başarmıştır. Özellikle üç boyutlu ortamda hareketleri algılama ve izlemeye yarayan derinlikölçer kamera teknolojilerindeki ilerlemelerin NUI'nin yaygınlaşmasını tetikleyen unsur olduğu söylenebilir.

Microsoft tarafından 2010 yılında geliştirilen Kinect teknolojisi NUI tabanlı sistemler için önemli bir ilerleme olarak kabul edilmektedir (Johnson, Levine, Smith ve Stone, 2010). Kinect teknolojisinde bedenin farklı noktalarında bulunan hareket noktaları (eklem) algılanarak beden üç boyutlu ortamda uzaktan izlenebilmektedir. Bilgisayar sistemi ile kurulan etkileşim ise boşlukta (havada) gerçekleşmektedir. Bu etkileşim kinestetik

etkileşimin bir türü olarak kabul edilmektedir (Fogtmann, Fritsch ve Kortbek, 2008). Beden hareketleri dışında sesler de Kinect tabanlı sistemlerde girdi olarak kullanılabilir. Bu sayede söz konusu sistemlerde hem ses hem de hareketler aynı anda girdi olarak işlenebilmektedir. Bunların dışında birden fazla kontrolcü bilişim sistemini eş zamanlı kontrol edebilmektedir. Bu özellik birlikte yapılan etkinliklerin gerçekleşmesine imkân vermektedir. Kinect'in dikkat çeken bir diğer özelliği ise gerçek dünya davranışlarına yakın hareketlerin girdi olarak kullanılabilmesidir. Bu durumun kullanıcıya sezgisel bir kullanım imkânı sunduğu ifade edilebilir. Bunların yanı sıra kullanım kolaylığı, doğallık, erişilebilirlik ve gerçek zamanlı etkileşim özellikleri bakımından Kinect tabanlı sistemler kullanıcıların düşüncelerini hareketleriyle daha kolay birleştirebilmektedir (Johnson, Levine, Smith ve Stone, 2012).

Arayüzlerin gelişiminden bağımsız olarak son zamanlarda jest ve beden hareketlerinin öğrenme üzerine etkisini araştıran çalışmaların da giderek daha yaygın hale geldiği görülmektedir (Wakefield, Novack, Congdon, Franconeri ve Goldin-Meadow, 2018). Bedenin, öğrenmenin önemli bir parçası olduğunu ortaya koyan çalışmalara daha sık rastlanmaktadır. Beden hareketlerinin bilişsel süreçler ve öğrenme üzerindeki etkisini konu alan ve en önemlisi hareket tabanlı teknolojiler için kuramsal bir temel sağlayan Bedenlenmiş Biliş Teorisi'nin (BBT; Embodied Cognition Theory) ise araştırmalara paralel olarak daha çok benimsenerek yaygınlaştığı gözlenmektedir. Bunların dışında derinlik sensörlerinin maliyetinin düşmesi ve yazılım geliştirme araçlarının artan erişilebilirliği nedeniyle jest ve beden etkileşimini konu edinen deneysel araştırmaların son birkaç yılda genişlediği dikkat çekmektedir. BBT ve hareket tabanlı teknoloji (HTT) alanındaki gelişmelerin sonucunda bedenlenmiş öğrenme (Skulmowski ve Rey, 2018), bedenlenmiş etkileşim (Dourish, 2001) ve hareket tabanlı öğrenme gibi yeni kavramların alan yazına kazandırıldığı görülmektedir.

Jest etkileşimini destekleyen harekete duyarlı yenilikçi NUI teknolojilerin sahip olduğu özellikler dikkate alındığında söz konusu teknolojilerin olağan gelişim gösteren bireylerin yanı sıra eğitimlerinde özel desteğe ihtiyaç duyan özel gereksinimli bireylerin eğitimi için önemli sayılabilecek etkileşim türleri barındırdığı ifade edilebilir. Bu bağlamda Kinect tabanlı uygulamaların zihinsel engelli (ZE) bireylerin eğitiminde etkili olabileceği düşünülmektedir. Farklı beceri alanlarında yetersizliği bulunan ZE bireylerin fare ve klavye gibi geleneksel giriş yöntemlerinin getirdiği kullanım zorluğunu bu teknolojiler ile

aşabileceği fikri araştırmanın önemli motivasyon kaynaklarından birini oluşturmuştur. Kuramsal bağlamda ise bedenlenmiş öğrenmeyi desteklemek için HTT'ler ZE bireylerin eğitimine etkililik ve kullanılabilirlik bağlamında nasıl entegre edilebilir sorusuna cevap aramak araştırmada temel hedef olarak benimsenmiştir.

### **1.1. Problem Durumu**

İnsanlar birbiri ile konuşurken, etkileşime girerken veya düşünürken ya da konuşma sırasında karşısında muhatap olmaksızın daha çok kendiliğinden gelişen anlamlı el, kol ve yüz hareketlerini içeren jestlerden yararlanmaktadırlar (Goldin-Meadow, Nusbaum, Kelly ve Wagner, 2001). Jestler çoğu kez konuşanın da farkında olmadığı alt durumlara ilişkin bilgi vermekte ve alternatif bir ifade kanalı olarak iletişime yardımcı olmaktadır (Goldin-Meadow, 2011; Hostetter, 2011). Bunların dışında doğuştan görme yetersizliği olan bireylerin de konuşma sırasında jest yaptıkları bilinmektedir (Iverson ve Goldin-Meadow, 1998; Töret ve Özdemir, 2021). Benzer şekilde konuşmacı karşısında herhangi bir muhatap olmaksızın (örneğin telefonda konuşurken) jest yapabilmektedir (Bavelas, Gerwing, Sutton ve Prevost, 2008). Dolayısı ile jestlerin yalnızca dinleyici için değil aynı zamanda konuşan için de önemli rol oynadığı kabul edilmektedir. Öte yandan gelişim dönemlerinin ilk yıllarında çocuklar gösterme, işaret etme ve gereksinimlerini belirtmede jestlerden yararlanmaktadırlar. Bu dönemde jestler iletişimin önemli bir kısmını oluşturmaktadır (Goldin-Meadow ve Iverson, 2010; Tellier, 2009).

İletişimle bu kadar iç içe olan jestlerin düşünme ve dolayısı ile öğrenme biçimini de etkileyebileceği fikri önemli bir araştırma sahasını oluşturmuştur. Nitekim son yıllarda bu alanda hatırı sayılır çalışmanın yapıldığı söylenebilir. Jest-düşünce ilişkisi üzerine yaptığı çalışmalar ile dikkat çeken Goldin-Meadow ve meslektaşları jestin bilişsel süreçlere etkisini gösteren bir dizi araştırma gerçekleştirmiş ve önemli bulgulara ulaşmışlardır (Goldin-Meadow, 2003; Goldin-Meadow, Cook ve Mithcell, 2009; Goldin-Meadow ve Butcher, 2003; Goldin-Meadow, Goodrich, Sauer ve Iverson, 2007; Goldin-Meadow, Kim ve Singer, 1999, Goldin-Meadow, Nusbaum ve Wagner, 2001; Goldin-Meadow ve Wagner, 2005; Novack ve Goldin-Meadow, 2017). Bulgular jestle anlatılan içeriği gözlemenin ve öğrenirken jest yapmanın belirli bağlamlarda öğrenme ve problem çözmede önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Goldin-Meadow (2014) jestlerin öğrencinin düşüncelerine ilişkin içgörü sağladığını ve konuşma sırasında belirgin olmayan bu düşünceleri açığa

çıkarttığını belirtmektedir. Goldin-Meadow ve Beilock (2010) ayrıca jestlerin öğrencinin düşüncelerini yansıtmının ötesine geçerek bu düşünceleri şekillendirmede de etkili olduğunu vurgulamaktadır. Goldin-Meadow'ın ele aldığı çalışmalar içerisinde en dikkat çeken ise jest ve konuşma uyumsuzluğu kavramını ortaya koyduğu araştırmasıdır. Goldin-Meadow (2003) araştırmasında farklı yükseklik ve genişliğe sahip iki su kabına konulan aynı miktarda suyun miktarının değişip değişmediğini öğrencilere sormuştur. Söz konusu araştırmada öğrencilerin su miktarlarını açıklarken kullandıkları jestler ile ifadeleri arasında uyumsuzluk göstermeleri durumunda bu öğrencilerin öğrenmeye daha hazır olduğunu göstermiştir. Bir diğer dikkat çeken araştırma ise bilişsel yükü konu alan araştırmasıdır. Goldin-Meadow ve meslektaşları araştırmalarında problem çözerken jest kullanmanın daha iyi bir hafızaya sebep olduğunu ve bilişsel yüklenmeyi hafiflettiğini göstermişlerdir (Goldin-Meadow, Nusbaum, Kelly ve Wagner, 2001)

Goldin-Meadow (2011) özetle jestlerin en az iki şekilde öğrenmede rol oynayabileceğinin altını çizmektedir.

- Öğrencilerin öğrenme durumlarını tahmin etmek için sergiledikleri jestlerden ipuçları elde edilebilir. İletişimin muhatapları bu jestleri "okuyabilirse", öğrenmeyi kolaylaştıran müdahaleler gerçekleştirebilir. Başka bir deyişle, öğrencilerin sergiledikleri jestler öğrenme ortamının ve içeriğinin yeniden düzenlenmesini gerektirebilir.
- Öğrencilerin ürettikleri jestlerin de “nasıl” öğrendikleri üzerinde doğrudan bir etkisi olabilir.

Jestlerin düşünme ve öğrenme ile ilgisini araştıran araştırmacıların BBT'yi temel aldığı görülmektedir (Glenberg, 2008; Shapiro ve Stolz, 2019). BBT'nin savunucuları geleneksel Piaget'e dayalı ve davranışçı bilişsel teorilerden farklı olarak beden bilişsel süreçlerde temel aktör olduğunu ve dolayısıyla bilişi şekillendirmede çevre ile kilit bir unsur olarak yer aldığını iddia etmektedir (Ionescu ve Vasc, 2014). BBT'ye göre bilişsel süreçler; zihin, beden dil ve çevre arasında karşılıklı etkilenme yolu ile eş zamanlı gerçekleşmekte ve bu süreçte beden hareketleri önemli bir yer tutmaktadır. Hareketler salt bilişsel süreçlerin bir sonucu değil, bilişsel aktiviteyi etkileyen bir unsurdur. Geleneksel bakış açısı bilişsel süreçleri “psiko-motor” kavramı ile açıklarken BBT sürecin “motor-psiko” aktiviteleri içerdiğini iddia etmektedir (Xu ve Ke, 2014). Daha açık bir ifade ile motor beceriler “psiko” süreçlerin bir sonucu değil, onu etkileyen önemli bir olgudur. Diğer taraftan multimedya

öğrenme yaklaşımının bilişsel temelini oluşturan görsel-işitsel modalite (ikili kodlama) teorisine göre öğrenme görsel ve işitsel öğelerin ayrı ayrı iki şekilde kodlanması ile gerçekleşmektedir (Clark ve Paivio, 1991). Multimedya öğrenme yaklaşımı ikili kodlama kuramını temel alarak bilginin hem sözel hem de sözel olmayan biçimde kodlanması durumunda öğrenme süreçlerinde işleyen bellek ve hafızanın daha etkin kullanılabileceğini ifade etmektedir (Mayer, 1997). BBT ise görsel ve işitsel kanala üçüncü bir kanal olarak beden hareketlerinin de dâhil edilmesini savunarak multimedya öğrenme yaklaşımını zenginleştirmektedir. BBT henüz emekleme aşamasında olsa da öğrenme üzerine düşündürücü birtakım öneriler ve araştırma bulguları sunmaktadır. Shapiro ve Stolz (2019) BBT'yi temel alan eğitim araştırmalarını gözden geçirerek dört eğitimsel çıkarımı şu şekilde ortaya koymaktadır;

1. Öğretmenler, öğretilen kavramı tam olarak anlamamış öğrencileri belirlemek için jest-konuşma uyumsuzlukları gibi somut ipuçlarını aramalıdır.
2. Öğretmenin öğretim sürecinde jest kullanımı öğrencileri kendi jestlerini üretmeye veya öğretmenlerinin ürettiği jestleri taklit etmeye teşvik eder, bu da öğrenmeyi geliştirebilir. Ayrıca öğrencileri jest yapmaya teşvik etmek sözlü olarak aktarılamayan bilgilerin bedenleri aracılığıyla iletilmesini sağlar; ancak en önemlisi öğrencinin öğrenmeye hazır olduğunu gösterir.
3. Jestler, farklı kategorilere ayrılabilir. Örneğin, jestlerin öğrencilerin tepkilerini ve düşüncelerini değiştirdiği ya da öğretmenin ya da öğrencinin bilişsel yükünü hafiflettiği bilinmektedir; çünkü bilişsel yükü sözelden görsel-uzaysal depolara kaydırır böylece bireyin görev üzerinde daha çok çalışmasına imkân verir.
4. Farklı jest türlerinin farklı amaçları hakkında bilgi sahibi olan öğretmenler, öğrencilerini daha etkili bir şekilde “okuyabilecek” ve öğrencileriyle iletişim kurabileceklerdir. Bu nedenle öğretmenler eğitimde bedenlenmiş öğrenme araştırmalarını takip etmelidir.

Gelişmekte olan bedenlenmiş biliş araştırma sahası farklı beden hareket türlerinin öğrenme üzerine etkisini ortaya koyan yeni araştırma bulguları sunmaya devam etmektedir. Bu nedenle yukarıda ifade edilen eğitimsel çıkarımlara bağlı olarak öğretmenlerin bedenlenmiş öğrenme alanındaki güncel araştırma bulgularını takip etmelerinin önemine vurgu yapıldığı söylenebilir.

Öte yandan bireylerin bilişsel gelişim düzeyi, çalışma belleği kapasitesi, dikkat gibi bireysel özelliklerin jest kullanımına sebep olduğu bilinmektedir. Daha açık bir ifade ile jest yapmak bireysel farklılıklara bağlıdır. Özer ve Göksun (2020)'un jestler ve öğrenme üzerine ele aldıkları alan yazın araştırma bulguları jestlerin bilişsel yetersizliğin yerini almadığını; ancak düşük bilişsel kaynaklara sahip küçük çocuklarda jest kullanımının önemli olduğunu göstermektedir. Bir diğer önemli bulgu ise jestlerin işleyen bellekte bilgilerin daha az yer kaplamasını sağlayarak bilişsel yükü azaltması durumudur (Novack ve Goldin-Meadow, 2015; Roth, 2001). Bu durumun sınırlı bilişsel kaynakların daha etkin yönetilmesine yol açtığı söylenebilir. Özel gereksinimli gruplar içerisinde ZE bireylerin bilişsel kapasitede sınırlılıklara sahip oldukları dikkate alındığında jest kullanımının bu bireyler için önemli olduğu ifade edilebilir. Lacombe, Dias ve Petitpierre (2022) ise yakın dönemde ZE bireylere odaklanarak 2000-2020 yılları arasında jestler üzerine yayınlanan çalışmaları sistematik derleme yaklaşımı ile incelemişler ve şu genellemelere ulaşmışlardır:

- ZE çocuklar, konuşma sırasında olağan gelişim gösteren çocuklara göre daha fazla jest kullanmaktadırlar.
- ZE çocuklar özellikle kavramsallaştırma sürecine erişimi kolaylaştıran ve anlamayı sağlayan daha simgesel jestler üretmektedirler.
- ZE çocuklar, olağan gelişim gösteren çocuklara göre daha fazla jestlere güvenmektedirler.

Yukarıdaki güncel üç alan yazın derleme çalışması (bkz. Lacombe, Dias ve Petitpierre 2022; Özer ve Göksun, 2020; Shapiro ve Stolz, 2019) birlikte değerlendirildiğinde jestlerin bilişsel süreçlerin yönetimi ile doğrudan ilişkili olduğu görülmektedir. ZE çocukların olağan gelişim gösteren çocuklara göre jesti daha çok kullanma eğiliminde olduğu ve bundan fayda sağladıkları ise dikkat çekmektedir.

ZE bireyler dikkat (Djuric-Zdravkovic, Japundza-Milisavljevic ve Macesic-Petrovic, 2010), öğrenme ve hafıza (Vicari, Costanzo ve Menghini, 2016), algısal ve görsel-uzamsal beceriler (Blasi, Elia, Buono, Ramakers ve Di Nuovo, 2007), yürütücü işlevler (Costanzo vd., 2013), ince ve kaba motor beceriler (Vuijk, Hartman, Scherder ve Visscher, 2010), işlem hızı ve iletişim (Pinborough-Zimmerman vd., 2007) olmak üzere çeşitli işlevsellik alanlarında gelişimsel becerilerinde sınırlılıklara sahiptirler. Çalışmalar ZE çocuklarda motor beceriler ve bilişsel işlevsellik düzeyinin de ilişkili olduğunu göstermektedir (Houwen, Visser, van der Putten ve Vlaskamp, 2016). ZE bireyler günlük aktivite sırasında olağan gelişim gösteren

bireyler gibi pek çok motor beceri kullanmaktadır. Bu motor beceriler vücudun farklı bölgelerinde yer alan kasların eş güdüm içerisinde çalışmasını gerektirmektedir. Motor becerilerin ZE bireylerin bağımsızlığını destekleyen hayati beceriler olduğu kabul edilmektedir (Dolva, Coster ve Lilja, 2004). Motor beceriler arasında görsel-kinetik becerilerle ilişkili olan el-göz koordinasyon becerisi ise birçok günlük yaşam aktivitesinin gerçekleştirilmesinde temel beceriler olarak görülmektedir (Elliott, 1990). Ancak ZE çocukların başta el-göz koordinasyon becerisi olmak üzere (Carmeli, Bar-Yossef, Ariav, Levy ve Liebermann, 2008), kaba ve ince motor beceri gelişiminde aynı yaştaki olağan gelişim gösteren çocuklara kıyasla 3-5 yıl geride kaldığı görülmektedir (Rarick, 1973; Rintala ve Loovis, 2013; Vuijk, Hartman, Scherder ve Visscher, 2010; Wuang, Wang, Huang ve Su, 2008). Diğer taraftan ZE bireyler hareketsiz (sedanter) kişilik geliştirme eğilimindedirler. Bunun en önemli nedenlerinden biri, fiziksel aktivite uygulama motivasyonlarının olmaması gösterilmektedir. Bunların yanı sıra ZE bireylerde biliş işlevinin temelini önemli ölçüde dikkat işlevlerinin belirlediği bilinmektedir (Jacob, Pillay ve Oyefeso, 2021). Araştırmalar, dikkat bozukluklarının, ZE çocuklarda başta öğrenme, hafıza, algı ve motor işlevleri engelleyen bilişsel gelişimin önemli bir faktörünü temsil ettiğini göstermektedir (Brehmer Westerberg ve Bäckman, 2012, Lauenroth, Ioannidis ve Teichmann, 2016). Ancak ZE çocukların öğretim süreçlerinde ayrıntı gerektiren durumlarda dikkatlerini sürdürememeleri ise sıklıkla başarısız olmalarına yol açmaktadır (Jacob, Pillay ve Oyefeso, 2021). Olağan gelişim gösteren çocuklarda dikkat süresini artırmaya yönelik müdahaleler belirlenmiş olsa da bunların çoğu ZE çocuklar için etkisiz kalabilmektedir. Buna karşın stresten uzak, sakin bir zihin yapısı dikkat becerilerini geliştirmede etkili olmaktadır (Stinson ve Arthur, 2013). Başka bir deyişle meditasyon düzeyi yüksek bir zihin dikkati odaklama ve sürdürmede daha başarılı olabilmektedir (Napoli, 2004).

ZE bireyler; hafif, orta, ağır ve çok ağır düzeyde olmak üzere 4 kategoriye ayrılmaktadır. Bu kategoriler içerisinde hafif düzeyde zihinsel engelli (HZE) bireyler zihinsel engellilerin önemli bir kısmını (%85) oluşturmaktadır (Amerikan Psikiyatri Birliği [APA], 2013). HZE bireyler ZE bireyler içinde eğitsel sınıflamaya göre eğitilebilir kategoride yer almaktadır. HZE bireyler olağan gelişim gösterenlere göre gelişimsel becerilerinde en az farklılık bulunan bireylerdir (Krebs, 2000). HZE bireylerin özel müdahalelerle olağan gelişim gösteren bireylere yakın davranışlar sergileyerek gerekli becerileri kazanabildiği bilinmektedir. HZE bireylerin özellikleri dikkate alındığında onların meditasyon düzeyini yükseltecek ve dikkatlerini artırabilecek uygun öğretim stratejilerinin kullanılması (Deutsch,

Dube ve McIlvane, 2008), onları fiziksel aktiviteye katılmaya teşvik edecek özel etkinliklerin tasarlanması (Oviedo, Travier ve Guerra-Balic, 2017) ve söz konusu bireylerin motor becerilerinin desteklenmesi için eğlenceli, ilgi çekici ve tekrar içeren müdahale yaklaşımların uygulanması önemli görülmektedir (Retalis vd., 2014).

Giderek artan bir literatür BİT'nin HZE bireylerin yaşamlarında önemli iyileştirmeler yapma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Torra Moreno, Canals Sans ve Colomina Fosch (2021) tarafından yakın zamanda yürütülen sistematik alan yazın araştırma bulgularına göre dijital müdahalelerin HZE bireylerin günlük yaşam, bilişsel, akademik ve sosyal beceri alanlarında etkili olduğu rapor edilmektedir. Bunların yanı sıra HZE bireylerin eğitiminde BİT tabanlı müdahalelerin kullanılmasının öğrencilerin motivasyonları artırmak dışında dikkatlerini çekme ve sürdürmede etkili olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Ancak BİT'nin önemli bir çoğunluğu klavye, fare ve kumanda kolu (joy-stick) gibi ekipmanların kullanıldığı müdahale yaklaşımlarını içermektedir. Bu tür yaklaşımlar çocuğun hedeflenen bilişsel ve davranışsal öğrenme amaçlarına ulaşmasını kolaylaştıracak motor eylemlerden yoksundur (Cassar ve Jang, 2010). Ayrıca BİT tabanlı bir müdahale yaklaşımında HZE bireylere arayüzü kullanma becerisi kazandırılmalıdır. Bilgisayar destekli bir öğretim programında HZE bireye öncelikle bilgisayarı kullanabilmesi için klavye ve fare kullanma becerisinin kazandırılması gerekliliği bu duruma örnek gösterilebilir. Bu çoğu kez ayrı bir zaman ve efor gerektirmektedir. Kısacası BİT'leri kullanmak normalde, öğrenilmesi gereken ve zaman zaman karmaşık olabilen özellikle de özel gereksinimli bireyler için özel bilgi ve işletim becerileri gerektiren bir ön hazırlık faaliyetini içermek durumundadır. Bunların yanı sıra bilişim teknolojilerinde arayüzlerin kullanımına yönelik gerekli beceri ve bilgi birikiminin öğrencinin dışsal bilişsel yüklenmesine sebep olduğu bilinmektedir (Mendel ve Pak, 2009; Cheon ve Grant, 2012). Gelişmekte olan hareket tabanlı NUI teknolojilerinin sunduğu etkileşim, dışsal bilişsel yüklenmeyi aşmanın bir yolu olabilir, çünkü “doğal etkileşim kullanıcılara hareketlerle, sesle veya dokunsal etkileşimle içeriği kontrol etmelerine izin verdiği için önemli bir kullanım kolaylığı sağlayabilir” (Ojeda-Castelo, Piedra-Fernandez ve Iribarne, 2021, s.6676). Bu açıdan değerlendirildiğinde hareket tabanlı NUI teknolojileri kullanıcı-teknoloji etkileşimini kolaylaştırarak arayüzün kullanımına ilişkin zorulukların ve fiziksel engellerin ortadan kaldırılmasına katkıda bulunabileceği düşünülmektedir.

Hareket tabanlı öğretimsel uygulamalar için BBT'nin teorik bir temel sağladığı kabul edilmektedir (Bartoli ve Lassi, 2015). Alan yazında BBT'nin temel alındığı teknoloji tabanlı bedenlenmiş öğrenme çalışmalarını sistematik olarak derleyen araştırmalar önemli bulgulara işaret etmektedir. Söz konusu çalışmalar teknoloji tabanlı bedenlenmiş öğrenme uygulamalarının bilgiyi kavrama, beceri gelişimini destekleme, dikkati sürdürme, akılda kalıcılık, bilgiyi transfer etme ve bilişsel yükü azaltma konusunda öğrenenlere yardımcı olduğunu göstermektedir (Georgiou ve Ioannou, 2019; Malinverni ve Pares, 2014; Zhong, Su, Liu ve Zhan, 2021). HTT'lerin kullanıldığı aktif video ve egzersiz oyunlarının motor becerileri içeren fiziksel aktiviteleri destekleme konusunda birçok geleneksel yaklaşımdan daha kabul edilebilir ve sürdürülebilir olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Williams ve Ayres, 2020). HTT'ler içerisinde Kinect algılayıcısına odaklanan araştırmalar ise Kinect'in bakıcıların yanı sıra terapistlere, öğretmenlere, doktorlara ve ebeveynlere kolaylık sağladığını göstermektedir (Reisi Dehkordi, Ismail, & Mat Diah, 2018). Bunların dışında Kinect tabanlı eğitsel uygulamaların özellikle de otizm, down sendromu, dikkat eksikliği ve hiper aktivite bozukluğu (DEHB) olan bireylerde etkin kullanılabildiğini gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Retalis vd., 2014). HTT uygulamaları bilişsel, akademik, motor gelişim, motivasyon, etkililik gibi faydalara işaret etmektedir. Bu faydalara karşın kullanılabirlik çalışma sahasının önde gelen araştırmacılarından biri olan Norman (2010) NUI tabanlı sistemlerde jسته dayalı teknolojilerin sunduğu etkileşimin henüz hedeflendiği ölçüde başarılı kullanıcı-sistem etkileşimini gerçekleştirmediğini iddia etmektedir. Norman jestlerin geçici olduğu için etkileşim sırasında arkalarında herhangi bir iz bırakmadığını belirtmektedir. Örneğin harekete duyarlı bir sistemde menüler arasında gezinirken bir kişinin hatalı tıklama gerçekleştirdiğinde ya da etkileşim sonucunda yanıt alamadığı durumlarda bunun sebebini anlamamanın zor olduğunu ifade etmektedir. Norman'a göre NUI sistemlerinde gerekli geri bildirim eksiktir. Ancak NUI için kullanıcı arayüz protokollerinin geliştirilmesi durumunda bu sorunlar aşılabilir. Bunların dışında özel gereksinimli gruplar ile yapılan HTT araştırmalarının daha çok fiziksel engellilere yönelik olduğu görülmektedir (Reisi Dehkordi, Ismail, & Mat Diah, 2018). Araştırmaların temel olarak terapötik müdahalelere ve belirli sosyal, motor ve bilişsel becerilere odaklandığı dikkat çekmektedir (Sharma vd., 2016). Bunların yanı sıra Kinect'in nörotipik bireylerden elde edilen beden hareketleri ve duruş görsellerine dayanarak iskelet sistemini ortaya çıkarmasının down sendromlu gibi bireylerin hareketlerini algılamada başarısız olduğunu gösteren araştırmalar da bulunmaktadır (Del Rio Guerra ve Martin-Gutierrez, 2020).

Bunların dışında Georgiou ve Ioannou (2019) söz konusu araştırmalarda genellikle iki koşul arasında anlamlı bir farkın olup olmadığına bakılırken kullanıcıların farklı koşullara bağlı olarak nasıl öğrenebilecekleriyle ilgili niteliksel yönlerin göz ardı edildiğine dikkat çekmektedir. Karşıt görüşlerin yanı sıra alan yazında HTT'lerin kullanıldığı özel eğitim araştırmalarında uygulama sürecine ilişkin detaylı bilgilerin yer almadığı, teknolojinin kullanımına ilişkin süreçlerin daha açık ifade edilmediği gibi belirsiz durumlar bulunmaktadır. Bunların dışında HZE bireylerin eğitiminde HTT kullanımı alan yazında ihmal edilen bir durum olarak tespit edilmiştir. Jest kullanımını içeren harekete duyarlı teknolojilerin özel eğitim ortamında en iyi nasıl kullanılacağı ve hangi faktörlerin ZE öğrencileri teknoloji tabanlı müdahalelere (oyun vb.) teşvik ettiği veya engellediği, hangi değişkenlerde teknolojinin etkili olabileceği gibi cevaplanması gereken birtakım sorular vardır. Yukarıdaki değerlendirmelere ek olarak alan yazında hareket tabanlı öğretim uygulamalarının ZE öğrencilerin lehine nasıl kullanılacağına dair bir kılavuz veya yöntemin olmadığı da görölmektedir (Kosmas, Ioannou ve Retalis, 2018).

Giderek artan bir literatürün jest kullanmanın çocukların öğrenmelerine fayda sağladığı düşünöldüğünde (Wakefield vd., 2018) jest etkileşimini temel alan HTT uygulamalarının HZE öğrencilerin eğitiminde önemli bir potansiyele sahip olduğu düşünölmektedir. Buradan hareketle HZE öğrencilerin eğitiminde HTT kullanılmasının bilişsel, geometri ve motor becerileri nasıl etkileyeceği merak konusudur. Bunların yanı sıra, HZE bireylerin harekete duyarlı teknoloji uygulamalarındaki davranışlarının tespit edilerek dikkat ve meditasyon düzeylerinin belirlenmesinin jest ve bilişsel süreçler arasındaki bağların anlaşılmasında önemli ipuçları sağlayacağı düşünölmektedir. Elde edilecek bulgular güncel bir tartışma sahası olan BBT araştırmalarına önemli katkılar sağlayabilir. Ancak alan yazında HTT'lerin HZE bireylerin eğitiminde kullanılmasına ilişkin yeterli düzyede bilgilerin bulunmaması, uygulama süreçlerinin açık olmaması ve farklı değişkenler üzerindeki etkilerinin belirsizliği bir problem olarak dikkat çekmektedir. Başta HZE öğrenciler olmak üzere özel eğitim alanında çalışan öğretmenler ve diğer uygulayıcılar için pratik faydalara erişmenin bu belirsizliğin ortadan kaldırılmasına bağlı olduğu açıktır.

## 1.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın amacı Kinect hareket algılayıcısının kullanıldığı beden hareketleri ile kontrol edilen üç farklı dijital eğitsel oyunun HZE öğrencilerin bilişsel, akademik ve motor gelişimlerine etkisini araştırmak, teknolojinin sosyal geçerliğini belirlemek ve teknoloji ile etkileşim sırasında ortaya çıkan kullanıcı davranışlarını ve etkileşimlerini gözleyerek kullanılabilirlik incelemesi gerçekleştirmektir.

Temel amaçlar doğrultusunda etkililik, kullanılabilirlik ve sosyal geçerlilik amaçları başlığı altında aşağıda yer alan araştırma sorularına cevap aranmıştır.

Etkililik araştırma soruları:

1. Kinect tabanlı dijital eğitsel oyun müdahalelerinin HZE öğrencilerin *el göz koordinasyon beceri gelişimine* potansiyel etkisi ne düzeydedir?
2. Kinect tabanlı dijital eğitsel oyun müdahalelerinin HZE öğrencilerin *geometrik şekilleri ayırt etme başarısına* etkisi ne düzeydedir?
3. Kinect tabanlı dijital eğitsel oyun müdahalelerinin HZE öğrencilerin *dikkati odaklama ve sürdürme düzeyine* etkisi ne düzeydedir?
4. Kinect tabanlı dijital eğitsel oyun müdahalelerinin HZE öğrencilerin *meditasyon düzeylerine* etkisi ne düzeydedir?

Kullanılabilirlik araştırma soruları:

1. Kinect tabanlı dijital eğitsel oyun müdahalelerinde HZE öğrencilerin öğrenme deneyimini etkileyen durumlar nelerdir?
2. HZE öğrencilerin eğitiminde Kinect tabanlı bir öğretim uygulamasının *ideal koşulları* nelerdir?

Sosyal geçerlilik araştırma sorusu:

1. Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunların HZE öğrencilerin eğitiminde kullanılmasına yönelik *öğretmen ve öğrenci görüşleri* nelerdir?

## 1.3. Araştırmanın Önemi

HZE bireyler bilişsel ve motor yeteneklerde sınırlamalara sahiptir ve genellikle sosyal davranış ve öz bakım becerilerinden yoksundur. HZE bireyler öğrenme sırasında adım adım öğrenme, anlık geri bildirim gibi uyarlanabilir bireysel özel öğretimsel müdahale ve

yaklaşımlarına ihtiyaç duyarlar. Öğretim süreçleri genellikle aşamalıdır. Öğretim sırasında zor veya karmaşık kavramlar daha basit parçalara ayrılmalı, modelleme gibi somutlaştırma tekniklerin yanı sıra görsel ve kinetik öğrenme deneyimleri sağlanmalıdır. Bu gelişimsel özellikler ve öğretimsel ihtiyaçlar göz önüne alındığında HZE öğrencilerin eğitimlerinde tekrar içeren uygulamalara sıkça yer verilmesi ve dikkatlerini odaklayabilecekleri uyarıcı ve eğlenceli etkinliklerin planlanması önem arz etmektedir.

Bu araştırmada alan yazındaki diğer çalışmaların aksine deneysel ve gözleme dayalı bir yaklaşımla HTT'lerin özel eğitim alanında en geniş kitleye sahip HZE bireylerin eğitiminde kullanılabilme durumu ve farklı değişkenler üzerindeki etkisinin araştırılması hedeflenmiştir. HTT içerisinde yaygın olarak kullanılan Kinect algılayıcısının temassız kontrolcü olarak kullanıldığı dijital eğitsel oyunların özel eğitim alanının önemli paydaşlarından özel eğitim okulları, özel eğitim ve rehabilitasyon merkezleri ve burada öğrenim gören öğrenci ve öğretmenlerin doğrudan dâhil olduğu bir grupta kapsamlı bir değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Buradan hareketle HZE çocukların eğitiminde önemli olabilecek değişkenlerin araştırılmasının yanı sıra, güncel bir tartışma sahası olan BBT için kayda değer bulgular elde edilmesi bakımından alan yazındaki boşluğun doldurulması hedeflenmiştir. Bu araştırmanın raporlaştırıldığı zamana kadar, önceki araştırmaların hiçbirinde uygulama ortamına ve sürecine ilişkin detayların verilmediği gözlenmiştir. Bu araştırma ile HTT için içerik geliştirmeyi hedefleyen ilgili paydaşlara kullanılabilirlik bağlamında çerçeve bir yapının da sunulması hedeflenmiştir.

Uluslararası alan yazında konunun farklı boyutunu inceleyen araştırmalar bulunmakla birlikte araştırmaların belirli akademik gruplar tarafından ele aldığı görülmüş ve çalışmaların sınırlı sayıda yer aldığı tespit edilmiştir (Özkaya ve Şahin, 2022). Türkiye merkezli çalışmalar içerisinde ise konuyla ilgili araştırmalara rastlanmamıştır.

Alan yazına bağlı değerlendirmelerden yola çıkarak araştırmanın boyutu, alan yazındaki durum, alan yazındaki boşluk ve araştırmanın alana katkısı Tablo 1'de özetlenmiştir.

Tablo 1.

*Araştırmanın Boyutu, Alan Yazındaki Durum, Boşluk ve Araştırmanın Katkısı*

| Araştırma Boyutu                                                     | Mevcut Durum                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Alan Yazında Boşluk                                                                                                                                                                                       | Araştırmanın Alana Katkısı                                                                                                                                                                                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| HTT'ler                                                              | Kinect teknolojisinin yoğun olarak eğitim araştırmalarına konu edildiği görülmektedir. Kinect'in hareket yakalama kabiliyeti üzerine güvenilirlik çalışmaları bulunmaktadır.                                                                                                                        | Kinect'in öğretim ortamında çalışma biçimi ve teknik kullanım bilgisi sınırlı verilmektedir. Kinect'in ZE bireylerin eğitiminde kullanılabilirliğine ilişkin yönelik cevaplanması gereken sorular vardır. | Araştırmanın kavramsal çerçeve bölümünde Kinect teknolojisinin ayrıntılı incelenmesi hedeflenmiştir. Araştırma sonunda ise deney ve gözleme dayalı verilerden hareketle Kinect'in HZE bireylerin eğitiminde kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. |
| Zihinsel engellilik                                                  | Kinect'in ZE bireyler içerisinde down sendromu, otizm ve motor gelişim yetersizliği bulunan bireylerin eğitiminde kullanımını inceleyen çalışmalar bulunmaktadır. Çalışma gruplarını ZE dışında başka engeli de bulunan (komorbidite özellik gösteren) bireylerin dâhil edildiği tespit edilmiştir. | ZE bireyler içerisinde eğitilebilir kategoride yer alan ve bu grup içerisinde teknolojinin potansiyel etkisinin yüksek olduğu düşünülen HZE bireylere odaklanan çalışmalara rastlanmamıştır.              | Araştırmada özel eğitim ve rehabilitasyon merkezlerinde destek eğitimi gören HZE bireylerin çalışma grubuna dâhil edilmesi amaçlanmaktadır .                                                                                                                         |
| HTT destekli öğretimsel müdahalelerin öğrenme üzerine etkisi         | Jestin matematik ve dil gelişimini içeren akademik becerilerde etkili olduğunu gösteren çalışmalar alan yazında yoğun olarak yer almaktadır.                                                                                                                                                        | ZE bireylerin farklı öğrenme alanlarındaki başarılarını konu edinen araştırmalar sınırlı sayıda yer almaktadır. Bulguların genellenebilmesi için araştırmaların tekrarlanmasına ihtiyaç vardır.           | Araştırmada HZE bireylerin sınırlı zaman diliminde yan yürüyüş hareketleri ile geometrik şekilleri ayırt etme başarısının incelenmesi hedeflenmektedir.                                                                                                              |
| HTT destekli öğretimsel müdahalelerin bilişsel süreçlere etkisi      | Jestin dil ve konuşma becerileri üzerine etkisi alan yazında yoğun araştırılmaktadır. Bunu hafıza ve işleyen bellek araştırmaları takip etmektedir. Olağan gelişim gösteren bireylerin bilişsel yük durumlarını inceleyen çalışmalar bulunmaktadır.                                                 | ZE bireylerin dikkat ve meditasyon değerlerinin yanı sıra bilişsel yüklenme durumlarını araştıran çalışmalara rastlanmamıştır.                                                                            | Araştırmada EEG biyosensör yardımı ile HZE bireylerin dikkat ve meditasyon değerlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Dolayısı ile bilişsel yük için gösterege olabilecek önemli bulgulara ulaşılması hedeflenmektedir.                                                 |
| HTT destekli öğretimsel müdahalelerin motor beceriler üzerine etkisi | HTT'lerin terapötik ve fizik tedavi alanlarında kullanımını içeren çalışmalar yoğun olarak alan yazında yer almaktadır.                                                                                                                                                                             | ZE bireylerin eğitim araştırmalarında motor becerileri konu edinen çalışmalar bulunmakla birlikte genellenebilecek düzeyde değildir.                                                                      | Araştırmada el-kol ve ayak hareket görevlerini içeren oyunların ayrı ayrı motor beceriler üzerine etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır.                                                                                                                             |

#### 1.4. Sayıtlar

1. Öğrenciler ve özel eğitim öğretmenleri araştırmada görüşme sorularına içtenlikle ve yansız cevaplar vermişlerdir. Görüşmeler katılımcıların kendilerini rahat ve özgür ifade edebileceği, gizliliğin sağlandığı koşullar altında gerçekleştirilmiştir.
2. Uygulama döneminde öğrenciler araştırmanın sonucuna etki edecek düzeyde akademik, motor ve bilişsel gelişimlerini destekleyici eğitimler almamışlardır. Katılımcıların özel eğitim öğretmenleri ve aileleri ile görüşmeler yapılmış bu durum teyit edilmiştir.
3. Özel eğitim öğretmenleri alanında yetkin ve yeterlidir. Alanında yüksek lisans eğitimini tamamlamış veya en az 5 yıllık deneyime sahip öğretmenler araştırmaya dâhil edilmiştir.

#### 1.5. Sınırlılıklar

1. Araştırmanın raporlaştırıldığı 2021 yılına kadar üç nesil Kinect hareket yakalama sensörünün geliştirildiği görülmektedir. Her yeni Kinect sürümünde beden hareketlerini tarama ve izlemeye dayalı iyileştirmeler gerçekleştirilmiştir. Araştırmada kullanılan hareket algılama sensörü ikinci nesil Kinect (Kinect v2) sensörüdür. Araştırmada uygulamaların gerçekleştirildiği zaman diliminde (2017-2018) en güncel olan sürümdür. Araştırmanın sonuç raporunun yazıldığı dönemde ise (2021) Kinect'in üçüncü sürümü olan Azure Kinect DK tanıtılmış ve satışa çıkmıştır. Bu nedenle en yeni Kinect sürümü araştırmada kullanılamamıştır. İlk sürüm Kinect'in de eğitim ortamlarında etkili kullanılabileceğini ortaya koyan çalışmalar bulunsa da (Ballester ve Pheatt, 2012) son sürüm teknolojinin hareketleri algılamada ve izlemede diğer sürümlere göre daha iyi olduğunu gösteren araştırmalar bulunmaktadır (Tölgyessy, Dekan ve Chovanec, 2021). Bu bakımdan en güncel teknolojinin kullanılamaması bir sınırlılık olarak ifade edilebilir.
2. Öğrenci gelişimleri ön uygulamalar dâhil 6 aylık bir zaman diliminde takip edilmiştir. Özel eğitim ve rehabilitasyon merkezinde bir öğrencinin destek alma süresi 1 yılı aşmamakta ve genellikle 6 aylık dönemler şeklinde destek eğitimleri verilmektedir. Özel eğitim ve rehabilitasyon merkezi yönetimleri ile gerçekleştirilen görüşmelere bağlı olarak çalışma grubunu kaybetmemek için süre 6 ay ile sınırlandırılmıştır. Özellikle el-göz koordinasyon becerisi gibi ince motor gelişimin

incelenebilmesi için daha geniş bir zaman aralığına ihtiyaç vardır. Bu nedenle araştırmada motor gelişimleri ifade edilirken *etki* yerine *potansiyel etki* vurgulanmıştır.

3. Araştırmada kullanılan oyunlar iki boyutu içeren hareketleri kapsamaktadır. Uygulama sırasında öğrencilerden her ne kadar yatay düzlemde iki boyutlu (x-y düzleminde) hareket etmeleri istenilse de üçüncü bir boyutta (z-derinlik boyutunda) kısmen bedenlerini hareket ettirdikleri gözlenmiştir. Pilot uygulamalar sırasında bu durumun hareket grafiğini olumsuz etkilemediği tespit edilmiştir. Raporlama sırasında derinlik boyutundaki değişimler dikkate alınmamıştır.

## 1.6. Tanımlar

**Jest:** Jestler en genel manada “konuşmaya eşlik eden el ve kolların kendiliğinden ortaya çıkan hareketleri” olarak tanımlanmaktadır (McNeill, 1992, s. 37). Bu araştırmada öğrenme faaliyeti sırasında öğrenmeye ve motor gelişime yardımcı olan el ve kol hareketlerinin yanı sıra ayakların da dâhil olduğu beden hareketlerini içeren dijital eğitsel oyunlar kullanılmıştır. Bu nedenle araştırmada *jest* ifade edilirken el ve kol hareketleri ile birlikte ayak hareketini içeren diğer beden hareketlerin de kastedildiği anlaşılmalıdır.

**Hareket (Jest) Tabanlı Teknolojiler (HTT):** Söz konusu teknolojiler ilgili alan yazında “hareket algılama” ve “harekete duyarlı” gibi ifadelerle tanımlanmaktadır. HTT beden hareketlerini algılamaya yönelik çalışan doğal kullanıcı arayüzlü teknolojilerdir. Bu teknolojiler aynı zamanda jسته dayalı arayüz teknolojileri olarak da bilinmektedir. HTT’lerin bir kısmı giyilebilir ya da elde tutulur bir araç gerektirirken çalışmada kullanılan Kinect hareket algılayıcısı tamamen temassız kullanılabilmektedir.

**Hafif Düzeyde Zihinsel Engellilik:** Zihinsel engellilik dereceleri; hafif, orta, ağır ve çok ağır düzeyde olmak üzere 4 farklı kategoride sınıflandırılmaktadır. Araştırmanın çalışma grubunu teşkil eden hafif düzeyde zihinsel engellilik için zekâ bölümü 50-55 ile 70 arasında olmalıdır (APA, 2000).

**Dikkat:** Bireyin uyaranlara açık olup onlara yanıt vermesi ve kasıtlı olarak yabancı uyaranları görmezden gelerek algı ve düşüncelerini belirli bir görev üzerinde yoğunlaştırabilmesi yeteneğini ifade etmektedir (Erbay, 2013).

*Meditasyon:* Bireyin stres ve sakinlik durumunu ifade eden dikkatle ilişkili bilişsel bir durumdur. Meditasyon değeri yükseldikçe bireyin sakinlik düzeyi de artmakta stres düzeyi azalmaktadır. Benzer şekilde meditasyon değeri azaldıkça bireyin stres düzeyi artmakta, sakinlik düzeyi ise azalmaktadır (Campion ve Rocco, 2009).

*Geometrik Şekilleri Ayırt Etme Başarısı:* Başarı, bir öğrencinin belirlenen öğrenme hedeflerine ne ölçüde ulaştığını gösteren performans sonuçlarını tanımlamaktadır. Bu araştırmada kısıtlı bir zaman diliminde yan yürüme hareketlerini kullanarak ekrandaki iki boyutlu geometrik şekilleri seçme ve ayırt etme becerisi (doğru, yanlış ve boş geçme sayıları) geometrik şekilleri ayırt etme başarısı boyutunda değerlendirilmiştir.

*El-göz koordinasyonu becerisi:* ince ve kaba motor hareketi gerektiren bir beceridir. Belirli bir görevin gerçekleştirilmesinde elleri kontrol etmek, yönetmek ve yönlendirmek için gözlerden alınan bilgileri koordine etme yeteneğidir.

*Kullanılabilirlik:* Kullanıcı arayüzlerinin kullanım kolaylık derecesini gösteren bir kalite özelliğidir. Araştırmada HTT'lerin HZE bireylerde öğretimsel amaçlı kullanılabilirliğinin incelenmesi amaçlanmıştır.

## BÖLÜM II

### KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde sırası ile jest ve jest türleri tanıtılmış, jestlerin bilişsel süreçlerle ilişkisi açıklanarak öğrenme ve öğretme bağlamında yeri ve önemine değinilmiştir. Daha sonra BBT, bedenlenmiş öğrenme ve hareket tabanlı öğrenme kavramları açıklanmıştır. Jest-öğrenme ilişkisinin ardından HTT ele alınmış ve araştırmada kullanılan Kinect sensörü üzerinde durulmuştur. Daha sonra araştırmanın hedef kitlesi olan zihinsel engellilik konusu işlenmiştir. Son olarak araştırma değişkenlerine yönelik ilgili araştırmalara yer verilmiştir.

#### 2.1. Jestler

Alan yazında jest için yapılan tanımların genelinde “el ve kol hareketi” vurgusunun ortak olduğu görülmektedir. Jeste dayalı alan yazında önemli bir referans kaynağı olan McNeill (1992) jestleri; belirli bir boşluk içinde, omuzlar arasında, belden gözlere kadar alan içerisinde konuşma sırasında ortaya çıkan el ve kol hareketleri olarak tanımlamaktadır. Ancak her el ve kol hareketi jest olarak kabul edilmemektedir. Kendon’a (1996) göre jestler diğer hareketlerden dört özellik ile ayırt edilebilmektedir. Birincisi, jestler bir dinlenme pozisyonunda başlar, bu pozisyondan uzaklaşır ve sonra dinlenme pozisyonuna geri döner. İkincisi, jestler, bir hareketin anlamını belirtmek için genellikle vurgulu bir hareket olan, vuruş olarak da adlandırılan bir tepe yapısına sahiptir. Üçüncüsü, inme evresinden önce hazırlık evresi gelir ve ardından el ve kolun dinlenme pozisyonlarına geri döndüğü bir toparlanma evresi gelir. Sonuç olarak, jestlerin net bir başlangıcı ve sonu vardır. Dördüncüsü, jestler genellikle simetrikidir.

Jestler niyet, duygu ve düşünceyi iletmek için uzuvların veya vücudun hareketlerinin bir ifade aracı olarak kullanılması durumudur. Jestler aynı zamanda bir yöne işaret etmek, bir

hareketi taklit etmek ya da bir nesneyi takip etmek için de kullanılan beden hareketleridir. İnsanlar genellikle kendi kollarını, bacaklarını ve yüzlerinin istemli kaslarını ve diğer organlarını jestlerini temsil etmek için kullanmaktadır. Ancak irkilme, gülme gibi istemli olmayan vücut tepkileri jest olarak kabul edilmemektedir. Jestler için belirli ölçüde istemli olma durumu vardır. Konuşma ile birlikte ortaya çıkan jestler kavramların altında yatan anlamı somutlaştırarak soyut kavramların anlaşılmasını kolaylaştırabilmekte, dinleyici için iletişimi daha erişilebilir hale getirebilmektedir. Başka bir deyişle jestler iletişimde söylemin vurgusunu belirleyebilmekte, mesajı güçlendirmekte veya dinleyiciye ek bilgi sağlayabilmektedir. Jestler toplum içerisinde daha önceden kalıplaşmış anlamlar taşıyan hareketlere de karşılık gelebilmektedir. Bu haliyle jestler bir beden dilini içermektedir. Farklı coğrafya ve kültürlerde beden dili içeren jestlerin anlamı farklılaşabilmektedir.

Yukarıda açıklanan işlevlerden hareketle jestler farklı türlere ve biçimlere ayrılmaktadır. McNeill (1992) Kendon'un (1988) çalışmasına dayanarak jestleri dörde ayırmaktadır. Bunlar el-kol hareketi, pantomim, amblemler ve işaret dilidir. McNeill (1992) el-kol hareketlerini ise ikonik, benzetici, vurgulu ve gösterici jestler olmak üzere dörde ayırmaktadır.

- İkonik jestler: somut bir bilginin aktarımında kullanılmaktadır. Konuşmacı bir küreden bahsediyorsa elini küreye benzer şekilde göstermesi ikonik jest sınıfına girmektedir. İkonik jestlerin genellikle yorumlanması kolaydır.
- Benzetici jestler ise soyut bir fikri temsil eden somut işaretlerdir. Konuşmacının iki konu arasında bağlantı kurmak için elini köprü şekline dönüştürmesi benzetici jeste örnektir.
- Vurgu jestleri: konuşmanın temposunu yansıtmak veya konuşmanın farklı yönlerini vurgulamak için kullanılmaktadır. Vurgu jestleri daha çok aktarılan bilginin ritmi ile ilgilenirken (Leonard ve Cummins, 2011) ikonik ve benzetici jestler aktarılan içeriğin anlamı ile ilgilenmektedir.
- Gösterici jestler ise kişinin gerçek bir nesneye ya da yöne işaret etmesi durumudur.

Söz konusu sınıflandırmada yer alan el-kol hareketleri ve bunun bir alt ögesi olan gösterici-jest türleri insan-bilgisayar etkileşimi alanında sıklıkla işlenen jestlerdir (Suarez ve Murphy, 2012).

## 2.2. Jest Öğrenme İlişkisi

Jestler çoğunlukla iletişim sürecinde meydana geldiği için temel amacının iletişime destek olmak olduğu düşünülebilmektedir. Ancak jestler özellikle dil ve iletişim başta olmak üzere temsil, akıl yürütme ve konuşma, düşünme ve öğrenmenin merkezinde yer alan diğer birçok olguyu anlamamıza katkıda bulunabilmektedir (Goldin-Meadow ve Alibali, 2013). Radford (2009) jest-düşünme ilişkisini açıklarken; düşünmenin yalnızca zihinde değil, aynı zamanda konuşmanın, bedeninin, jestlerin, sembollerin ve araçların çok yönlü bir göstergebilimsel (semiyotik) koordinasyonu yoluyla gerçekleştiğini belirtmektedir. McNeill ise *El ve Zihin* (McNeill, 1992) başlıklı çalışmasında jestlerin düşünceyi ortaya çıkarma biçimine odaklanırken daha sonra yayınlanan bir önceki eserin devamı niteliğindeki *Jest ve Düşünce* (McNeill, 2005) başlıklı çalışmasında ise jestler düşünceyi ve konuşmayı nasıl besler vurgusunu yaptığı görülmektedir.

Jestin düşünme üzerindeki etkisini inceleyen araştırmalar aynı zamanda öğrenme süreçlerine ilişkin önemli bilgiler sunmaktadır. Roth (2001) jestlerin öğrenme ve öğretmedeki rolünü ele aldığı çalışmasında antropoloji, dilbilim, psikoloji ve eğitim alanındaki alan yazını gözden geçirerek jest kullanımını bilme, öğrenme ve öğretme bağlamında değerlendirmiştir. Roth o zamana dek eğitim çalışmalarında bu jestlerin yeterince konu edilmediği üzerinde durmuştur. Ancak son yirmi yılda jest ve öğrenme üzerine ciddi sayılabilecek bir araştırma eğilimi gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmalardan bir kısmı jestin matematik gibi uzamsal beceri gerektiren konuların öğretiminde kolaylık sağladığını göstermektedir (Arzarello ve Robutti, 2004; Goldin-Meadow, Cook ve Mitchell, 2009; Rasmussen, Stephan ve Allen, 2004). Singer ve Goldin-Meadow (2005), bir matematik dersi sırasında jestleri görmenin dersten 24 saat sonra performansı iyileştirdiğini ve diğer problemlere aktarımı kolaylaştırma eğiliminde olduğunu bildirmişlerdir. Benzer şekilde başka bir araştırmaya göre geometri öğrenimi sırasında jestleri görmek çocukların bilgilerini geliştirmekte ve daha iyi performans göstermelerine sebep olmaktadır. Broaders, Cook, Mitchell ve Goldin-Meadow (2007) ise jest yapmayan öğrencilerin jest yapmaya teşvik edildiklerinde matematiksel problem çözmede yeni stratejiler geliştirdiklerini göstermiştir. Bazı araştırmalar ise öğrencilerin kendileri jest yapmadığında bile öğretmenlerinin jestlerini görmeleri durumunda daha iyi öğrenme geliştirdiklerini göstermektedir (Valenzano, Alibali ve Klatzky, 2003; Ping ve Goldin-Meadow, 2008). Matematik ve geometri gibi sayısal derslerin dışında jestlerin kavramsal öğrenme ve problem çözme desteklediğini gösteren

araştırmalar da bulunmaktadır (Kontra, Goldin-Meadow ve Beilock, 2012; Novack ve Goldin-Meadow, 2015). Örneğın bir araştırmada ahlaki akıl yürütme konusunda fikir yürütmeleri istenen öğrencilerin daha fazla jest ürettiklerinde çoklu bakış açıları geliştirebildikleri ortaya konulmaktadır (Beaudoin-Ryan ve Goldin-Meadow, 2014). Jest-öğrenme ilişkisini konu edinen araştırmaların bedensel katılımın önemine vurgu yaptığı görölmektedir. Bulgular öğrenme sürecinde jest yapmanın ve jestleri gözlemenin önemini ortaya koymaktadır. Söz konusu araştırmalardan yola çıkarak jestlerin iletişim sürecinde olduğu gibi öğrenme ve öğretme sürecinde konuşmada bulunmayan bilgileri ortaya çıkardığı ve öğrenmeyi kolaylaştırdığı söylenebilir.

Novack ve Goldin-Meadow (2015) jestlerin öğrenmeyi desteklemesini duyuşal-motor aktivitelerine bağlayarak şu maddelerle açıklamaktadır:

- Jest vücudun bir eylemi olduğundan, öğrenme üzerindeki etkileri, en azından kısmen, motor sistemi devreye sokma kapasitesinden kaynaklanabilir.
- Jest, bir eylem türü olduğu için öğrenmeyi destekleyebilir.
- Doğru jest yapmayı öğretmek, öğrenmeye yol açabilir.
- Jestler öğrenciler için öğrenme araçları olduğu kadar öğretmenler için de öğretim araçları olabilirler. Jestlerin gelişim boyunca öğrenmeyi destekleme potansiyeli vardır.

Novack ve Goldin-Meadow’a göre öğrenme sürecinde jest yapmak motor aktiviteleri harekete geçirmekte dolaylı olarak öğrenmeyi geliştirmektedir. Buradan hareketle jest dışında diğerk beden hareketlerinin de öğrenme sürecinde etkili olduğu söylenebilir.

### **2.3. Bedenlenmiş Biliş Teorisi (BBT)**

Bilişsel süreçlerin beden ve çevre etkileşimi sonucunda şekillendiğini ifade eden BBT uluslararası alan yazında *Embodied Cognition Theory* kavramı ile yer almaktadır. BBT, beden ve çevrenin bilişsel süreçlerle ilişki biçimine odaklanan bilişsel bilimlerde yeni bir araştırma paradigması olarak ortaya çıkmıştır (Barsalou, 1999; Beilock, 2015). BBT’ye göre; algı, biliş ve eylem ayrı ve ardışık aşamalar olmaktan ziyade aynı anda meydana gelmektedir (Birchfield vd., 2008). Buradan hareketle BBT’de bilişsel süreçler, “dünya, beden ve zihinle ilgili deneyimler sırasında edinilen algısal, motor ve içe dönük durumların yeniden canlandırılması” olarak tanımlanan mekanizmalara dayanmaktadır (Barsalou, 2008,

s. 619). Söz konusu teoride biliş ve bilişin diğer boyutları da dâhil olmak üzere organizmanın tüm vücut davranışları ve hareketleri beynin işlevini ve bilişsel süreçleri değiştirebileceğini varsaymaktadır (Kosmas, Ioannou ve Retalis, 2017; Wilson ve Foglia, 2017). BBT'ye göre beden kısaca zihinsel süreçleri etkilemektedir. Bilişsel bilim felsefesinde baskın olan görüş; zihin ve bilişin doğasını anlamada bedenın çevresel bir rol üstlendiğidir. Klasik görüş bilişsel süreçlerin beden hareketlerinden bağımsız yürüdüğünü vurgular ancak bedenlenmiş biliş savunucuları bunu ciddi bir hata olarak görür. Bilişsel bilimler sahasında ele alınan farklı güncel teoriler vücudun kendi “zekası”na atıfta bulunarak BBT'ye temel oluşturan yeni yaklaşımları içermektedir. Söz konusu güncel yaklaşımlar “bellek, dil, imgesel düşünme, metakognisyon gibi yüksek düzey bilişsel işlevlerin kişi tarafından yürütülmesi sırasında, sinir sisteminin modal duyuşal-motor sistemlerinin, klasik görüşün aksine, aktif olduğunu öne sürmektedirler. Buna da en genel anlamıyla bedenlenmiş biliş denilmektedir” (Koçak, 2018, s.8). Öğrenme ve öğretim üzerine yapılan araştırmaların giderek artan bir şekilde BBT'den etkilendiği görülmektedir. Eğitimde BBT'nin etkileri “bedenlenmiş öğrenme” olarak tanımlanan yeni bir kavram altında incelenmektedir.

### **2.3.1. Bedenlenmiş Öğrenme**

Bedenlenmiş öğrenme “zihni bedenden ayıran” teorilerin üzerinde durduğu “zihinsel eğitime” bir alternatif olarak görülmektedir (Macedonia, 2019). Söz konusu öğrenme yaklaşımı zihin/beden hiyerarşisini reddederek, bunun yerine beden ve hareketlerini ön plana çıkarmaktadır. Öğrenme sürecinde “normalde” görsel, işitsel, dokunsal ve kinestetik duyuşal yöntemler işe koşulurken dil bu süreçte genellikle birincil iletişim aracı olarak yer almaktadır. Diğer duyuşal yöntemler (görüntü, ses, jest veya eylem) “gerçek şeye” açıklayıcı destek unsurları olarak kullanılmaktadır (Kress, Charalampos, Jewitt ve Ogborn, 2001, s. 42). Ancak bedenlenmiş öğrenme yaklaşımında jest veya bedenın diğer eylemleri bilişsel süreçler kadar öğrenme sürecinde etkili ve aktiftir. Başka bir deyişle jest ve diğer eylemlerden oluşan beden hareketleri öğrenme sürecinde zihni şekillendirmede merkezi bir rol oynamaktadır. Bedenlenmiş öğrenme yaklaşımı öğrenciyi öğrenme materyali ile fiziksel bir etkileşime girmeye teşvik etmekte böylelikle öğreneni öğrenme sürecinin merkezine yerleştirmektedir. Buradan hareketle, bedenlenmiş öğrenme olarak bilinen öğrenme etkinliklerin gerçekleştirilebilmesi için bedeni öğrenme sürecine dâhil etmenin yolları düşünülmelidir.

Bedenlenmiş öğrenme ile ilgili alan yazında farklı derleme çalışmalarına rastlanmaktadır. Malinverni ve Pares (2014) tam vücut etkileşimli öğrenme ortamlarının tasarımı ve değerlendirilmesi üzerine sistematik bir inceleme gerçekleştirmiştir. Skulmowski ve Rey (2018), bedenlenmiş öğrenme senaryolarındaki bilişsel yük ölçümlerine odaklanarak bedenlenmiş bilişin eğitsel uygulamalarını gözden geçirmiştir. Georgiou ve Ioannou (2019) teknolojiyle geliştirilmiş bedenlenmiş öğrenme ortamları hakkında 2008'den 2017'ye kadar yayınlanan 41 deneysel çalışmayı sistematik değerlendirmiştir. Bedenlenmiş öğrenme kapsamında ele alınan bu alan yazın incelemeleri öğrenme sürecinde bedensel katılım ve hareket kullanımının öğrenenlerin bilişsel ve akademik becerileri üzerinde umut verici etkileri olduğunu göstermektedir.

### **2.3.2. Hareket (Jest) Tabanlı Öğrenme**

İlgili alan yazında *gesture-based learning* olarak tanımlanan hareket tabanlı öğrenme bedenlenmiş öğrenme faaliyetlerinin teknoloji desteği ile yürütülmesine karşılık kullanılan bir kavramdır. Hareket tabanlı öğrenme öğrencinin beden hareketlerini kullanarak öğrenme materyali ile etkileşime geçmesini konu edinmektedir. HTT'lerin (Kinect, Wii, Move vb.) kullanıldığı öğretim uygulamalarında bedenlenmiş öğrenmenin gerçekleştirildiği savunulmaktadır (Georgiou ve Ioannou, 2019; Chao, Huang, Fang ve Chen, 2013; Hsiao ve Chen, 2016; Li, Wang, Wu ve Chen, 2014). Hareket tabanlı öğrenmenin öğrenmeyi geliştirebileceğine dair yaygın bir varsayım vardır (Georgiou ve Ioannou, 2019). HTT'ler öğrencilerin hedeflenen kavramları edinmelerine yardımcı olabilirken hem öğrenme performansını hem de motor becerilerini geliştirebilmektedir (Chang, Chien, Chiang, Lin ve Lai, 2013). HTT'lerin öğrencilerin içsel motivasyonunu olumlu yönde etkilediğini ve içsel motivasyonun artmasının öğrenme çıktılarında ve motor becerilerde iyileşmelere yol açtığını gösteren çalışmalar da bulunmaktadır. Shakroum vd. (2018) derleme çalışmasında hareket tabanlı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin bilişsel ve duyuşsal çıktılar üzerinde olumlu etkiye sahip olduğunu göstermişler ve farklı öğrenme stilleri ve uzamsal yetenek seviyelerine sahip öğrenciler de dâhil olmak üzere tüm öğrencilerin eğitiminde etkin kullanılabileceğine dikkat çekmişlerdir. Bedenlenmiş öğrenme ve hareket tabanlı öğrenme kavramlarının birbirine benzer tanımlandığı görülmektedir. Bedenlenmiş öğrenme teknoloji dışında diğer eğitsel aktivitelerle de gerçekleştirilebilmektedir. Hareket tabanlı öğrenme ise daha

çok harekete duyarlı teknolojilerin öğrenme sürecinde kullanıldığı araştırmalarda öne çıkmaktadır. Her iki kavram da BBT'yi temel almaktadır.

#### **2.4. Hareket (Jest) Tabanlı Teknolojiler**

İnsan-bilgisayar etkileşimi alanındaki gelişmeler insan davranışlarının algılanıp yorumlanmasına dayalı çalışan yeni arayüz teknolojilerin ortaya çıkmasını sağlamıştır. Kullanıcının başta ses ve beden hareketlerinin girdi olarak işlenmesi gelişen arayüz sistemlerinde mümkün olmuştur. İnsan-bilgisayar etkileşimi alanındaki bu gelişmeler video oyun sektörünü de etkilemiştir. Microsoft, Nintendo ve Sony gibi uluslararası ticari firmalar insan bilgisayar etkileşimi alanındaki gelişmelere paralel bir şekilde hareket tabanlı çalışan sensör teknolojilerini geliştirmeyi başarmıştır (Lozada-Yáñez, Palomino, Veloz-Cherrez, Molina-Granja ve Santillán-Lima, 2020). Nintendo firması geliştirdiği Wii hareket sensörü ile bu alanda öncü olarak piyasada yer almıştır. Wii'nin ardından Microsoft firması Kinect'i ve Sony ise Move isimli kendi sensör teknolojilerini tanıtmıştır. Nintendo ve Sony'nin geliştirdiği Wii ve Move teknolojileri elde tutulması gereken fiziksel bir donanım özelliği ile ortaya çıkmıştır. Bu iki teknolojiye hareketin pozisyonunu, ivmesini ve yönünü belirlemek için ivmeölçer tabanlı üzerinde sabit bir kızılötesi sensör bulunan el tipi kontrolcü taşımak gerekmektedir. Microsoft ise Kinect'i temassız hareket imkanı sağlayan bir sensör olarak geliştirmiştir. Kinect el tip kontrolcü gerektirmeden üzerindeki kameralar yardımı ile görüş alanını analiz ederek hareketleri üç boyutlu algılayabilmektedir. Söz konusu üç teknoloji de vücut hareketleri başta olmak üzere yüz ifadeleri ve kaba motor hareketlerindeki modelleri tanıyabilmekte ve veri olarak işleyebilmektedir. Bu teknolojiler alan yazında HTT'ler olarak tanınmaktadır.

HTT'ler şüphesiz video oyun sektörüne yenilikçi bir etkileşim türü kazandırmıştır. Kullanıcının fare, klavye ya da oyun kontrolcüsü olmaksızın, doğal hareketleri ile oyunla etkileşim kurması kullanıcıya daha gerçekçi ve sürükleyici oyun hissi verdiği söylenebilir (Bratitsis ve Kandroudi, 2014). Kullanıcı kendini daha özgür hissettiği bir ortamda dijital oyunla etkileşim kurabilmektedir. Bu deneyim kullanıcıya yüksek motivasyon ve az enerji ile bilindik hareketleri kullanarak teknolojiyi kontrol etme imkânı tanımaktadır. Arayüzün kullanıma ilişkin gerekli bilgi ve beceriler doğal yolla öğrenilebilmektedir. Oyun sektöründeki bu gelişme harekete duyarlı arayüz teknolojilerinin kolay ulaşılabilir ve makul fiyatlarla son kullanıcının temin edebileceği düzeyde yaygınlaşmasına sebep olmuştur.

Zamanla eğitim alanındaki araştırmacıların ve eğitimcilerin ilgisini çekmeyi başarmıştır. Özellikle yakın gelecekteki eğitim teknolojileri alanındaki eğilimi araştıran ve tahminleri ile tanınan NMC Horizon raporlarında HTT'lerin 2010 yılından sonra 3 yıl üst üste yüksek öğrenimde önemli bir etkisinin olabileceği üzerinde durulmuştur (Johnson, Levine, Smith ve Stone, 2010; Johnson, Smith, Willis, Levine ve Haywood, 2011; Johnson vd., 2012). 2017 ve 2018 yılı raporlarında ise aynı teknolojilere vurgu yapıldığı görülmektedir (Adams Becker vd., 2017, 2018). Bu raporlarla birlikte HTT'lerle ilgili eğitim, araştırma ve akademik çalışma alanlarında giderek artan sayıda prototip uygulama görülmeye başlanmıştır.

Hareket tabanlı sensörler içerisinde Kinect teknolojisinin yaygın bir şekilde araştırmalara konu edildiği görülmektedir. Kinect'in benzerlerinden farklı olarak sunduğu tamamen temassız kullanım özelliği kullanıcı ve bilgisayar arasında bir klavye veya farenin aracılığını ortadan kaldırarak, jest tabanlı etkileşimler ile kullanıcının bilgisayardaki görsel içerikle doğrudan etkileşime girmesini sağlamaktadır. Microsoft o dönem Nintendo ve Playstation'ın hali hazırda kullandıkları teknolojilerden çok daha yenilikçi bir yaklaşımla piyasaya girmesine rağmen 2014 yılında konsol dünyasındaki rekabetten olumsuz etkilenmiş, 2017 yılı Kasım ayında ise Kinect adaptörünün üretimine son verdiğini bildirmiştir. Kinect'in Xbox oyun konsolunun zorunlu bir aksesuarı olarak satılması bunun da tüketiciye artan bir fiyat olarak yansması rekabeti olumsuz etkileyen sebepler arasında gösterilmiştir. Ancak Kinect'in temelinde çalışan teknolojinin HoloLens, Cortana ses asistanı, Windows Hello yüz ve parmak tanıma sistemi ve içeriğe duyarlı kullanıcı arayüzü gibi ürünlerde yaşamaya devam edeceği ifade edilmiştir. Sonuç olarak Microsoft Kinect'i önce oyun konsolunun bir parçası olmaktan çıkarmış daha sonra ise Kinect'in üretimine tamamen son verdiğini açıklamıştır. Kinect, oyun dünyasında her ne kadar uzun soluklu olmasa da diğer araştırma ve geliştirme sahasında kabul görmüş ve geliştiriciler tarafından bu teknolojinin üretiminin devam edilmesi beklentisi ortaya çıkmıştır. Kinect'in üretiminin durdurulduğu tarihten yaklaşık 2 yıl sonra 2019 yılında Microsoft, Azure Kinect DK ismi ile tamamen geliştiricilere yönelik yeni bir Kinect teknolojisini geliştirdiğini duyurmuş ve 2021 yılında tüketici ile buluşturmuştur. Microsoft Kinect'i oyun merkezli yaklaşımdan araştırma ve geliştirme faaliyetlerine yönelttiği söylenebilir. Kinect'in gelişim serüveni incelendiğinde teknolojinin yeteri kadar kabul gördüğü ancak ticari rekabet ve kaygılar nedeni ile oyun dünyasında tutunamadığı gözlenmiştir. Hedeflenen kitle dışında daha farklı bir topluluğun

ilgisini çeken Kinect'in fizik tedavi, ergoterapi, özel eğitim, tıp vb. sahalarda yürütülen araştırmalara sıkça konu edildiği görülmektedir.

#### **2.4.1. Microsoft Kinect Algılayıcısı ve Sürümleri**

Microsoft tüketici ve kurumsal pazarda yazılım, donanım, hizmet ve tüketici elektroniği geliştiren ve piyasaya süren Amerika merkezli, çokuluslu bir teknoloji şirkettir. Microsoft 2010 yılında İsrail merkezli PrimeSense firması ile iş birliğine giderek *Project Natal* kod adı ile tamamen temassız etkileşim özelliği olan bir arayüz teknolojisinin tanıtımını yapmış ve yaklaşık bir yıl sonra 4 Kasım 2010 tarihinde Kinect ismini verdiği hareket sensörünü geliştirerek oyun dünyasına sunmuştur (Zhang, 2012). Kinect kullanıcının bedeni üzerinde bulunan belirli hareket noktalarının üç boyutlu düzlemdeki değişimini anlık olarak algılayarak bunu girdi verisi olarak işleyen bir teknolojidir.

Kinect'in üzerinde iki farklı kamera teknolojisi bulunmaktadır. Bunlardan biri bilindik geleneksel video kameradır (RGB, renk kamerası). Diğerisi ise üç boyutlu hareketleri algılamak üzere geliştirilmiş olan derinlikölçer kamera teknolojisidir. Derinlikölçer kamera içerisinde ise bir kızıl ötesi yayıcı donanım ve bir de kızıl ötesi projektör bulunur. Bunların dışında Kinect içerisinde belirli aralıklarla yerleştirilmiş mikrofondizisi bulunmaktadır. Mikrofonlar kullanıcının sesini ve yönünü ayırt etmek amacıyla donanıma dâhil edilmiştir.

Kinect oyuncunun eklemlerinin (hareket noktaları) gerçek zamanlı konumunu (x, y, z) vermektedir. Kinect ilk zamanlar sadece video oyun sektöründe kullanılmak üzere Xbox 360 oyun konsolunun bir aksesuarı olarak kullanıma sunulmuştur. Daha sonra teknoloji alanındaki girişimcilerin ve çevrimiçi toplulukların müdahaleleri ile "hack"lenerek harici bir adaptörle farklı amaçlar için bilgisayar ortamında çalıştırılması mümkün olmuştur. Microsoft bu girişimlerin bir sonucu olarak önce 2011 yılı Nisan ayında yazılım geliştirme setinin BETA sürümünü 2011 temmuz ayında ise kararlı sürümünü yayınlamıştır. 2012 yılında doğrudan bilgisayarlarda çalışabilecek bir Kinect donanımını da geliştirerek yazılım geliştiricilere bilgisayar ortamında uygulamalar geliştirme ve bu uygulamaları lisanslayabilme imkânı sunmuştur. Bu gelişmelerin neticesinde Kinect algılayıcısının bilgisayar ortamında farklı uygulamalar için kullanımının önü açıldığı söylenebilir. Microsoft araştırmanın yapıldığı zamana dek Kinect sensöründe 3 farklı tasarım ve donanım değişikliği gerçekleştirmiştir. Buradan hareketle üç farklı Kinect sürümünün gelişiminden söz edilebilmektedir. Bu sürümler birinci, ikinci ve üçüncü nesil olarak 3 temel kategoriye

ayrılmaktadır. Birinci ve ikinci nesil Kinect teknolojisinde bilgisayar ve oyun konsolu için iki farklı Kinect sensörü geliştirilmiştir. Üçüncü nesil Kinect teknolojisi ise yazılım geliştiriciler için tek tipte üretilmiştir. Geliştirilen her yeni sürümde kamera açıları, çözünürlük ve derinlik ölçüm gibi teknik özelliklerde iyileştirme yapıldığı görülmektedir.

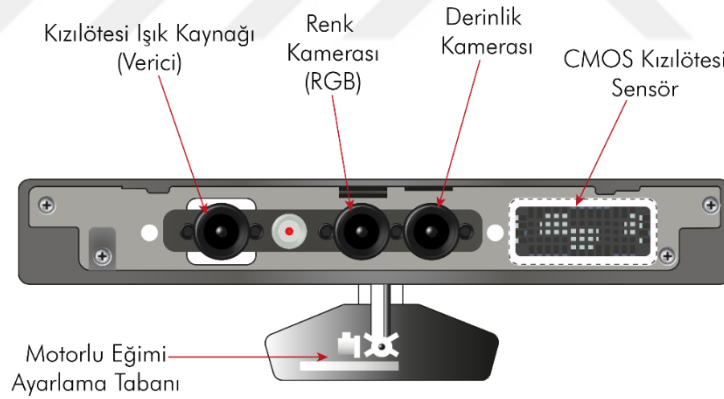
#### **2.4.1.1. Birinci Nesil Kinect Sensörü (Kinect v1)**

Birinci nesil algılayıcılardan ilki 2010 yılında *Kinect for Xbox 360* ismi ile geliştirilmiş ve Xbox 360 oyun konsolunda kullanılmak üzere son kullanıcıya sunulmuştur. Birinci neslin diğer sürümü ise Windows işletim sisteminde çalışmak üzere geliştirilen *Kinect for Windows*'tur. Bu sensör 2012 yılında piyasaya sürülmüştür. İlk nesil sensörler Kinect 1.0 veya Kinect v1 olarak isimlendirilmektedir. Birinci nesil sürümlerin (*Kinect for Xbox 360* ve *Kinect for Windows*) donanım özellikleri neredeyse aynıdır. Yazılıma bağlı kısmi değişiklikler söz konusudur. Kinect v1 sürümündeki iki donanım arasındaki en belirgin fark, *Kinect for Windows*'un oyun konsolu dışında Windows işletim sistemi ile çalışan bilgisayarlarda kullanılmak üzere gerekli kontrollerin yapılmış olması ve test edilmesidir. *Kinect for Windows*'ta API iyileştirmesinin yanı sıra gelişmiş USB desteği sunulmuştur. Donanım boyutları aynıdır ancak *Kinect for Windows* sensörünün USB kablosu diğerine oranla daha kısadır. Bu iki algılayıcı farklı bir araç yazılımına (firmware) sahiptir. Bir diğer önemli fark ise *Kinect for Windows*'un “*Near Mode*” özelliğini desteklemesidir. “*Near Mode*” daha yakından algılama ve izleme yapılabilmesini ifaden bir özelliktir. Normal izleme ile en az 80 cm uzaklıktaki insan vücuduna ait hareket değişimleri takip edilebilirken, “*Near Mode*” özelliği ile 40 cm yakınlığa kadar algılama ve izleme yapılabilmektedir. Bu özellik ayrıntılı yüz tanımanın yanı sıra oturuş pozisyonundaki hareketlerin algılanmasını sağlamaktadır. Her iki Kinect v1 sensörü de bilgisayar bağlantı adaptörü aracılığı ile Windows işletim sistemine sahip (Windows 7,8,8.1,10) bilgisayarlarda kullanılabilmektedir. Kinect v1 sürümünde bir geleneksel video kamera (renk kamerası), bir kızılötesi ışık kaynağı, bir derinlikölçer kamera (CMOS kızıl ötesi sensörü ile çalışır) ve 4 mikrofon bulunmaktadır. Kinect v1 sürümlerinde üç boyutlu görüntülerin algılanması yapılandırılmış ışık tekniğine (structured light) dayanmaktadır. Kızılötesi ışık kaynağından çıkan ışık demetleri derinlikölçer kamera tarafından üçgenleme tekniği ile algılanmaktadır. Elde edilen vücut görseli, araç yazılımı içerisinde bulunan önceden kaydedilmiş (makine öğrenmesi ile eğitilmiş) duruş pozisyonları ile karşılaştırılmakta ve en uygun eşleştirme

gerçekleştirilmektedir. Son olarak karar verilen duruş pozisyonu üzerine iskelet sistemi ve hareket noktaları eklenerek söz konusu noktaların gerçek zamanlı üç boyutlu ortamdaki konumsal değişimi izlenmektedir.



Şekil 1. Kinect v1'in dış donanım özellikleri



Şekil 2. Kinect v1'in iç donanım özellikleri

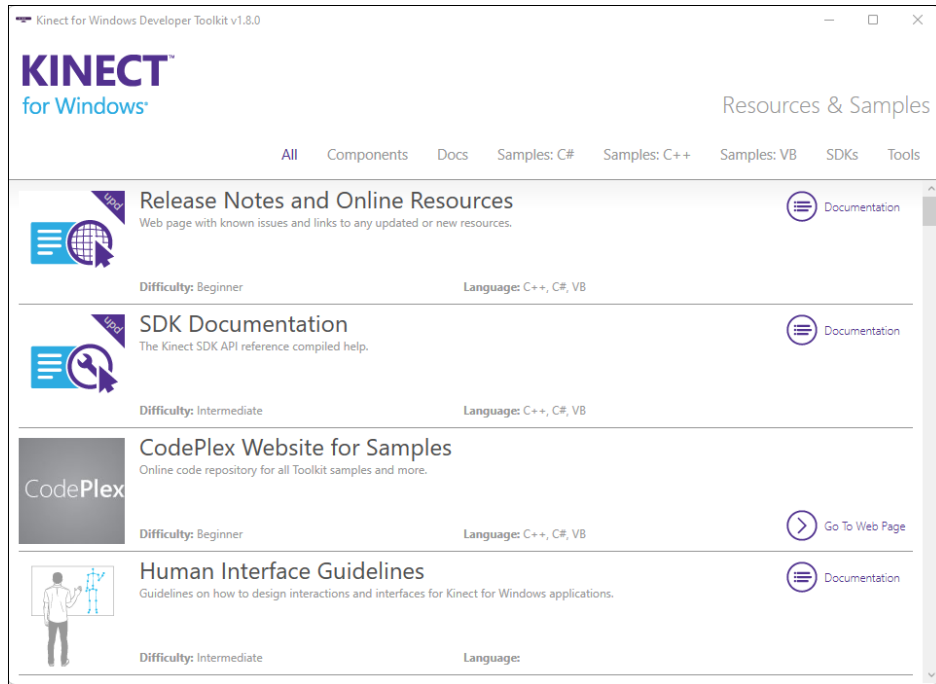
Kinect for Windows'ta, sensörün görüş alanı içinde bulunan en fazla altı kişi belirli ölçülerde aynı anda takip edilebilmektedir. Bu altı kişiden ikisi için tam vücut izleme yapılabilmektedir. Diğer dört kullanıcı için Kinect for Windows az miktarda bilgi döndürerek oyuncuların merkez konumunu vermektedir. Kinect v1 sürümleri ayrıca tek ve çok modlu etkileşimi desteklemektedir. Tek modlu etkileşim sadece beden hareketlerinin ya da sesin girdi olarak işlenmesi durumudur. Çok modlu etkileşimde hem beden hareketleri

hem de ses aynı anda girdi olarak işlenebilmektedir. Örneğin ekrandaki bir nesneyi uzaktan el hareketi ile seçerek “sepete ekle” ses komutu ile işlemin gerçekleştirilmesi çok modlu bir etkileşime örnektir.

### *Yazılım Geliştirme Desteği*

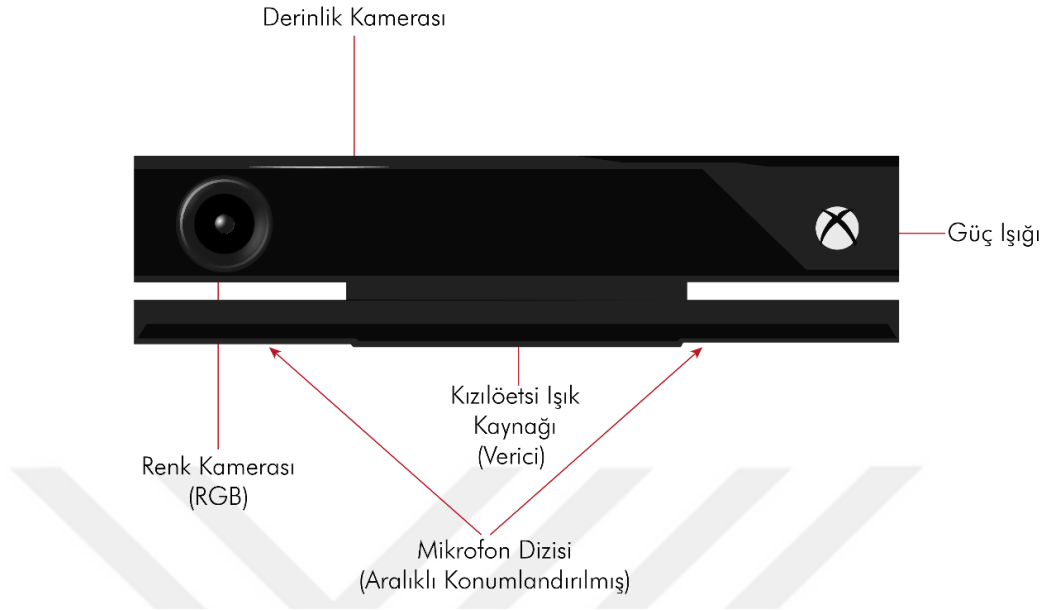
Microsoft tarafından Kinect v1 için yazılım geliştirme seti ve geliştirici araç seti olmak üzere iki farklı yazılım desteği sunulmaktadır. Yazılım geliştirme seti: iki kişi için iskelet takibi, altı kişi için oyuncu takibi ve ses verilerinden hareketle kelime tanıma gibi bilgileri sağlamak için sensörden gelen ham verileri işleyen yazılım parçacıklarından oluşmaktadır. Yazılım geliştirme seti geliştiricilerin Windows 7, Windows 8, Windows 8.1 ve Windows Embedded Standard 7 çalıştıran bilgisayarlarda Kinect sensör teknolojisini kullanarak hareket ve ses tanımayı destekleyen uygulamalar oluşturmalarına olanak tanımaktadır.

Geliştirici Araç Seti'ni kullanmak isteğe bağlıdır, ancak içinde yazılım geliştirme aşamasında gerekli olacak kod örneklerinin yanı sıra arayüzleri daha hızlı oluşturmaya yardımcı olan Kinect Düğmesi ve Kinect İmleç gibi bileşenler bulunmaktadır. Araç seti içerisinde ayrıca C#, C++, Visual Basic dillerine ait kaynak kodu örnekleri, Kinect Fusion, Kinect Interactions ve Kinect Stüdyo yazılımları bulunmaktadır. Kinect Fusion kalibrasyon için uygulayıcılara önemli bilgiler veren bir yazılım olarak bilinmektedir.



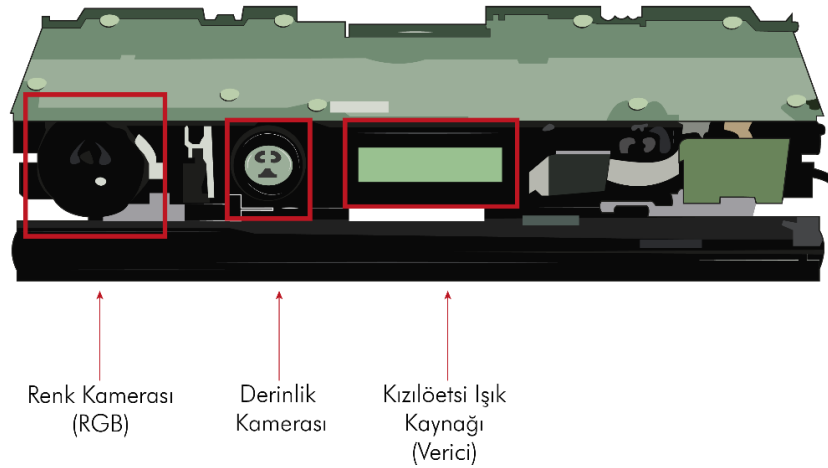
Şekil 3. Kinect v1'in geliştirici araç seti

#### 2.4.1.2. İkinci Nesil Kinect Sensörü (Kinect v2)



Şekil 4. Kinect v2'nin dış donanımı

İkinci nesil Kinect algılayıcıları önceki sürümde olduğu gibi oyun konsolu ve bilgisayar ortamında kullanılmak üzere iki tipte üretilmiştir. İkinci neslin ilk sürümü, 2013 yılında Xbox One oyun konsolunda kullanılmak üzere *Kinect for Xbox One* adı ile satışa çıkarılmıştır. Bir yıl sonra 2014 yılında bilgisayar ortamında kullanılmak üzere *Kinect for Windows v2* geliştirilerek kullanıcıların kullanımına sunulmuştur. Bu iki algılayıcı Kinect 2.0 veya Kinect v2 sürümü olarak adlandırılmaktadır. İkinci nesil Kinect yazılım geliştirme desteği için tek bir uygulama olan SDK 2.0 Browser kullanılmaktadır.

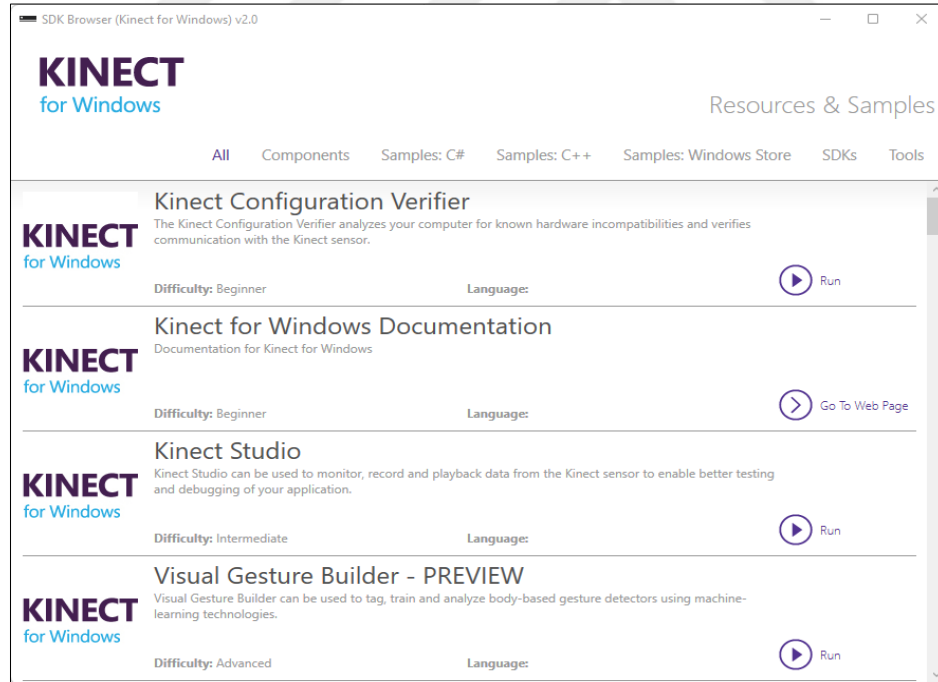


Şekil 5. Kinect v2'nin iç donanımı

İkinci nesil Kinect'in ilk sürümüne göre daha gelişmiş özellikler içerdiği söylenebilir. İkinci nesil teknolojiye üç boyutlu verilerin algılanması uçuş süresi (Time of Flight: ToF) tekniği olarak bilinen farklı bir hesaplama yöntemine dayalı gerçekleştirilmektedir.

#### 2.5.2.1. Yazılım Geliştirme Desteği

Kinect v1'den farklı olarak hem yazılım geliştirme hem de araç seti tek bir uygulamada birleştirilmiştir. Kinect Yazılım Geliştirme Seti v2.0 Browser ismi ile kurulan uygulama paketinde C#, C++ dillerine ait kaynak kodu örnekleri yanı sıra Windows Store'da yer alan örneklerle yer verilmektedir. Kinect'in doğru bir konfigürasyonla bilgisayara bağlanıp bağlanmadığını kontrol eden Kinect Configuration Verifier ve Kinect Stüdyo yazılımları kalibrasyon için uygulayıcıları önemli bilgiler vermektedir. Kinect Yazılım Geliştirme Seti v2.0 Browser, 3D oyunlar için bir geliştirme platformu olan Unity için de resmi destek sağlamaktadır.



Şekil 6. Kinect v2'nin yazılım geliştirme ve geliştirici araç seti

#### 2.4.1.3. Üçüncü Nesil Kinect Sensörü (Azure Kinect DK)

Azure Kinect DK olarak isimlendirilen bu araçta önceki sürümlerde olduğu gibi RGB kamera, derinlikölçer kamera ve mikrofon dizisi bulunmaktadır. Önceki sürümlerden farklı

olarak mikrofon sayısı 7'ye çıkarılmış, ivmeölçer ve jiroskop (IMU) özellikleri eklenmiştir. Azure Kinect DK aynı anda birden fazla Kinect algılayıcısı ile uyumlu çalışma özelliği bulunmaktadır. Önceki sürümler sadece Windows işletim sistemlerinde çalışırken Kinect v3 Linux işletim sisteminde de stabil çalışacak duruma getirilmiştir.



Şekil 7. Kinect v3'ün (Azure Kinect DK) iç donanımı



Şekil 8. Kinect v3'ün (Azure Kinect DK) dış donanımı

Azure Kinect DK ikinci nesil Kinect'in yarısından daha küçük boyutlara sahiptir. Azure Kinect DK tamamen geliştiriciler için tasarlanmıştır.

#### 2.4.2. Kinect Sürümlerinin Teknik Özellikleri

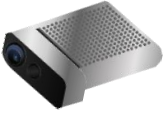
Kinect sürümleri farklı donanım özelliklerine sahip olsa da bazı özelliklerin ortak olduğu görülmektedir. Her algılayıcının iç donanımında RGB-D sensörü olarak adlandırılan Kırmızı-yeşil-mavi renk kamerası ve derinlikölçer kamera teknolojisi bulunmaktadır. Renk Kamerası (RGB), görüntüyü fotoğraf veya video çekmek, arka planı kaldırmak, yüz tanıma gibi işlemler için kullanılmaktadır. Renk kamerası dünyayı iki boyutlu algılamaktadır. Ancak Kinect kullandığı teknoloji ile görüntülediği alandan üç boyutlu veri toplayabilmektedir. Bu üzerindeki derinlikölçer kameralar ile mümkün olmaktadır. Derinlikölçer kamera teknolojisi kızılötesi ışın yayan kamera ve kızılötesi projektörden oluşmaktadır. Hareketlerin algılanması ve hareket noktalarının konumu, kızılötesi kamera ve projektörle sağlanmaktadır.

Kinect v1 ve v2'nin donanım boyutları birbirine yakın değerleri içermektedir. Kinect v3 diğer iki sürüme göre daha küçük ve portatif olarak geliştirilmiştir. Her üç teknolojinin ağırlıkları yaklaşık yarım kilogramdır. Kinect v1 ve v2'de 4 adet, Kinect v3'te 7 adet mikrofon bulunmaktadır. Mikrofonlar Kinect'i ses ile kontrol etmek amacıyla kullanılmaktadır. RGB ve derinlikölçer kamera açıları her bir sürümde artırılarak iyileştirilmiştir. Kinect v1'de 20, Kinect v2'de 25, Kinect v3'te ise 32 hareket eklemesindeki üç boyutlu değişimler algılanabilmektedir. Kinect v1'in alt tarafında görüş alanını aşağı ve yukarı yönlendirmek için motorlu bir hareket sistemi bulunmaktadır. Diğer sürümlerde motorlu hareket sistemi kaldırılmıştır. Kinect sürümlerinde farklı USB teknolojilerinin kullanıldığı görülmektedir. Kinect v1'de USB 2.0, Kinect v2'de USB 3.0, Kinect v3'te ise USB 3.0 ve USB 3.1 bağlantı portu bulunmaktadır. USB teknolojisindeki gelişim veri aktarımının giderek arttığını göstermektedir.

Her bir Kinect sürümü için Microsoft tarafından içerisinde C++/CLI, C# ve Visual Basic .NET dillerini destekleyen örnek kod yapıları bulunan yazılım desteği sağlanmaktadır. Tablo 2'de farklı Kinect sürümleri teknik özellikleri bakımından karşılaştırılmıştır.

Tablo 2.

*Kinect Sürümlerin Teknik Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması*

|                                                  | Kinect v1                                                                         | Kinect v2                                                                          | Kinect v3                                                                           |
|--------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                  |  |  |  |
| Kinect Sürümleri                                 | Kinect for Xbox 360<br>Kinect for Windows                                         | Kinect for Xbox One<br>Kinect for Windows v2                                       | Azure Kinect DK                                                                     |
| Boyut                                            | 279 x 64 x 38 mm                                                                  | 249 x 66 x 67 mm                                                                   | 103 x 39 x 126 mm                                                                   |
| Ağırlık <sup>1</sup>                             | 430g                                                                              | 610g                                                                               | 440g                                                                                |
| RGB Kamera<br>Çözünürlüğü /FPS                   | 640 x 480 /30 FPS<br>1280 x 720 /12 FPS                                           | 1920 x 1080 /30 FPS                                                                | 3840 x 2160 /30 FPS                                                                 |
| Derinlik Kamera<br>Çözünürlüğü /FPS              | 320 x 240 /30 FPS<br>80 x 60 /30 FPS                                              | 512 x 424 /30 FPS                                                                  | 640 x 576 30 FPS<br>512 x 512 30 FPS<br>1024 x 1024 15 FPS<br>320 x 280 30 FPS      |
| RGB Kamera Açısı                                 | Yatay 62°<br>Dikey 48.6°                                                          | Yatay 84.1°<br>Dikey 53.8°                                                         | 90°x59°<br>90°x74.3°                                                                |
| Derinlik Kamera (IR)<br>Açısı                    | Yatay 58.5°<br>Dikey 46.6°                                                        | Yatay 70.6°<br>Dikey 60°                                                           | 75°x65°<br>120°x120°                                                                |
| Uzaktan Algılama<br>Mesafesi                     | 0,8-4,5 m<br>Yakın: 0,4-4 m<br>(Near Mode)                                        | 0,5-4,5 m<br>Yakın: 0,5 m-4,5 m<br>(Near Mode)                                     | 0,5-3,86 m<br>0,5-5,46 m<br>0,25- 2,21 m<br>0,25-2,88 m                             |
| Derinlik Hesaplama<br>Tekniği                    | Yapılandırılmış ışık<br>(structured-light)                                        | Time-of-Flight<br>(ToF)                                                            | Time-of-Flight<br>(ToF)                                                             |
| Algılanan Anatomik<br>Hareket Eklemi Sayısı      | 20                                                                                | 25                                                                                 | 32                                                                                  |
| Aynı Anda Taranan<br>İskelet sayısı (kişi)       | 2                                                                                 | 6                                                                                  | 12                                                                                  |
| Yazılım Geliştirme Seti                          | SDK 1.8                                                                           | SDK 2.0                                                                            | Azure Kinect SDK<br>1.1.0<br>Kinect Sensor SDK<br>Kinect Body<br>Tracking SDK 0.9.2 |
| Mikrofon (adet)                                  | 4                                                                                 | 4                                                                                  | 7                                                                                   |
| USB Teknolojisi                                  | USB 2                                                                             | USB 3.0 Gen-2                                                                      | USB 3.1 Gen-1<br>Tip C                                                              |
| Minimum Gecikme <sup>2</sup>                     | 102 ms                                                                            | 20 ms                                                                              | Veri yok                                                                            |
| IMU                                              | Yok                                                                               | Yok                                                                                | Var                                                                                 |
| Birden Fazla Kinect ile<br>Senkronize Çalıştırma | Yok                                                                               | Yok                                                                                | Var                                                                                 |
| Hareket Motoru                                   | ± 27°                                                                             | Yok                                                                                | Yok                                                                                 |

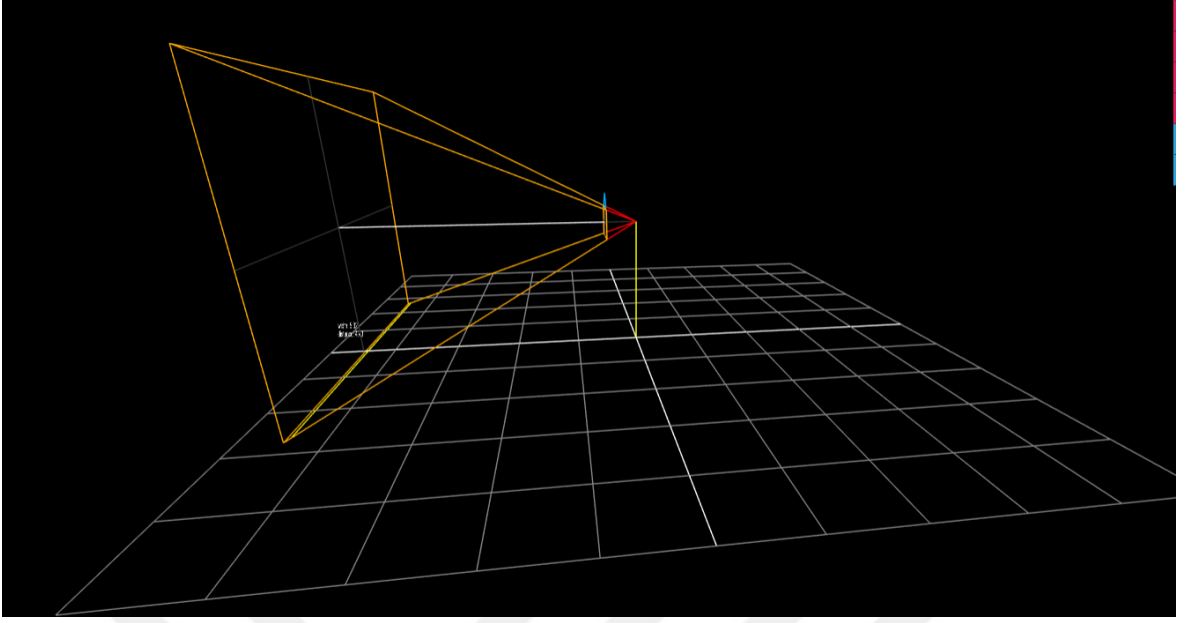
Not: m: metre, mm: milimetre, ms: milisaniye IR (Infrared): kızılötesi, FPS (frame per second): saniyede görüntülenen kare, IMU (Inertial Measurement Unit): Jiroskop ve ivmeölçer

<sup>1</sup>Tölgyessy, Dekan ve Chovanec (2020), <sup>2</sup>Guzsvinecz, Szucs ve Sik-Lanyi (2019)

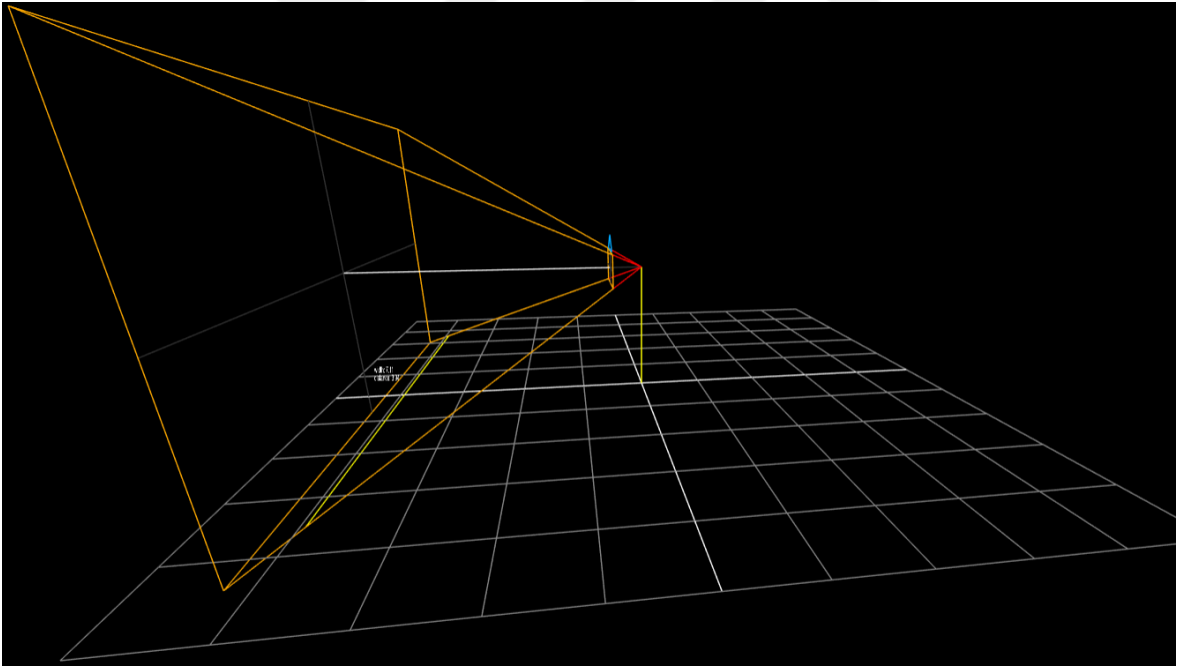
### 2.4.3. Kinect Sürümlerinin Karşılaştırılması

Üçüncü nesil Kinect sürümü olan Azure Kinect DK bu çalışma hazırlanırken henüz ilgili araştırma sahasında yeterince test edilme imkânı bulmadığı için Kinect v1 ve v2'ye odaklanarak bir karşılaştırma yapılmıştır. Tablo 2'de sunulan donanımsal karşılaştırma verilerine göre Kinect v2'nin Kinect v1'e göre daha gelişmiş çözünürlüğe, daha geniş görme/tarama/izleme açısına ve aynı anda daha fazla iskelet tarama gibi özelliklere sahip olduğu görülmektedir. RGB kameraları karşılaştırıldığında Kinect v2'nin görüntü çözünürlüğünü yatay ve dikey yönde ikiye katlayarak iyileştirdiği görülmektedir. Derinlik kamerası özellikleri kıyaslandığında ise arada çok büyük bir fark olmamakla birlikte Kinect v2'de derinlik ölçme hassasiyetinin artırıldığı söylenebilir. Ancak bu karşılaştırmayı sağlıklı yapmak mümkün değildir. Bunun nedeni Kinect v1 ve v2'nin kullandıkları derinlik ölçme teknolojileri bakımından farklılık göstermeleridir. Kinect v1'de yapılandırılmış ışık tekniğine dayalı (structured-light) derinlik ölçme teknolojisi kullanılırken Kinect v2'de derinlik ölçmek için uçuş süresi (Time of Flight: ToF) teknolojisi kullanılmaktadır. Donanımsal özellikler incelendiğinde Kinect v2'nin daha fazla kişiyle, daha fazla ekleme, daha hızlı ve daha hassas biçimde algılama ve izleme yapabildiği görülmektedir. Minimum gecikme değerlerine bakıldığında Kinect v2'de önemli bir iyileştirme yapıldığı görülmektedir. Buna göre bir hareketin algılanması ve tepki verilmesi için geçecek süre bir önceki sürüme göre Kinect v2'de oldukça kısadır. Söz konusu gecikme; yazılım geliştirme setine bağlı ayarlar, görüntü çözünürlüğü, görüntü formatı, pozlama ve grafik işleme birimi gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişebilmektedir. Araştırmalarda bu değer Kinect v2'de 20-70 milisaniye olduğu gösterilmektedir (Guzsvinecz, Szucs ve Sik-Lanyi, 2019). Kinect v2'de kullanılan ToF teknolojisi nedeniyle nesne yansıtma sorunları ortaya çıkabilmektedir. Kinect v1 ve v2 dış ortamda kullanılamamaktadır. Bunu nedeni üç boyutlu hareket yakalama tekniğinin kızılötesi teknolojisine bağlı olmasıdır. Güneş ışığının kızılötesi dalga boyunda ışık demetlerini içermesi söz konusu teknolojinin doğru ışığı ayırt etmesini güçleştirmektedir.

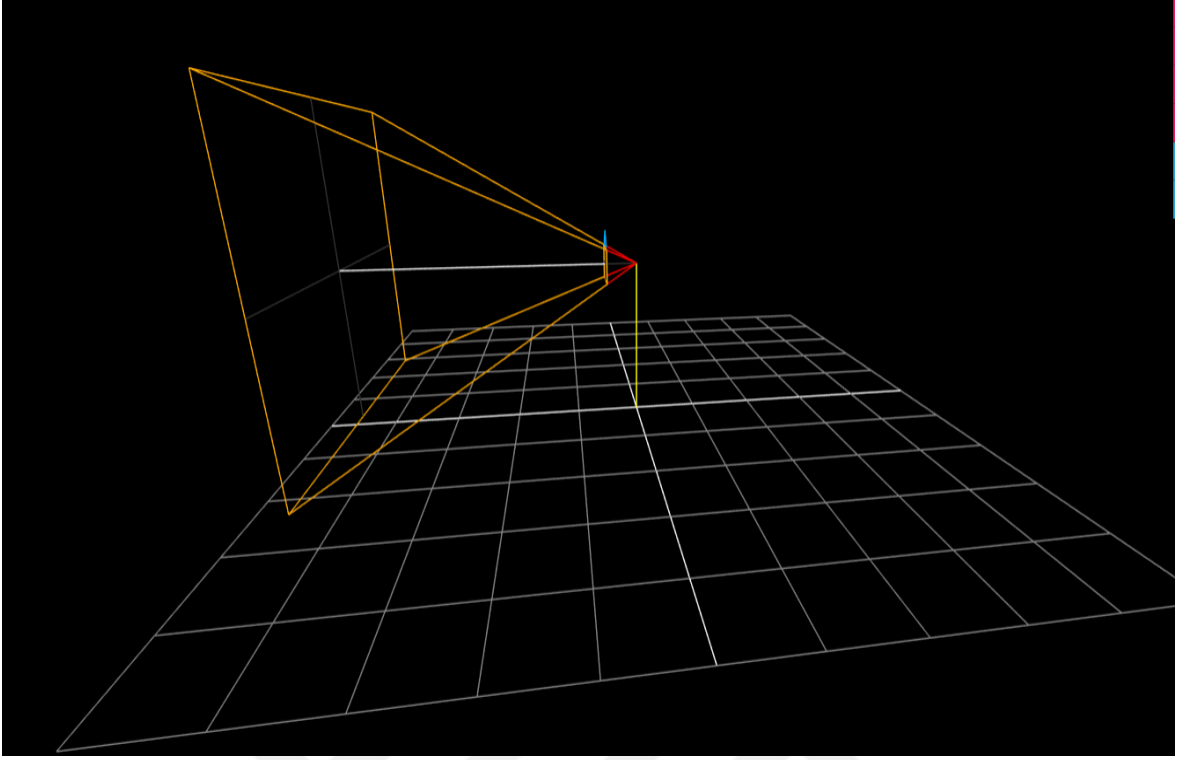
Smeenk (t.y.) Kinect v1 ve Kinect v2'nin yazılım geliştirme araçlarından yararlanarak her iki sensörün derinlik ve RGB kamera özelliklerini görme açısı bakımından karşılaştırmıştır. WebGL formatında hazırladığı dinamik bir web grafiği üzerinden farklıları göstermiştir. Şekil 9-12'de bulunan görsellerde zemindeki dikdörtgenler referans alınarak karşılaştırma yapılabilmektedir.



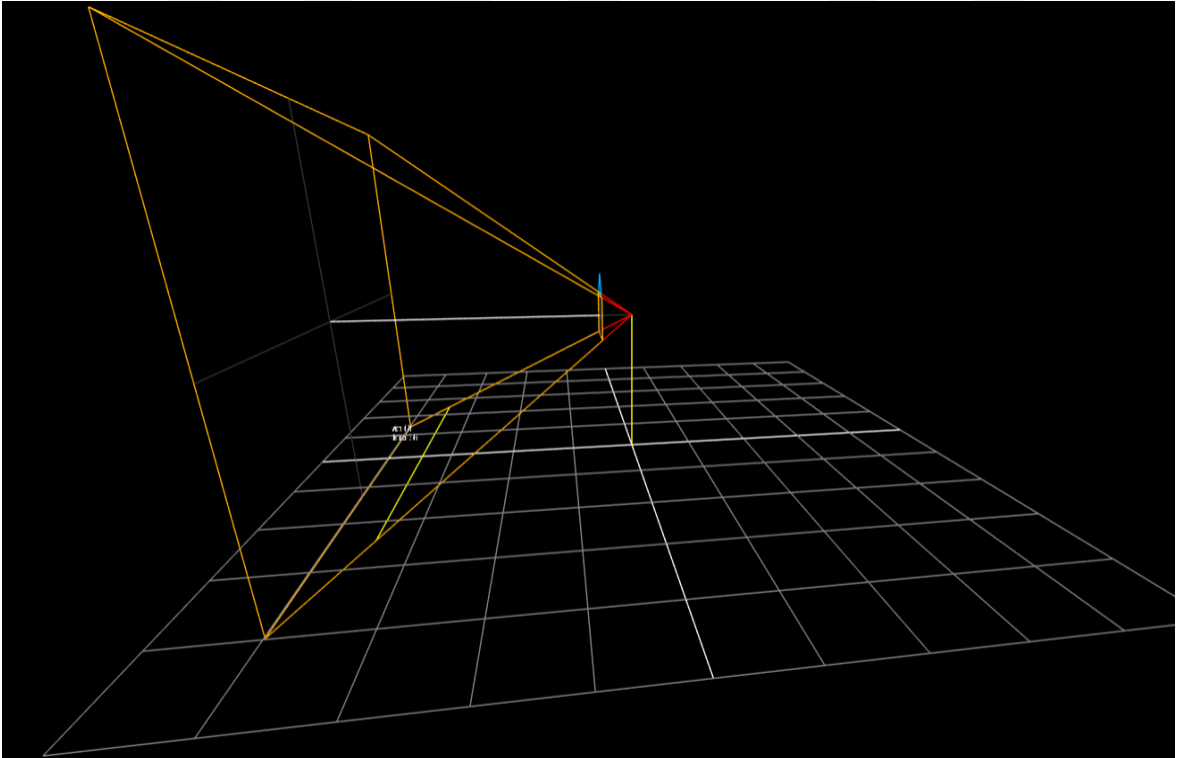
Şekil 9. Kinect v1'in RGB kamerası görüş açısı



Şekil 10. Kinect v2'nin RGB kamerası görüş açısı



Şekil 11. Kinect v1'in derinlik kamerası görüş açısı



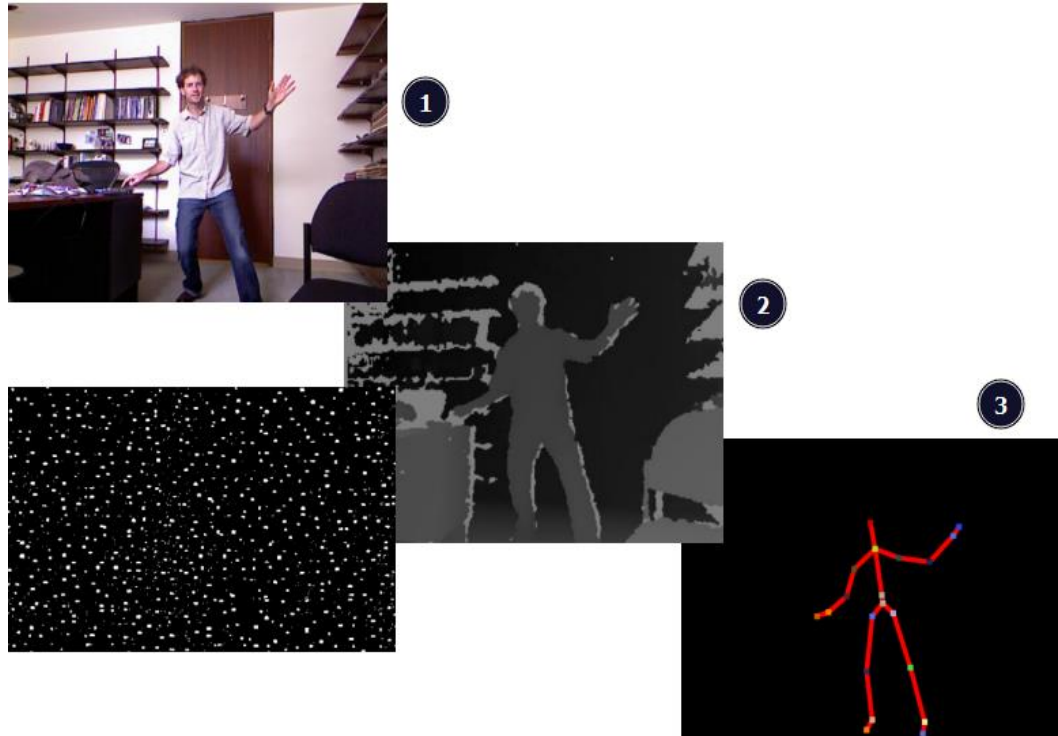
Şekil 12. Kinect v2'in derinlik kamerası görüş açısı

#### 2.4.4. Kinect Sürümlerinde Hareket Yakalama ve İskelet Takibi

Her üç nesil Kinect sensöründe hareket algılama aşamaları birbirine yakın bir benzerlik göstermektedir. İlk aşamada kullanıcı arka zeminden ayrılmakta, kızılötesi kameralar yardımı ile bedenin ortamdaki konumu belirlenmektedir. Elde edilen duruş pozisyonu sensör içerisinde kayıtlı beden görsellerinden biri ile eşleştirilerek elden edilen görsele iskelet yerleştirilmektedir. İskelet üzerinde farklı eklem noktaları bulunmaktadır. Söz konusu noktalar daha sonra Kinect tarafından gerçek hareket eklemi gibi algılanmak üzere kullanılmaktadır. Görüntü yakalama ve hareket izleme işlemi şu aşamalardan geçmektedir:

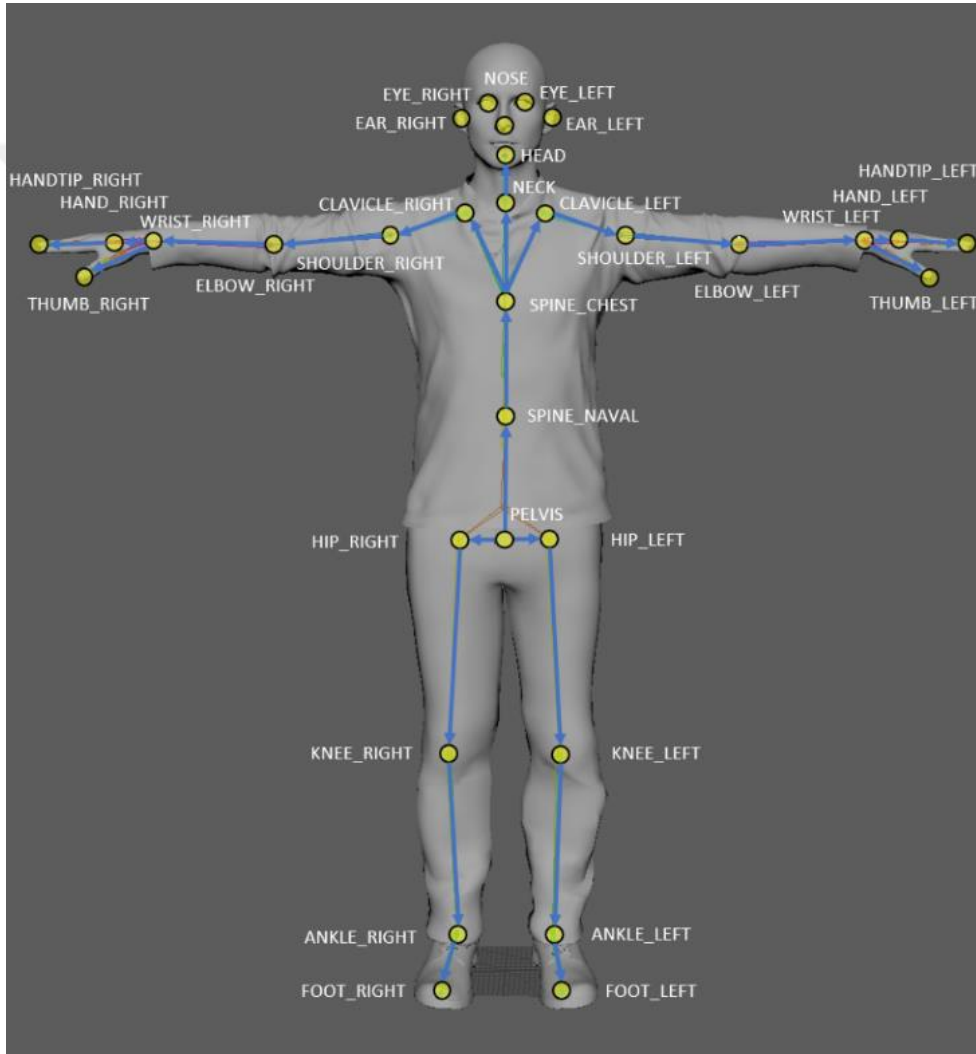
- Görüntülenen alanda bir veya daha fazla kullanıcıya ait görüntü kareleri yakalanır.
- Kullanıcı RGB kamerası yardım ile arka zeminden ayrıştırılır.
- Elde edilen duruş pozu Kinect'in iç yazılımında bulunan kayıtlı diğer duruş pozları ile karşılaştırılır ve en uygun eşleştirme yapılır.
- Mevcut poz tahmin edildikten sonra rafine edilir daha sonra iskelet ve hareket eklemleri görüntüye yerleştirilir.

Derinlikölçer kameralardan elde edilen görüntülerden derinlik haritası çıkarılmaktadır. Daha sonra vücut hareket noktaları bu harita üzerine yerleştirilerek yorumlanmaktadır.



Şekil 13. Kinect v1'in hareket algılama aşamaları  
MacCormick, J. (2011). How does the Kinect work. Dickinson College.  
<http://users.dickinson.edu/~jmac/selected-talks/kinect.pdf> sayfasından erişilmiştir.

Yorumlama işlemi makine öğrenmesi ve yazılım aracılığı ile yapılmaktadır. Her bir Kinect sürümünün farklı sayıda eklem noktasını tarayabildiği görülmektedir. Örneğin Kinect v1 sürümünde ellerin bulunduğu bölgede eklem noktası bulunmadığı için ellerin açılıp kapanması algılanamamaktadır. Kinect v1’de 20, v2’de 25, v3’te ise 32 hareket eklemi algılanabilmektedir. Şekil 13’te üçüncü nesil Kinect olan Azure Kinect DK’nın algıladığı hareket noktaları gösterilmektedir.



Şekil 14. Azure Kinect DK’nın iskelet üzerinde algıladığı noktalar.  
Azure Kinect DK. (2022, Eylül 2). Azure Kinect gövde izleme bağlantıları.  
<https://learn.microsoft.com/tr-tr/azure/kinect-dk/body-joints> sayfasından erişilmiştir.

Tablo 3'te Kinect sürümlerinin iskelet tarama özellikleri bakımından karşılaştırılması gösterilmiştir. Tablo 3'e göre her yeni sürümde daha çok hareket noktasının tarama ve izlemeye dâhil edildiği görülmektedir.

Tablo 3.

*Kinect Sürümlerinin İskelet Tarama Özellikleri Bakımından Karşılaştırılması*

| Eklem | Kinect v1                     | Kinect v2                  | Azure Kinect (v3)            |
|-------|-------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 1     | hipCenter (Kalça Merkezi)     | SpineBase (OmurgaTabanı)   | Pelvis (LeğenKemiği)         |
| 2     | Spine (Omurga)                | SpineMid (OmurgaOrtası)    | SpineNavel (OmurgaGöbek)     |
| 3     | ShoulderCenter (Omuz Merkezi) | Neck (Boyun)               | SpineChest (OmurgaGöğüs)     |
| 4     | Head (Kafa)                   | Head (Kafa)                | Neck (Boyun)                 |
| 5     | ShoulderLeft (SolOmuz)        | ShoulderLeft (SolOmuz)     | ClavicleLeft (KlavikulaSol)  |
| 6     | ElbowLeft (SolDirsek)         | ElbowLeft (SolDirsek)      | ShoulderLeft (SolOmuz)       |
| 7     | WristLeft (SolBilek)          | WristLeft (SolBilek)       | ElbowLeft (SolDirsek)        |
| 8     | HandLeft (SolEl)              | HandLeft (SolEl)           | WristLeft (SolBilek)         |
| 9     | ShoulderRight (SağOmuz)       | ShoulderRight (SağOmuz)    | HandLeft (SolEl)             |
| 10    | ElbowRight (SağDirsek)        | ElbowRight (SağDirsek)     | HandtipLeft (El UcuSol)      |
| 11    | WristRight (SağBilek)         | WristRight (SağBilek)      | ThumbLeft (BaşparmakSol)     |
| 12    | HandRight (SağEl)             | HandRight (SağEl)          | ClavicleRight (KlavikulaSağ) |
| 13    | HipLeft (SolKalça)            | HipLeft (SolKalça)         | ShoulderRight (OmuzSağ)      |
| 14    | KneeLeft (SolDiz)             | KneeLeft (SolDiz)          | ElbowRight (DirsekSağ)       |
| 15    | AnkleLeft (SolAyakBileği)     | AnkleLeft (SolAyakBileği)  | WristRight (Bilek Sağ)       |
| 16    | FootLeft (SolAyak)            | FootLeft (SolAyak)         | HandRight (ElSağ)            |
| 17    | HipRight (SağKalça)           | HipRight (SağKalça)        | HandtipRight (SağElUcu)      |
| 18    | KneeRight (SağDiz)            | KneeRight (SağDiz)         | ThumbRight (SağBaşparmak)    |
| 19    | AnkleRight (SağAyakBileği)    | AnkleRight (SağAyakBileği) | HipLeft (SolKalça)           |
| 20    | FootRight (SağAyak)           | FootRight (SağAyak)        | KneeLeft (SolDiz)            |
| 21    |                               | SpineShoulder (OmurgaOmuz) | AnkleLeft (SolAyakBileği)    |
| 22    |                               | HandTipLeft (SolElUcu)     | FootLeft (SolAyak)           |
| 23    |                               | ThumbLeft (SolBaşparmak)   | HipRight (SağKalça)          |
| 24    |                               | HandTipRight (SağElUcu)    | KneeRight (SağDiz)           |
| 25    |                               | ThumbRight (SağBaşparmak)  | AnkleRight (SağAyakBileği)   |
| 26    |                               |                            | FootRight (SağAyak)          |
| 27    |                               |                            | Head (Kafa)                  |
| 28    |                               |                            | Nose (Burun)                 |
| 29    |                               |                            | EyeLeft (SolGöz)             |
| 30    |                               |                            | EarLeft (SolKulak)           |
| 31    |                               |                            | EyeRight (SağGöz)            |
| 32    |                               |                            | EarRight (SağKulak)          |

#### 2.4.5. Kinect Sürümlerinin Çalışma Farklılıkları

Kinect v1’de derinlik ölçmek için yapılandırılmış ışık tekniğine bağlı kızıl ötesi görüntüleme teknolojisi kullanılmaktadır. Hareket algılama üçgenleme tekniğine göre hesaplanmaktadır. Kinect v1’de, her pikselin derinliğini hesaplamak için tek bir kızılötesi yayıcı (IR) ve tek bir derinlik sensörü kullanılmaktadır. Yapılandırılmış ışık yöntemi hesaplamayı kolaylaştırmaktadır. Derinlik sensörü IR yayıcıdan görüntülenen piksele olan çizgiyi çıkarabilmekte, dolayısıyla derinlik sensörü trigonometri kullanarak IR yayıcı-derinlik sensörü çizgisi arasındaki dikey mesafeyi hesaplayabilmektedir. IR ışık modellerinin kullanılması nedeniyle güçlü ışık varlığında (güneş ışığı vb.) derinlik algılama doğruluğu da tehlikeye girebilmektedir.

Kinect v2 ve v3’te kullanılan derinlik algılama teknolojisi uçuş süresine göre (Time of Flight) hesaplanmaktadır. Kinect v2’de bir IR yayıcı ve bir derinlik sensörü bulunmaktadır. IR yayıcı, IR ışığını görüş alanına yaymak için bir IR lazer diyotundan oluşmaktadır. Ortamdan yansıyan ışık derinlik sensörü tarafından toplanmaktadır. IR yayıcı ve derinlik sensörünün hareketlerini senkronize etmek için bir zamanlama üretici kullanılmaktadır. Her pikselin derinliği, yayılan ışık ile yansıyan ışık arasındaki faz kaymasına dayalı olarak hesaplanmaktadır. Bu tasarım, Kinect v2’nin çok daha iyi IR ve derinlik görüntüleri üretmesini sağlamaktadır.

Kinect v1 ve v2’deki bir diğer önemli değişiklik ise çalışma zamanı tasarımıdır. Kinect v1’de birden fazla Kinect sensörü tek bir uygulama tarafından kullanılarak kontrol edilmektedir. Geliştirilecek uygulama, renk ve derinlik kamera çözünürlükleri ile ilgili çeşitli ayarlar da dâhil olmak üzere bağlandığı Kinect sensörleri üzerinde tam bir kontrole sahip olabilmektedir. Ancak, farklı uygulamaların aynı bilgisayarda aynı Kinect sensörünü kullanması/paylaşması mümkün değildir. Kinect v2’de ise sensör tarafından toplanan çeşitli verilerin birden çok farklı uygulama tarafından kullanımını kolaylaştırmak için sistem düzeyinde bir hizmete yükseltilmektedir. Bir bilgisayarda en fazla bir Kinect sensörü kullanılabilir. Başka bir deyişle aynı bilgisayara iki veya daha fazla Kinect v2 sensörü bağlanamazken birden fazla yazılımla tek bir Kinect v2 sensörü kontrol edilebilmektedir.

#### 2.4.6. Kinect'in Hareket Algılama ve İzleme Güvenirliği

Ballester ve Pheatt (2012) fizik laboratuvarında iki boyutlu ve 3 boyutlu harekete ilişkin verileri toplamak amacıyla Kinect v1'in hareket algılama ve yakalama güvenirliliğini incelemişlerdir. Yazarlar, hareketi incelenecek nesnelerin üç boyutlu ortamdaki konumsal verilerini yakalamaya ve analiz etmeye yarayan Kinect tabanlı bir yazılım geliştirmişlerdir. Araştırmalarında farklı deneyler gerçekleştirmişlerdir. Deneylerin ilkinde bir sarkacın farklı hareketlerini iki farklı algılayıcıyla (dedektörle) izleyerek kıyaslamışlardır. Algılayıcılardan biri daha önce fizik laboratuvarlarında sıklıkla kullanılan Vernier isimli hareket algılama sensörüdür. Diğeri ise Xbox 360 oyun konsolunda kullanılan Kinect v1 sensörüdür. Birinci deneyde hareket algılama sensörlerine doğru ve sensörden uzaklaşacak şekilde nesnelerin hareketlerinin ölçülmesi amaçlanmıştır. Algılanan hareket yz düzlemindeydir. Deneysel işlemde harekete ilişkin veriler her iki sensör tarafından eşzamanlı olarak yakalanmıştır. Her iki algılayıcının da ölçtüğü değerler birbirine yakın bulunmuştur. Ancak Kinect'in derinlik ölçümünde daha başarılı olduğu görülmüştür. Her iki veri setinin periyotları ve genlikleri yakın bir benzerliği göstermiştir. Derinlik ölçümleriyle ilgili olarak Kinect'in, Vernier hareket dedektöründen (0,15-6 m) daha geniş bir işlevsel aralığa (0,8-10 m) sahip olduğu tespit edilmiştir. Görüntü çözünürlüğü konusunda Vernier hareket dedektörü daha iyi sonuç vermiştir. İkinci deneyde xz düzlemindeki küresel sarkaç hareketi incelenmiştir. Üçüncü deneyde ise zıplayan bir basketbol topunun üç boyutlu hareketi izlenmiştir. Kinect'in altı ila sekiz sıçramayı rahatça takip ettiği görülmüştür.

Araştırmacılar deney sonuçlarına bağlı olarak Kinect'in aşağıdaki güçlü yönlerini tespit ettiklerini ifade etmişlerdir:

- Kinect, yapılandırıldıktan sonra güvenilir bir şekilde üç boyutlu algılama yapabilmektedir.
- Kinect göreceli olarak pahalı lazer ölçüm sensörlerine göre kolay erişilebilir bir araçtır.
- Kinect, yatay x yönünde 12 m, y yönünde 9 m ve derinlik z yönünde 10 m geniş bir deneysel alan içinde çalışabilmektedir.
- Kinect kişisel bir bilgisayar kullanılarak çalıştırılabilmektedir.
- Kinect sensörü ile uzun deneysel çalışmalar gerçekleştirilebilmektedir. Deneysel çalışmaların uzunluğu disk depolama alanıyla sınırlı görünmektedir.

- Kinect ücretsiz olarak sunulan bir yazılım geliştirme setine sahiptir. Kolayca indirilebilen, kurulabilen ve yapılandırılabilen bir yazılım geliştirme setinin bulunması geliştiricilere kolaylık sağlamaktadır.

Araştırmacılar diğer taraftan Kinect'in birtakım sınırlılıklara sahip olduğunu tespit etmişler ve söz konusu sınırlılıkları şu şekilde açıklamışlardır:

- Yazılımın kurulması için yazılım paketi, aygıt sürücülerinin, aygıt ara yazılımlarının ve veri toplama ve veri analiz yazılımının indirilmesini gerektirmektedir. Yazılımın ilk kurulumu ve yapılandırması 30-60 dakika sürebilmektedir.
- Çoğu deney için Kinect donanımının deneysel alana göre hizalanması dikkatli bir yaklaşım gerektirmektedir.
- Sensörün derinlik çözünürlüğü bazı deneyler için yeterli olmayabilir.
- Kinect, maksimum 30 fps zamansal çözünürlükte çalışabilmektedir.
- Kinect verileri dakikada 2,8 GB dakika hızında biriktirmektedir. Bu da yoğun verinin işlenmesi gerektiği anlamına gelmektedir.

Bu araştırma ilk sürüm Kinect'in deney ortamlarında kullanılabileceğini ortaya koyan ilk çalışmalardan biri olması sebebiyle önemli görülebilir. Araştırma sonucundan hareketle Kinect'in laboratuvar ortamındaki deney sonuçlarına göre hareket algılamada güvenilir bir sensör olduğu söylenebilmektedir.

#### **2.4.7. Genel Değerlendirme**

Araştırmacılar tarafından Kinect v1 ve v2 sürümlerinin kullanılması gerektiği durumlarda *Kinect for Windows* sürümleri tercih edilmelidir. Microsoft her iki sürümün donanım ve yazılımında bilgisayar ortamında verimli çalışabilmeleri için kısmi değişiklikler gerçekleştirmiştir. Görüntü çözünürlükleri dikkate alındığında araştırmacıların Kinect for Windows v2 ya da Kinect v3 sürümünü kullanmaları yararlı olacaktır. Aynı bilgisayarda birden fazla Kinect sensörünün çalıştırılması gerektiği durumlarda Kinect for Windows v1 ya da Kinect v3 tercih edilmelidir. Birden fazla uygulama ile tek bir Kinect sensörünün kontrol edilmesi gerektiği durumlarda ise Kinect for Windows v2 ve v3 tercih edilebilir. El hareketleri gibi ince motor davranışlarının incelenmesi gerektiği durumlarda Kinect for Windows v2 ya da Kinect v3 sürümü tercih edilmelidir. Kinect sürümleri dış ortamda veya gün ışığının yoğun olduğu ortamlarda kullanılamamaktadır.

## 2.5. Zihinsel Engellilik

### 2.5.1. Tanılama

Zihinsel engellilik kişinin genel nüfus ortalamasına kıyasla yeni bilgileri edinme, hatırlama ve kullanma hızı ve verimliliğinde bir farklılığa dönüşen bilişsel yeteneklerdeki sınırlılık, yetersizlik durumudur (Shree ve Shukla, 2016). ZE bireyler tarih boyunca farklı tanımlarla etiketlenmiş, kullanılan terimler zaman içerisinde sürekli güncellenmiştir. İlk zamanlar uluslararası alanda *idiot*, *moron*, *embesil* gibi terimler kullanılırken Türkiye’de *geri zekalı*, *zekâ geriliği*, *zihin özü* gibi bireyin olumsuz yönlerine vurgu yapan bireyi rahatsız edici ve etiketleyici terimler kullanılmıştır. Bilim ve teknolojiadaki ilerlemeler, toplumsal yapıdaki değişim, araştırma faaliyetleri ve güncellenen tanılama yöntemleri bu terimleri değişime zorlamıştır. Günümüzde bu tanımların yerine *zihinsel yetersizliği*, *zihinsel güçlüğü* olan gibi yeni terimler önerilmiştir (Cavkaytar, Melekoğlu ve Yıldız, 2014). Uluslararası alanda 20. yüzyıl başlarına kadar kullanılan *feeble-mindedness* (zekâ kısıtlılığı), *mental deficiency* (zekâ eksikliği), *mental sub normality* (normal altı zekâ), *mental retardation* (zekâ geriliği) yerini *intellectual disability* (zihinsel yetersizlik) almıştır. Bugün daha çok yetersizliğe vurgu yapan kapsayıcı terimlerin kabul gördüğü söylenebilir.

ZE için yapılan tanımlar incelendiğinde Amerikan Zihinsel ve Gelişimsel Yetersizlikler Birliği (AAIDD) ve Amerikan Psikiyatri Birliği’nin (APA) yaptığı tanımların araştırmacılar tarafından benimsendiği ve üzerinde en çok uzlaşılan tanımlar olduğu görülmektedir (Sucuoğlu, 2015).

AAIDD (2010) tanımına göre zihinsel engellilik:

- Zekâ testine bağlı olarak ölçülen zekâ bölümünün ortalamanın 2 standart puan altında olması,
- 10 uyumsal davranıştan en az iki ya da daha fazlasında ortaya çıkan yetersizliğin bulunması,
- Yetersizliğin 18 yaşından önce ortaya çıkması gösterilmektedir.

APA’nın yayınladığı tanılama kitabın 5. sürümünde de zihinsel engellilik çocuklukta başlayan ve zihinsel güçlüklerin yanı sıra kavramsal, sosyal ve pratik yaşam alanlarındaki güçlüklerle karakterize olan nörogelişimsel bozukluklar olarak tanımlanmıştır. APA (2013)’e göre zihinsel engellilik tanısının konulabilmesi için;

- Klinik değerlendirme sonucunda ve bireyselleştirilmiş standart zekâ testi ile doğrulanmış entelektüel işlevsellikteki (“muhakeme, problem çözme, planlama, soyut düşünme, yargılama, akademik öğrenme ve deneyime bağlı öğrenme”) eksikliklerin bulunması (s. 33),
- Bireyin bağımsızlığını gerçekleştirmesi ve sosyal sorumluluklarını yerine getirmesi için gelişimsel ve sosyokültürel standartlara uymayı önemli ölçüde engelleyen uyumsal davranışlardaki eksikliklerin olması,
- Bu eksikliklerin çocukluk döneminde ortaya çıkması gerekmektedir.

Her iki tanım da birlikte değerlendirildiğinde zihinsel engellilik için 3 temel göstergenin olduğu görülmektedir.

1. Birinci gösterge zihinsel işlevlerde anlamlı sınırlılığa işaret eden standartlaştırılmış zekâ testleri ile yapılan ölçümlere göre *zekâ bölümü* puanıdır. Zekâ akıl yürütme, problem çözme ve soyut düşünme gibi çeşitli bilişsel yetenekleri içeren genel bir zihinsel kapasiteyi ifade etmektedir. Zekâ bölümü ise bireyin zekâ testleri ile belirlenen zekâ yaşının takvim yaşına bölünerek 100 ile çarpılması sonucu elde edilen değerdir (Sucuoğlu, 2015). ZE bireyleri belirlemede en göze çarpan kriter zekâ testleridir. Stanford-Binet ve Weschler Zekâ testleri ZE bireyleri belirlemede yaygın kullanılan araçlardır. Bu testlerde ortalama zekâ 100 puan olarak kabul edilmektedir. Stanford-Binet’te 1 standart sapma 16 puan, Weschler’de ise 15 puandır. Zekâ bölümü puanının ortalamasının 2 standart puan altında bulunması zihinsel yetersizliğe işaret etmektedir. Buradan hareketle Stanford-Binet’te 68, Weschler de ise 70 altında olan birey zihin engelli olmanın birincil koşulunu yerine getirmektedir.
2. İkinci gösterge ise uyumsal davranışlarda anlamlı sınırlılıktır. Uyumsal davranış daha çok yaşam becerilerine vurgu yapan bir tanımlama olarak ifade edilmektedir. ZE bireyler günlük yaşamlarında öğrenilen ve uygulanan kavramsal (akademik), sosyal ve pratik becerileri kapsayan 10 uyumsal davranıştan 2 ya da daha fazlasında yetersizlik durumu göstermektedirler. Uyumsal davranış kavramsal, sosyal ve pratik beceriler olmak üzere 3 temel kategoriye ayrılmaktadır.
  - *Kavramsal beceriler:* bellek, dil, okuma, yazma, matematik, akıl yürütme, pratik bilgi edinme, problem çözme ve muhakeme becerilerindeki yetkinliği içermektedir.

- *Sosyal beceriler:* başkalarının düşünce, duygu ve deneyimlerinin farkındalığını içermektedir. Sosyal sorumluluk, özsaygı, sosyal problem çözme ve kurallara/yasalara uyma, mağdur edilmekten kaçınma, empati, sosyal muhakeme, kişilerarası iletişim becerileri, arkadaşlık kurma ve sürdürme yeteneği ve benzer kapasiteleri ifade etmektedir.
  - *Pratik beceriler:* okul ve iş dâhil olmak üzere yaşam ortamlarında kendi kendine öğrenmeyi ve kendi kendini yönetebilmeyi içermektedir. Pratik beceriler: günlük yaşam aktiviteleri, mesleki beceriler, sağlık hizmetleri, seyahat/ulaşım, programlar/rutinler, güvenlik, telefon kullanımı, kişisel bakım, iş sorumlulukları, para yönetimi, okul ve iş görevlerini organize etme gibi alanlarda kendi kendini yönetmeye odaklanmaktadır.
3. Zihinsel engelliliğin üçüncü göstergesi ise söz konusu yetersizliğin gelişim döneminde ortaya çıkan bir durum olmasıdır. AAIDD (2010)'a göre zihinsel engellilik 18 yaş öncesi ortaya çıkarken, APA (2013)'e göre çocukluk döneminde ortaya çıkan bir yetersizlik durumudur.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO-ICF) tarafından yapılan bir tanımda ise zihinsel engellilik “standartlaştırılmış testler sonucunda zihin, dil, motor ve sosyal becerilerde yetersizliğin ortaya çıkmasına bağlı olarak, bireyin özellikle gelişim döneminde akıl sağlığı gelişiminin tam olmaması” olarak tanımlanmıştır (WHO-ICF, 2007). Ülkemizde ise son zamanlarda Amerika Birleşik Devletlerindeki gelişmeler örnek alınmaya çalışılmıştır.

### 2.5.2. Sınıflandırma

AAIDD ve APA zihinsel yetersizliğin ciddiyetini; hafif, orta, ağır ve çok ağır olmak üzere dört kategoriye ayırmaktadır:

- Hafif düzeyde zihinsel engellilik (IQ: 50-55 ila yaklaşık 70),
- Orta düzeyde zihinsel engellilik (IQ: 35-40 ila 50-55),
- Ağır düzeyde zihinsel engellilik (IQ: 20-25 ila 35-40)
- Çok Ağır düzeyde zihinsel engellilik (IQ:20 veya 25'in altında).

ZE bireylerin yaklaşık %85'ini kavramsal, sosyal ve pratik yaşam becerilerinde güçlüklerin olduğu ve belirli yaşam etkinliklerinde aralıklı desteğe ihtiyaç duyan HZE bireyler oluşturmaktadır (Boat ve Wu, 2015).

### 2.5.3. Zihinsel Engelliliğin Nedenleri

Zihinsel engellilik çeşitli biyolojik, psikolojik ve sosyal faktörleri içeren karmaşık bir kavramdır. Genellikle zihnin işleyişi ile ilgili belirli sınırlamaların varlığı ve çevreye uyum sağlayamayan davranışların tezahürü olarak tanımlanmakta ve bu güçlükler 18 yaşından önce fark edilmektedir (Schalock vd., 2010). Zihinsel engelliliğin tam anlamı ile nedenini belirlemenin zor olduğu araştırmacıların ortak kanaatidir. Beirne-Smith, Patton ve Kim (2006) engelliliğin yaklaşık yarısı için bir nedenden bahsedilebileceğini ifade etmektedir. Ağır zihinsel engelli bireylerin önemli bir kısmının (%70) ve HZE bireylerin yarısının %50'sinin bozukluklarının organik veya biyolojik bir temelinin olduğu belirtilmektedir (McLaren ve Bryson, 1987). Araştırmalar zihinsel engelliliğin genetik koşullardan, hamilelik ve doğum sırasındaki problemlerden veya gelişim aşamalarındaki hastalıklardan kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Kromozoma bağlı bozukluklar, genetik hastalıklar, doğum öncesi (prenatal) enfeksiyonlara bağlı olarak ortaya çıkan fragile x sendromu, down sendromu, prader-willi sendromu ve fetal alkol sendromu gibi durumların yanı sıra beslenme, toksik maddeye maruz kalma, yaralanma gibi nedenler zihinsel yetersizliğe yol açmaktadır (Durkin, 2006). Bunların dışında yoksulluk ve diğer ekonomik sebeplere bağlı olarak sosyal ve bilişsel yoksunluk durumlarının hafif düzeyde zihinsel yetersizliğe sebep olduğu bilinmektedir. Diğer nedenler arasında faktör teşkil edebilecek durumlardan bazıları: yoksulluk, ihmal, istismar, sınırlı uyarılma ve zayıf ebeveyn-çocuk etkileşimi gibi faktörler gösterilmektedir (AAIDD, 2010). Doğum öncesi etiyolojiler arasında genetik sendromlar (örneğin, bir veya daha fazla geni içeren dizi varyasyonları veya kopya sayısı varyantları; kromozomal bozukluklar), doğuştan gelen metabolizma hataları, beyin malformasyonları, anne hastalığı (plasental hastalık dahil) ve çevresel etkiler (örneğin alkol, diğer ilaçlar) gösterilmektedir. Doğum sonrası nedenler arasında hipoksik iskemik yaralanma, travmatik beyin hasarı, enfeksiyonlar, demiyelinizan bozukluklar, nöbet bozuklukları (örn., infantil spazmlar), şiddetli ve kronik sosyal yoksunluk ve toksik metabolik sendromlar ve intoksikasyonların (örn., kurşun, cıva) bulunduğu belirtilmektedir (APA, 2013).

#### **2.5.4. Yaygınlık**

Engellilik tanımı ve sınıflama yaklaşımlarına bağlı olarak engelli nüfus oranı değişmektedir. Dünya genelinde nüfusun yaklaşık %1'nin zihinsel engelli olduğu belirtilmektedir (Maulik, Mascarenhas, Mathers, Dua ve Saxena, 2011). Bu oran çeşitli araştırmalarda %1-%3 arasında olduğu kabul edilmektedir (McKenzie, Milton, Smith ve Ouellette-Kuntz, 2019). Türkiye'de Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı bünyesinde oluşturulan ulusal engelli veri sisteminde ise 2020 yılından itibaren resmi ve ayrıntılı raporlar sunulmaktadır. 2021 yılı Ulusal Engelli Veri sisteminde kayıtlı 2,5 milyon engelli bulunduğu rapor edilmektedir. Engelli nüfusun %56'sını erkekler, %44'ünü kadınlar oluşturmaktadır. Yaklaşık 385.313 kişi ise zihinsel engellilerden oluşmaktadır. Bu oran görme, işitme, dil ve konuşma, ortopedik, ruhsal ve duygusal engellilik oranlarından yüksek, süregelen hastalığı bulunanların oranının ise altındadır (T.C. Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı, 2021). Dünya genelinde nüfusun yaklaşık %2.5'unun hafif derece, 0.3'ünün orta derecede, 0.1'inin ise ağır derecede zihinsel engelliliğe sahip olduğu belirtilmektedir. Erkekler ise kızlara göre daha fazla zihinsel engellik tanısı alabilmektedir (%17 daha fazla). Bunun sebepleri arasında X kromozomuna bağlı biyolojik bozuklukların erkeklerde kızlardan daha çok çıkması gösterilmektedir. Diğer taraftan erkeklerin saldırgan davranışlarının pekiştirilmesi ve öz yeterlilik beklentilerin yüksek olması onların daha kolay tanı almasına yol açabileceğine işaret edilmektedir.

#### **2.5.6. ZE Bireylerin Özellikleri**

Olağan gelişim gösteren bireyler çalışma belleği kapasitesi, dikkat, konuşma üretimi ve işlemenin yanı sıra dil edinimi gibi bilişsel yeteneklerde bireysel farklılıklar sergilemektedir (bkz. Huettig ve Janse, 2016). Öte yandan toplumda geri planda kalan ZE bireylerin gelişim farklılıkları daha belirgindir ve dışardan özel destek gerektiren yetersizliklerden oluşmaktadır. ZE bireyler öğrenme, hatırlama ve işlevsel becerileri yerine getirmede sınırlılıklara sahiptir. Genellikle öğrenmeye karşı sergiledikleri motivasyon eksikliği gelişimlerine önemli bir engeldir. Bu durum ilgi çekici, öğrenmeye teşvik edici öğretim yaklaşımlarının kullanımını zorunlu kılmaktadır. Ayrıca ZE bireylerin bir öğretim/müdahale süresindeki tekrar sayısı yetersiz kalabilmektedir. Tekrarlayan egzersiz uygulamaları gelişimleri için önem arz etmektedir.

ZE bireyler dikkati odaklama ve sürdürme becerilerine ilişkin zorluklar yaşamaktadırlar. Dikkat, öğrenme sürecinde hayati öneme sahip olan bilişsel bir kapasiteyi ifade etmektedir.

Bir öğrenci öğrenme sürecinde önemli bilgileri seçmekte, ona fazladan dikkat vermekte ve onu bilişsel olarak işlemektedir (LaBerge, 2014). Dikkat, öğrencilerin sadece öğrenme ortamında ilgili olana konsantre olmalarını sağladığı için öğrenmenin en değerli yönü olarak tanımlanmaktadır (Kruschke, Kappenman ve Hetrick, 2005). Gelişimsel gecikme kuramcılarına göre engelli olmayan bireylerin dikkatleri ile engelli bireylerin dikkatleri arasında fark yoktur. Öte yandan farklılık kuramcılarına göre dikkat yetersizliği tüm zihinsel engellilerin ortak özelliğidir (Sucuoğlu, 2015). Dikkat için genel yaklaşım zekâ yaşıdır. Zekâ yaşı arttıkça dikkat yetersizliği azalmaktadır. Bir diğer durum ise zihin engelli bireylerin seçme, ilişiksiz özellikleri eleme becerilerinde diğer gruba göre yetersiz olmalarıdır.

Öte yandan ZE bireylerin meditasyon düzeyleri dikkatlerini ve öğrenmeye karşı tutumlarını etkilemektedir. Meditasyon, zihni rahatlatmak ve sakinleştirmek için kasıtlı ve kendi kendini düzenleyen bir dikkat odaklaması olarak görülmektedir. Daha açık bir ifade ile meditasyon seviyesi, bir kişinin ne kadar sakin ve rahat olduğunu gösteren bilişsel bir durumdur (Sears, Kraus, Carlough ve Treat, 2011). Meditasyon değeri ne kadar yüksekse, kişi o kadar rahat ve stresten uzak durumdadır.

ZE bireylerde motor beceri gelişimi olağan gelişim gösteren akranlarına göre 3-5 yıl geride olma eğilimindedir. Motor beceriler, bilginin alınması, bilginin anlaşılması, uygun tepkinin belirlenmesi ve hareketin yürütülmesini içeren bir görevin nasıl gerçekleşeceği bilgisini içermektedir. Motor beceriler iskelet sistemindeki kemik yapılarının hareket ve eylemleridir. Genellikle ince ve kaba motor beceriler olmak üzere iki kısımda incelenmektedir. Kol ve bacak gibi büyük vücut parçalarının hareketleri kaba motor becerileri içinde yer almaktadır. Koşma, yürüme, emekleme gibi hareketler, kaba motor hareketleridir. El, bilek ve el parmakları, ayak parmak hareketleri daha ince ve hassas hareketleri içerir bu hareketler ise ince motor becerileri altında yer almaktadır. Temel motor beceriler bebeklikten okul çağına kadar gelişimi devam ederken hayatın her aşamasında gelişimini sürdürmektedir. Bu beceriler, spor yaparken, bir enstrümanı çalarken, bilgisayarı kullanırken, kasların kullanımının artmasıyla ve yaşla birlikte gelişmeye devam edecektir.

## 2.6. İlgili Araştırmalar

Bu bölümde HTT'nin eğitim ortamlarında kullanımına ilişkin yayınlanmış çalışmalar gözden geçirilmiş, özel eğitim ile ilgili olan araştırmalar ise ayrıntılı incelenmiştir. Araştırmada Kinect algılayıcısının geliştirildiği zaman aralığı dikkate alınarak 2010 yılı ve sonrası dönemde ele alınan araştırmalara odaklanılmıştır. Bu nedenle 2010-2022 yılları arasında yayınlanan çalışmalar alan yazın incelemesine dâhil edilmiştir. Tarih aralığının belirlenmesinde Kinect algılayıcısının kullanıldığı zaman dilimi dikkate alınmıştır. Bu tercihin iki önemli sebebi vardır. Birincisi hareket algılama teknolojilerinin benzer özellikleri olmakla beraber her bir teknolojinin kendine özgü karakteristiğinin bulunmasıdır. İkinci durum ise eğitim araştırmalarında en yaygın kullanılan hareket yakalama sensörünün Kinect olmasıdır. Bu nedenle tamamen temassız etkileşim imkânı veren Kinect sensörünün kullanıldığı yayınlar dikkate alınmıştır. İlgili araştırmalar kronolojik sıra ile ele alınmıştır.

Harekete duyarlı sistemlerin eğitim ortamlarında kullanımına ilişkin yürütülen ilk araştırmalardan birisi Hsu (2011) gerçekleştirdiği çalışma kabul edilebilir. Hsu, Kinect'in öğrenme ve öğretim aracı olarak kullanımının potansiyel etkisini incelediği çalışmasında Kinect'in sağladığı teknik ve pedagojik etkileşim üzerinde durmuştur. Kinect'in bir öğretim aracı olarak ele alındığında, desteklediği çoklu etkileşim türleri nedeniyle sınıf etkileşimlerini geliştirme ve öğrenci katılımını destekleme noktasında önemli bir potansiyele sahip olduğunu savunmuştur. Bir öğrenme aracı olarak ele alındığında ise öğrenci motivasyonunu artıracak eğlenceli ve ilginç etkileşim türlerini desteklediğini belirtmiştir. Bununla birlikte, Kinect'in sınıf içinde uygulanması durumunda geniş sınıf alanına ihtiyaç duyulması, standart geliştirme araçlarının eksikliği ve uzun kalibrasyon süresi gibi sınırlılıklara sahip olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca Kinect ve etkileşimli tahtaların bir yönü ile birbirine benzediğini ancak Kinect'in daha doğal etkileşim türlerini desteklediğini ifade etmiştir. Yazar çalışmasında Kinect'in oyun konsolundan bağımsız bilgisayar ortamında kullanılması durumunda potansiyelinin artacağına işaret etmiştir. Çalışmanın gerçekleştirildiği zaman dilimi dikkate alındığında henüz Kinect için yazılım geliştirme araçlarını yaygınlaşmadığı ve bilgisayar ortamında çalışabilecek Kinect sürümünün geliştirilmediği göz önünde bulundurulmalıdır. Ele alınan çalışmalar Xbox 360 konsolunda kullanılan birinci nesil Kinect'in özellikleri bağlamında incelenmiştir.

Chang, Chen ve Huang (2011) Tayvan'da ele aldıkları çalışmada motor gelişim engeli bulunan iki genç yetişkin üzerinde Kinect tabanlı bir sistemin rehabilitasyon amaçlı

kullanımını incelemişler ve araştırmalarında elde ettikleri ön bulguları paylaşmışlardır. Araştırmaya biri 17 yaşında ve ağır düzeyde serebral palsi tanısına sahip diğeri ise 16 yaşında yetersiz kas dayanıklılığı tanısı bulunan iki katılımcı dâhil edilmiştir. Araştırmacılar terapistlere yardımcı olacak Kinerehab ismini verdikleri Kinect tabanlı bir yazılım geliştirmişlerdir. Tek denekli ABAB araştırma modeli ile yürüttükleri çalışmada iki katılımcının fiziksel rehabilitasyon uygulamalarında motivasyonlarını önemli ölçüde artırdığını, böylece müdahale aşamalarında egzersiz performansının iyileştiği sonucuna ulaşmışlardır.

Kandroudi ve Bratitsis (2012) Xbox Kinect ve Xbox Live tabanlı video oyunlarını eğitim perspektifinde değerlendirmişlerdir. Çalışmalarında Kinect'in iki önemli yenilikçi karakteristiğe sahip olduğunu belirtmişlerdir. Birincisi Kinect jest ve sese dayalı hareket algılama sayesinde kinestetik öğrenmeyi desteklemektedir. İkincisi ise Xbox Live uygulaması ile çevrimiçi etkileşim ve iletişim imkanı bulunmaktadır. Çalışmalarında oyun konsolu üzerinde bulunan, ancak öğretim amacı taşımayan Kinect tabanlı ticari oyunları eğitsel açıdan incelemişlerdir. Ele aldıkları oyunları fiziksel, bilişsel, duygusal ve sosyal gelişimi destekleyen oyunlar olarak sınıflandırmışlardır. Araştırmanın gerçekleştirildiği zaman dilimi dikkate alındığında Kinect'in henüz bilgisayar ortamında kullanılmadığı görülmektedir. Araştırmacıların bu sebeple oyun konsolunda Xbox Live üzerinde bulunan ticari oyunlar üzerine eğitsel bir değerlendirme yaptığı söylenebilir.

Chang, Chou, Wang ve Chen (2013) ise bilişsel yetersizliği olan iki katılımcı üzerinde Kinect tabanlı bir yanıtlama sisteminin mesleki iş becerilerine etkisini incelemişlerdir. 31 ve 39 yaşında iki yetişkin çalışmaya katılmıştır. 31 yaşındaki katılımcı daha önce petrol istasyonunda çalışırken hafıza sorunları nedeni ile birkaç kez müşterilerden para almayı unuttuğu için işine son verilen bir bireydir. Katılımcının mesleki rutin işlemleri hatırlamada hafif düzeyde hafıza yetersizliği bulunmaktadır. Diğer katılımcı ise 39 yaşında lise öğrencisiyken beyin hasarı nedeni ile paranoid şizofreni teşhisi konulan bir bireydir. Tedavi gördükten sonra bir binada görevli personel olarak çalıştığı ifade edilmiştir. Katılımcının daha yüksek maaşlı ve zor görevleri içeren bir iş aradığı belirtilmiştir. Araştırmacılar, pizza yapan bir restorandaki pizza yapımının taklit edildiği bir yazılım geliştirmişlerdir. Kinempt adını verdikleri yazılımda 5 farklı pizzanın her birinin 5 adımdan oluşan yapılışı yer almaktadır. İş adımları duvara monte edilmiş bir ekranda kullanıcılara yansıtılmaktadır. Bu yazılımla katılımcıların iş deneyimi edinmeleri amaçlanmıştır. Yazarlar tek denekli ABAB

araştırma modeli ile yürüttükleri çalışmada iki katılımcının mesleki iş beceri puanlarının arttığını rapor etmişlerdir. Kinemtp sisteminin iş eğitmenlerine de kolaylık sağladığını bildirmişlerdir.

Li ve Ip (2013) ağır düzeyde zihinsel engeli bulunan 62 öğrenci ile yürüttükleri çalışmada AIMtechKinect adında geliştirdikleri Kinect tabanlı yazılımın güvenilirliğini ve doğruluğunu test etmişlerdir. Kinect'in bireylerin duruş bozukluğu pozisyonunu algılamada birtakım sınırlılıklarını tespit eden araştırmacılar bunun üstesinden gelmek için olağan gelişim gösteren bireylerden aldıkları duruş pozisyonları ile yazılımı eğitmişler ve engellilerin duruş pozisyonlarını algılamada çalışıp çalışmadığını kontrol etmişlerdir. Araştırma sonucunda yazılım geliştirme adımlarında iyileştirmeler önermişlerdir. AIMtechKinect yazılımının ağır düzey ZE öğrencilerin hareketlerini algılamada bazı sınırlılıkların üstesinden gelebildiğini ve günlük kullanımda güvenilir bir hareket algılama sağlayabildiğini ortaya koymuşlardır.

Puspitasari, Ummah ve Pambudy (2013) çalışmalarında zihinsel engellilerin yaşam becerilerini geliştirmek amacıyla KIDEA adında bir yazılım prototipi geliştirmişlerdir. Ele aldıkları araştırmalarında yazılım geliştirme adımlarına yer vermişlerdir. Yazılımda duygu tanılama, öz bakım, motor gelişim, beyin gelişimi ve yaratıcılık oyunlarına yer vermişlerdir.

Lee, Huang ve Sheu, (2013) görme engelli kişilerin yön bulma ve yer değiştirme becerilerini bağımsız kazanabilecekleri İşitsel Algı Yeniden Oluşturma Eğitim Sistemi (APRETS) adında Kinect tabanlı çalışan üç boyutlu ses üretimini içeren bir oyun geliştirmişlerdir. APRETS, yoğun bir cadde ortamındaki trafiği simüle ederek görme engellilere, üç boyutlu ses kullanarak karşıdan karşıya geçmeyi öğretmeyi amaçlayan bir oyun olarak geliştirilmiştir. Görme yetersizliği bulunan bireylerin yön bulma ve bağımsız hareket etme eğitimi genellikle bir eğitmen yardımı ile gerçekleşmektedir. Araştırmacılar katılımcıların bu eğitimi tek başlarına alabilecekleri üç boyutlu bir sistem geliştirmişlerdir. Geliştirilen sistemde total ya da az görme yetersizliği olan bireylere çevrelerinde güvenli ve etkili seyahat etmeleri konusunda eğitim vermeye odaklanmışlardır. Araştırma sonunda katılımcılardan olumlu geri bildirim alındığı rapor edilmiştir.

Huang vd., (2014) hemşirelik bölümü öğrencilerinin hastaları tekerlekli sandalyeye tek başlarına oturtma eğitimleri için 2 Kinect kameranın kullanıldığı otomatik beceri değerlendirme yazılımı geliştirmişlerdir. Araştırma sonunda hemşirelik öğrencilerinin staj aşamalarında geleneksel yöntemle kıyasla daha doğru değerlendirme sunduğu raporlanmıştır.

Hwang vd. (2014) çalışmalarında Kinestetik İngilizce Öğrenme Sistemi (KELS) adında bir sistem geliştirmişlerdir. Çalışma 39 katılımcının katıldığı deney kontrol gruplu (20-19) lise son sınıfları için tasarlanmıştır. Deney sonunda yapılan öğrenme testinde kontrol grubu ile deney grubu arasında anlamlı bir fark bulunmamış; ancak, deney grubu, uzun dönem kalıcılığı ölçmek için 21 gün sonra verilen gecikme testinde daha iyi performans göstermiştir. Araştırmacılar KELS'in İngilizce öğrenimini geliştirdiğini, uzun vadeli akılda tutmayı desteklediğini ve öğrencilerin öğrendiklerini günlük hayata uygulama olasılığını artırdığı sonucuna varmışlardır.

Xu ve Ke, (2014) kavramsal analiz çalışmalarında beden hareketlerine duyarlı teknolojiler tarafından sağlanan jest tabanlı öğrenmenin hem deneysel hem de teorik temellerini tartışmışlardır. Alanyazını sistematik bir şekilde incelemişlerdir. Geleneksel psikomotor bilişsel süreç yaklaşımına yeni bir bakış açısı getirmeye çalışmışlardır. Araştırmacılara göre motor aktiviteler psiko süreçleri yani bilinci doğrudan etkilemelidir. Başka bir ifadeyle motor-psiko öğrenme yaklaşımı aracılığıyla fiziksel hareketler ve vücut hareketleri psiko süreçlere yardımcı olabilmektedir.

Chang, Hwang, Fang ve Lu (2017) öğrencilerin öğrenme motivasyonunu ve öğrenme başarısını artırmak için Kinect tabanlı etkileşimli bir öğrenme sistemi geliştirmişlerdir. Bu sistemde oyun tasarım modeliyle dikkat-ilgi-güven-memnuniyet (ARCS) motivasyon modelini birleştirmişlerdir. Araştırmada katılımcıların hayvanat bahçesindeki hayvanlar hakkında bilgi sahibi olmaları hedeflenmiştir. 20-25 yaş aralığında 60 yetişkin bireyin katıldığı çalışmada deney ve kontrol grubun eşit dağıldığı deneysel bir çalışma yürütülmüştür. Hazırlanan oyun tabanlı sistemde animasyonlu bir avatar, Kinect'in somatosensoriyel fonksiyonları kullanılarak kontrol edilmiştir. Oyunda öğrenci, avatarın kılığına girmekte ve oyun alanında gezinmektedir. Hazırlanan oyunlaştırılmış Kinect tabanlı sistemin öğrenmeye etkisi, katılımcıların bir saatten önce ve sonra uygulanan testlerdeki performanslarını karşılaştırmak için bir t-testi kullanılarak analiz edilmiştir. Kontrol grubu ile karşılaştırıldığında deney grubu daha büyük bir test skoru elde etmiştir. Anket sonuçları, öğrencilerin motivasyonunu önemli ölçüde artırdığını doğrulamıştır.

### 2.6.1. Öğrenme ve Kinetik Analitik İçeren Araştırmalar

Yukarıda incelenen araştırmaların önemli bir kısmı genel amaçlı oyunların uygulanmasını içeren öğretimsel müdahale programlarını kapsamaktadır. Daha açık bir ifade ile özel eğitim için özel olarak geliştirilmemiş ticari oyunlar üzerinden bir değerlendirme yapıldığı söylenebilir. Özel gereksinimli bireylerin ihtiyaçları doğrultusunda tasarlanan ve içerisinde öğrenme ve kinetik analitikleri barındıran uygulamalar bu araştırmanın konusuna yakın bulunmuş ve ayrı bir başlık altında incelenmiştir. İlgili alan yazında Kinect tabanlı oynanabilen PicoAdventure, Somantics, Little Magic Stories ve Kinems gibi çeşitli oyunların özel eğitim amaçlı geliştirildiği görülmektedir. Söz konusu oyunlar Kourakli vd. (2016) tarafından sınıflandırılmıştır. Aşağıda özel eğitim için özel olarak tasarlanmış Kinect tabanlı oyun içeren araştırmalara yer verilmiştir.

Retalis vd. (2014) dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu (DEHB) tanısı almış 10 erkek 1 kız öğrencinin katıldığı yaş ortalamasının 6,87 olduğu bir grupta Kinems oyunlarının farklı beceriler üzerindeki etkisini araştırmıştır. Kinems oyunların kullanıldığı müdahalelerin konsantrasyonun geliştirilmesi ve dürtüsellüğün engellenmesinde istatistiksel olarak anlamlı bir iyileşmeye sebep olduğu bildirilmiştir. Araştırma sonuçları öğrencilerin matematik, görsel-motor ve el-göz koordinasyon becerilerini geliştirdiğini de göstermiştir. Nitel bulgular öğrencilerin her oturum sonunda oyuna devam etmek istediklerini göstermiştir. Uygulamalar öğretmen müdahalesinin daha az gerektiği bir oturuma dönüşmüştür. Veliler uygulamalardan memnun olduklarını dile getirmiştir.

Kourakli vd. (2017) tarafından gerçekleştirilen araştırmada otizm, dispraksi, disleksi ve DEHB gibi çoklu öğrenme güçlüğü olan 20 çocuğun katıldığı (17 erkek 3 kız) Kinect tabanlı oyunların çocukların bilişsel, motor ve akademik becerilerinin gelişimi üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermişlerdir.

Kosmas, Ioannou ve Retalis (2017) öğrenme güçlüğü çeken ve motor bozukluğu olan öğrenciler için motor performansı artırmak amacıyla Kinect tabanlı bir müdahale gerçekleştirmişlerdir. Beş aylık bir müdahale sonunda çocukların genel motor performansında özellikle psikomotor yetenek ve psikomotor hızlarında iyileşmeler ortaya çıktığı rapor edilmiştir.

Kosmas, Ioannou ve Retalis (2018) çalışmalarında Kinect tabanlı oyunlarını motor bozukluğu ve farklı öğrenme güçlüğü olan (dispraksi, beyin felci, down sendromu ve DEHB) 10 ilkokul öğrencisinin üzerindeki psikomotor yetenek ve psikomotor hız

gelişimindeki etkisine bakmışlardır. Araştırma sonuçlarına göre öğrencilerin psikomotor yetenek ve psikomotor hızlarında önemli iyileşmelerin gözlemlendiği rapor edilmiştir

Kosmas, Ioannou ve Zaphiris (2019) tarafından ele alınan bir başka araştırmada 7-10 yaş arası toplam 52 ilkokul ikinci ve üçüncü sınıf öğrencilerinin katıldığı müdahale programında öğrencilerin kısa süreli hafıza ve dil beceri gelişiminde ilerleme kaydettiklerini rapor etmişlerdir. Bulgular Kinect tabanlı uygulamaların hem çocukların bilişsel yetenekleri (kısa süreli hafıza becerileri) hem de akademik performansları (yani ifade edici kelime dağarcığı) üzerinde önemli etkileri olduğunu göstermiştir. Araştırmada ayrıca Kinect tabanlı eğitici oyunların kullanılmasının özel eğitim bağlamında çocukların motorik performansının ilerlemesini kolaylaştırdığı bildirilmiştir.

### **2.6.2. Türkiye Merkezli Çalışmalar**

Türkiye merkezli çalışmalar incelendiğinde HTT'nin özel eğitim ortamlarındaki pratiğine ilişkin araştırmaların azlığı dikkat çekmektedir. YÖK Ulusal Tez Merkezi'nde Kinect tabanlı teknolojilerin kullanıldığı 137 teze ulaşılmaktadır. Tezlerin önemli bir kısmının bilgisayar mühendisliği (62), elektrik ve elektronik mühendisliği (20) ve fizyoterapi ve rehabilitasyon sahasında gerçekleştirildiği (16) görülmektedir. Söz konusu tezlerden yalnızca 10'u eğitim ve öğretim ile ilgilidir. Ancak eğitim ve öğretim ile ilgili olan tezlerin hiç birisinde tek başına ZE veya HZE bireylerin hedef grup olarak seçilmediği görülmektedir.

Özoran, Çiçek ve Çağıltay (2014) çalışmalarında zihinsel engelli öğrenciler için geliştirdikleri Kinect temelli üç boyutlu “magic hands” oyununun uygulanması sırasında ortaya çıkan durumlara ilişkin ilk bulguları paylaşmışlardır. Zihinsel engelli öğrencilerin etkileşim düzeyini ve şeklini anlamakta zorlandıkları ve çalışmada rehber bir öğretmen aracılığı ile etkinliklerin uygulanması gerekliliğine vurgu yapmışlardır. Ayrıca Kinect kamerasının kapsadığı görüş alanının öğrenciler tarafından tam olarak algılanmadığı bu yüzden zemine çizilen bir alan içerisinde etkinlikleri gerçekleştirdiklerini belirtmişlerdir. Nitel verilerden hareketle öğrencilerin istekli ve ilgili oldukları sonucuna ulaşmışlardır. Araştırma sonunda vücut hareketleri ile etkileşim gerektiren öğretimsel uygulamaların özel eğitim sahası için potansiyelinin yüksek olduğu ancak yazılım geliştirme sürecinin teknik zorluklar içerdiği vurgulanmıştır.

Akbulut (2015) otistik öğrencilerle yürüttüğü çalışmada bir sistem tasarımı hazırlamıştır. Bu tasarımda otistik öğrencilerin gelişimlerini seviye temelli rapor etmeyi amaçlamıştır.

İlgili araştırmalar hem genel amaçlı tasarlanan Kinect Xbox oyun konsolunda bulunan ticari Kinect oyunların hem de özel eğitim sahası için özel olarak tasarlanmış Kinems gibi oyunların özel gereksinimli bireylerin eğitiminde etkili olabileceğini göstermektedir.



## BÖLÜM III

### YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın çalışma grubu, veri toplama araçları ve verilerin analizi, uygulama ortamı ve uygulama süreci ele alınmıştır.

Araştırmada ilk olarak Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü aracılığı ile Aksaray İl Milli Eğitim Müdürlüğünden araştırma izni alınmıştır. Araştırma için etik onayı ise araştırmacının görev yaptığı Aksaray Üniversitesinin ilgili kurulundan alınmıştır. Gerekli izinler alındıktan sonra Aksaray il merkezinde bulunan -en kalabalık öğrenci grubunun yer aldığı- iki özel eğitim ve rehabilitasyon merkezi yönetimleri ile görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Yapılan görüşmelerde kurumların fiziki durumu, teknolojik alt yapısı, kurumlarda görevli öğretmen ve destek eğitimi alan öğrencilerin sayıları, uygulama yapılması düşünülen ortamların fiziksel durumu, muhtemel katılımcıların listesi ve uygulama takvimine ilişkin konular yer almıştır. Görüşmelerin sonunda uygulama merkezlerinin birinde ön, diğerinde ise asıl uygulamanın yapılmasına karar verilmiştir. Bu doğrultuda her bir kurumda aynı ölçütlere bağlı olarak iki farklı katılımcı listesinin (çalışma grubu) oluşturulmasına karar verilmiştir. Görüşmede ayrıca uygulama takvimi ve sürecine ilişkin detaylar belirlenmiştir.

#### 3.1. Araştırmanın Modeli

Bu araştırmada Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunların özel eğitim ortamlarında HZE bireylerin eğitiminde kullanılabilirliğinin yanı sıra farklı değişkenler üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır. Temelde ise daha kapsamlı bir araştırma sorusu olan “HTT’ler özel eğitim ortamlarında nasıl kullanılır, ideal uygulama koşulları nelerdir, farklı değişkenler üzerinde etkili midir?” sorusuna cevap arandığı söylenebilir. Bu nedenle daha genel bir

araştırma sorusuna cevap verebilmek için araştırma soruları kullanılabilirlik, etkililik ve sosyal geçerlilik araştırma soruları olmak üzere 3 kategoriye ayrılmıştır. Farklı kategoride yer alan araştırma soruları için karma yöntem araştırma modeli tercih edilmiştir. Karma yöntem araştırmaları temel olarak nicel ve nitel boyutu içermektedir. Söz konusu araştırmalar her iki boyutun zayıf yönlerinin telafi edilerek güçlü yönlerin ortaya çıkarılması fikrine dayanmaktadır (Patton, 1990). Karma yöntem araştırmalarında birden fazla veri kaynağı ve analiz yaklaşımı birleştirilmekte ve tek bir çalışmada harmanlanarak yorumlanmaktadır (Creswell, 2008). Bu yaklaşımın araştırma probleminin daha iyi anlaşılmasına katkı sağlayacağı belirtilmektedir (Creswell ve Plano Clark, 2011). İyi bir karma yöntem araştırmasında nitel ve nicel yöntemler ya birbirini tamamlamalı ya da daha kapsamlı bir araştırma sorusunu ilgilendiren farklı alt soruları ele almalıdır (Fraenkel, Wallen ve Hyun, 2012, s. 565). Başka bir deyişle karma yöntem araştırmalarında nitel ve nicel veri kaynakları birbirinin doğruluğunu teyit etmek için ya da birbirinden farklı araştırma sorulara cevap aramak için tercih edilmelidir.

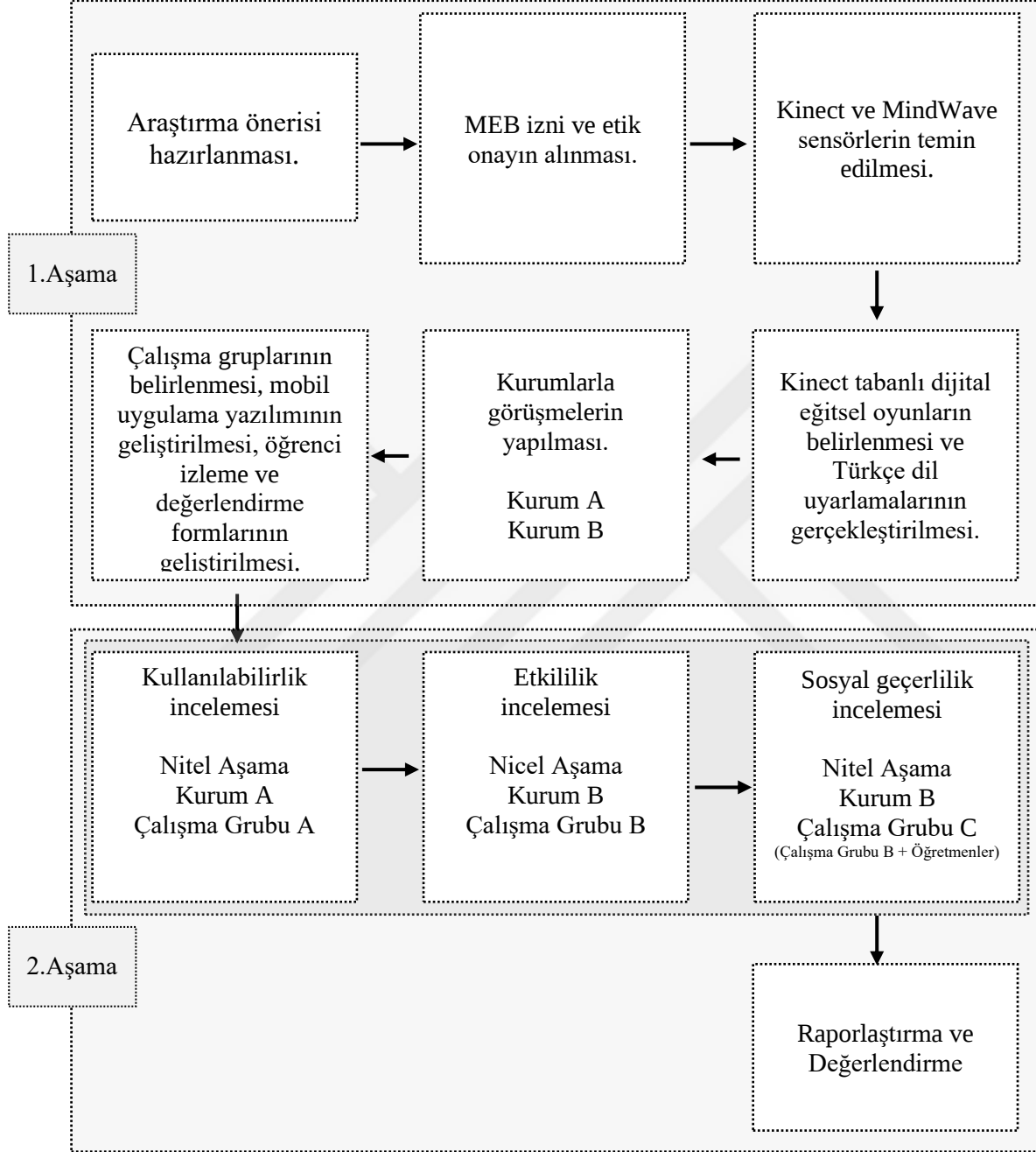
Karma yöntem araştırmalarının alan yazında farklı disiplinlerden araştırmacılar tarafından farklı biçimlerde sınıflandırıldığı görülmektedir (bkz. Creswell, 2008; Johnson ve Onwuegbuzie, 2004; Leech ve Onwuegbuzie, 2009; Morse, 2003, Patton, 1990, Teddlie ve Tashakkori, 2009). Söz konusu sınıflandırmalar birlikte incelendiğinde nicel ve nitel yöntemlerin zamanlama düzeyine (eş zamanlı, sıralı-ardışık), karıştırma düzeyine (kısmi, tam), ve vurgu düzeyine (baskın, eşit) bağlı olmak üzere 3 temel yaklaşımın temel alındığı görülmektedir. Leech ve Onwuegbuzie (2009) mevcut sınıflandırma yaklaşımlarından hareketle çaprazlama yöntemi kullanarak (2x2x2) toplamda 8 olası karma yöntem deseninin oluşturabileceğinden söz etmektedir. Leech ve Onwuegbuzie (2009)'a göre araştırmacılar ihtiyaç duyulması durumunda ilgili alan yazında yer alan diğer desenlerden faydalanabilir ya da araştırmalarında kendine özgü desenleri de oluşturabilirler (s. 274). Dikkat edilmesi gereken nokta araştırmanın karma yöntem olması için nitel ve nicel yöntemlerle ele alınan probleme ait bulgularının bir noktada birleşmesi veya harmanlanması zorunluluğudur (Baki ve Gökçek, 2012, s. 12). Eğitim araştırmalarında en çok kabul gören karma yöntem sınıflamasının Creswell (2008) yaptığı sınıflandırma olduğu görülmektedir. Creswell karma yöntem araştırmalarını temelde 4 ana desene ayırmaktadır. Bunlar üçgenleme (paralel), gömülü, açıklayıcı ve keşfedici desenlerdir.

Bu araştırmada keşfedici sıralı desenden faydalanılmıştır. Söz konusu desende önce nitel aşama ele alınmakta bu adımda nitel veriler analiz edilerek yorumlanmaktadır. Nitel aşamada elde edilen sonuçlar ikinci aşama için içgörü sağlamaktadır. Başka bir deyişle nitel aşamada keşfedilen bulgulara göre sonraki aşama olan nicel yöntemin bilgilendirilmesi ya da iyileştirilmesi söz konusudur. Bu bakımdan nitel aşama bulguları nicel yöntemi rafine edecek bir niteliğe sahiptir. Araştırmanın sonunda ise nitel ve nicel verilerin analizinden elde edilen sonuçlar bir arada yorumlanmaktadır. Keşfedici sıralı desende niteliksel verilere daha fazla vurgu yapıldığı söylenebilir. Çünkü ikinci aşama nitel bulgulara göre yeniden tasarlanmaktadır. İncelenen değişkenlerin bilinmediği veya araştırmacıya yol gösterici bir çerçevenin ya da teorik bir arka planın bulunmadığı durumlarda keşfedici sıralı karma yöntem deseni araştırmalar için elverişli görölmektedir.

Bu araştırma temel olarak iki aşamada yürütölmüştür. İlk aşamada hazırlık süreçlerinin ele alındığı altı adım yer almıştır. Bu altı adımda; izin ve etik işlemlerinin gerçekteştirilmesi, teknolojinin temini, oyun özelleştirmelerinin gerçekteştirilmesi, dikkat ve meditasyon ölçümü için mobil uygulama yazılımının geliştirilmesi, kurumlarla görüşmelerin yapılması, takvim ve katılımcıların belirlenmesi faaliyetleri yürütölmüştür. Araştırmanın ikinci aşaması ise 4 adımdan oluşmuştur. Bu dört adımın ilk üçünde araştırma soruları incelenmiş ve son adımda veriler birleştirilerek araştırma raporlaştırılmıştır. Araştırma sorularının incelendiği ikinci aşamanın ilk adımında kullanılabilirlik sorularına cevap aranmıştır. Bu adımda elde edilen bulgular analiz edilerek yorumlanmıştır. Bulgulardan hareketle çerçeve bir uygulama yapısı geliştirilmıştir. Söz konusu adım asıl uygulama süreçlerinin gözden geçirilmesi için keşfedici bir yaklaşım sunmuştur. Araştırmanın ikinci aşamasının ikinci adımında ise etkililik araştırma sorularına ve üçüncü adımda yer alan sosyal geçerlilik araştırma sorusuna cevap aranmıştır.

Araştırmada her bir araştırma sorusu kategorisi için farklı bir çalışma grubu belirlenmiştir. Kullanılabilirlik araştırma sorularının incelendiği ilk aşamada Kurum A'da destek eğitimi alan HZE öğrenciler Çalışma Grubu A'yı, etkililik araştırma sorularının incelendiği ikinci aşamada Kurum B'de destek eğitimi alan HZE öğrenciler Çalışma Grubu B'yi oluşturmuştur. Sosyal geçerlilik araştırma sorusunun incelendiği son aşamada ise yine Kurum B'de bulunan destek eğitimi gören HZE öğrencilere (Çalışma Grubu B) ilave olarak öğrencisi uygulamaya katılan öğretmenler dâhil edilmiş ve bu grup Çalışma Grubu C'yi oluşturmuştur. Araştırmanın genelinde iki farklı çalışma grubunun oluşturulduğu

söylenbilir. Şekil 15’te de görüleceği gibi araştırma temel olarak 2 aşamada toplamda ise 10 adımda gerçekleştirilmiştir. Her bir aşama kısaca özetlenmiştir.



Şekil 15. Araştırmanın işlem basamakları

### 3.2. Etkililik Araştırma Sorularının İncelenmesi

Etkililik araştırma soruları karma yöntem keşfedici sıralı desenin ikinci aşaması olan nicel boyutta incelenmiştir. Söz konusu araştırma sorularının tek grup ön test-son test deneysel desene göre incelenmesi amaçlanmıştır. Özel gereksinimli bireyler üzerinde yürütülen

eğitim araştırmalarında olağan gelişim gösteren bireylere göre uygun örneklem büyüklüğüne ulaşmak nispeten zordur. Evrendeki birey sayısının az olması ve araştırmaya uygun katılımcıların belirlenmesinde belirli ölçütlerin aranması nedeniyle geniş gruplarla çalışmak neredeyse imkânsız hale gelmektedir. Ayrıca araştırmanın kendi sınırlılıkları da örneklem büyüklüğünün belirlenmesinde önemli rol oynamaktadır. Bu nedenle etkililik araştırma soruları araştırmanın nicel boyutunda kontrol grubu olmaksızın tek grup ön test-son test deneysel desene göre incelenmiştir. Bu desen aynı zamanda deney öncesi desen olarak da bilinmektedir. Deney öncesi desenlerde tarih, olgunlaşma, test etkisi, ölçme aracı etkisi, ortalamaya yaklaşma etkisi ve katılımcı kaybı gibi riskler bulunmaktadır. Deney öncesi desenler her ne kadar iç geçerliliği etkileyen birtakım faktörlere sahip olsa da araştırmalarda bir müdahalenin potansiyeli ve fizibilitesi hakkında önemli bilgiler verebilmektedir (Marsden ve Torgerson, 2012). Araştırmada HZE öğrencilerden oluşan tek bir grup üzerinde deneysel işlem olan hareket tabanlı dijital eğitsel oyunların etkisi incelenmiştir. Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunlar bağımsız değişkeni; el göz koordinasyon becerisi, geometrik şekilleri ayırt etme başarısı, dikkati odaklama ve sürdürme düzeyleri ile meditasyon düzeyleri bağımsız değişkenleri temsil etmiştir.

### **3.2.1. Katılımcılar (Çalışma Grubu B)**

Etkililik araştırma sorularının incelendiği aşamada birbirine yakın gelişimsel geriliği bulunan 9-12 yaş aralığında HZE öğrencilerin araştırmaya dâhil edilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Araştırmanın amacı doğrultusunda “bilgi açısından zengin” grupların seçilebilmesi ve derinlemesine araştırma yapabilmek amacıyla önceden belirlenen niteliklere sahip kişiler, olaylar, nesneler ya da durumların dâhil edilmesi ölçüt örnekleme yöntemi olarak ifade edilmektedir (Patton, 1990). Bu doğrultuda uygun öğrencileri seçmek için özel eğitim uzmanı, özel eğitim öğretmenleri ve özel eğitim ve rehabilitasyon merkezi yönetimlerinin görüş ve tavsiyeleri doğrultusunda öğrencilerin gelişim özellikleri, eğitim ihtiyaçları ve performanslarına göre bazı ön koşul beceriler belirlenmiştir. Rehberlik araştırma merkezi tarafından önerilen destek eğitim programı esas alınarak hazırlanan bireyselleştirilmiş eğitim programı (BEP) doğrultusunda bilişsel, akademik ve motor beceri gelişimine ihtiyacı olan öğrenciler arasından aşağıdaki belirlenen ölçütlere göre seçim yapılması hedeflenmiştir.

1. Resmi tanısı HZE olan kız veya erkek öğrenci,
2. 9 ile 12 yaş arasında,
3. Projeksiyon yansısını görebilen,
4. Sesli yönergeleri işitebilen,
5. Geri bildirim ve yönergeleri takip edebilen,
6. Sözlü ifade yeteneği bulunan,
7. Hareket tabanlı oyunları oynamayı engelleyebilecek fiziksel bir engeli bulunmayan,
8. Kinems oyunlarından herhangi birini daha önce oynamamış olan,
9. Düzenli olarak özel eğitim ve rehabilitasyon merkezine devam eden öğrencilerin dahil edilmesi amaçlanmıştır

Potansiyel adaylar arasında görme, işitme ve hareket gibi yetersizliklerin yanı sıra klinik bir nörolojik hastalık öyküsünün bulunması (örn., parkinson hastalığı, felç vb.) veya ek engellerin bulunması (Serebral Palsi, Otizm, Down Sendromu vb.) gibi durumlarda adaylar çalışma dışı bırakılmıştır. Bunların dışında araştırmaya uygun bulunan ancak Kinect uygulamalar sırasında farklı bilişsel ve hareketleri algılamada zorluk çektiği gözlenen adaylar araştırmadan çıkarılmıştır. Araştırmaya katılacak öğrenciler belirlendikten sonra gönüllü olan öğrencilerden velileri aracılığı ile bilgilendirilmiş onay formunun doldurulması talep edilmiştir. Öğrenciler özel eğitim ve rehabilitasyon merkezindeyken onlara eşlik eden ebeveynleri tarafından form imzalanarak onay alınmıştır. Her bir katılımcıdan iki onay formunun doldurulması talep edilmiştir. Formlardan birisi öğrencinin velisinde kalmak üzere diğeri ise araştırmacıda bulunacak şekilde saklanmıştır.

Tablo 4.

*Etkililik Araştırma Boyutunun Çalışma Grubu (B) Özellikleri*

| Çalışma Grubu Özellikleri | N  | %     |
|---------------------------|----|-------|
| Cinsiyet                  |    |       |
| Kız                       | 4  | 19,0  |
| Erkek                     | 17 | 81,0  |
| Yaş                       |    |       |
| 9 yaş                     | 4  | 19,0  |
| 10 yaş                    | 4  | 19,0  |
| 11 yaş                    | 3  | 14,3  |
| 12 yaş                    | 10 | 47,7  |
| Okul                      |    |       |
| Özel Eğitim Okulu         | 13 | 61,9  |
| Devlet Okulu              | 8  | 38,1  |
| Toplam                    | 21 | 100,0 |

İlk aşamada 31 öğrencinin araştırmaya dâhil edilmesine karar verilmiştir. Velilerinden onay alınamayan 2 öğrenci uygulamalara dâhil edilmeden çıkarılmıştır. Deneme oturumlarında görsel-algı konusunda zorluk çektiği belirlenen 7 öğrenci asıl uygulama öncesi araştırmadan çıkarılmıştır. Katılımcılardan biri ise araştırma devam ederken uygulamalara devam etmek istemediği için araştırmadan ayrılmıştır. Toplamda 21 HZE öğrenci çalışmaya dâhil edilmiş ve verileri kaydedilmiştir.

Tablo 5.

*Ayrıntılı Çalışma Grubu (B) Özellikleri*

| Öğrenci No     | Yaş   | Cinsiyet  | Okul Türü                           |
|----------------|-------|-----------|-------------------------------------|
| OG-1           | 12    | E         | Özel Eğitim Okulu                   |
| OG-2           | 12    | K         | Özel Eğitim Okulu                   |
| OG-3           | 10    | E         | Özel Eğitim Okulu                   |
| OG-4           | 9     | K         | Özel Eğitim Okulu                   |
| OG-5           | 12    | E         | Devlet Okulu (Kaynaştırma)          |
| OG-6           | 10    | E         | Devlet Okulu (Kaynaştırma)          |
| OG-7           | 12    | E         | Devlet Okulu (Kaynaştırma)          |
| OG-8           | 9     | K         | Devlet Okul Kaynaştırma             |
| OG-9           | 9     | E         | Özel Eğitim Okulu                   |
| OG-10          | 12    | E         | Özel Eğitim Okulu                   |
| OG-11          | 11    | E         | Özel Eğitim Okulu                   |
| OG-12          | 12    | E         | Devlet Okulu (Kaynaştırma)          |
| OG-13          | 12    | E         | Devlet Okulu (Kaynaştırma)          |
| OG-14          | 12    | E         | Özel Eğitim Okulu                   |
| OG-15          | 11    | E         | Özel Eğitim Okulu                   |
| OG-16          | 12    | E         | Özel Eğitim Okulu                   |
| OG-17          | 12    | E         | Devlet Okulu (Kaynaştırma)          |
| OG-18          | 9     | K         | Özel Eğitim Okulu                   |
| OG-19          | 10    | E         | Özel Eğitim Okulu                   |
| OG-20          | 11    | E         | Özel Eğitim Okulu                   |
| OG-21          | 10    | E         | Devlet Okulu (Kaynaştırma)          |
| Yaş Ortalaması | 10,90 | 17 E + 4K | 13 Özel Eğitim Okulu+8 Devlet Okulu |

Katılımcıların tümü HZE öğrencilerden oluşmuştur. Katılımcıların 17'si erkek (%81), 4'ü ise kızdır (%19). Katılımcıların yaş ortalaması 10,90'dır (sd:1,22). Öğrencilerin yaklaşık yarısı 12 yaşındadır (%48). Destek eğitimi gören öğrencilerin önemli bir kısmı eğitimlerine özel eğitim okulunda devam etmektedirler (%62). Geri kalan öğrenciler ise olağan gelişim gösteren öğrencilerin bulunduğu devlet okullarında kaynaştırma öğrencisi olarak öğrenimini sürdüren öğrencilerdir (%38). Öğrencilerin tamamı düzenli olarak haftada iki gün olacak

şekilde özel eğitim ve rehberlik araştırma merkezinde destek eğitimi görmektedir. Tablo 5’te ayrıntılı çalışma grubu verilmiştir.

### **3.2.2. El-Göz Koordinasyon Becerisinin İncelenmesi**

Bu aşamada bağımsız değişken olan hareket tabanlı iki farklı dijital eğitsel oyunun HZE öğrencilerin bağımlı değişken olan el göz koordinasyon becerisine etkisi incelenmiştir. Bağımsız değişken olarak etkisi araştırılan iki eğitsel dijital oyun araştırmanın hazırlık aşamasında aşağıdaki ölçütlere göre belirlenmiştir. Ölçütler özel eğitim uzmanı ve öğretim tasarımcısı tarafından belirlenmiştir.

Oyun belirleme ölçütleri:

1. El-göz koordinasyon becerisini desteklemek üzere geliştirilmiş olma,
2. El hareketlerini görselleştirme,
3. Gelişime ilişkin analitikler barındırma,
4. Gerçek zamanlı raporlama,
5. Bilimsel araştırmalara konu edilmiş olma,
6. Analiz yapabilmek için yeterli ayrıntıda açıklanmış olma,
7. Özel gereksinimli bireylerin ihtiyaçlarına göre geliştirilme,
8. Birinci ve ikinci nesil Kinect algılayıcıları tarafından kullanılabilme,

Oyun belirleme ölçütlerine göre açık kaynak kodlu, ticari veya ücretsiz erişilebilen Kinect tabanlı çalışan oyun ve uygulama platformları incelenmiştir. İnceleme sonunda Kinems uygulama platformunun araştırmada kullanılmasına karar verilmiştir. Kinems uygulama platformunda jest ve diğer beden hareketlerinin girdi olarak işlenebildiği farklı özelleştirilebilir dijital eğitsel oyunlar yer almaktadır. Oyunlar doğru, yanlış, başarıma yüzdesi gibi öğrenme analitiklerinin yanı sıra süre, hız ve hareket grafiği gibi kinetik analitikleri içermektedir. Kullanıcı profil bilgileri altında oyunlara ilişkin ayrıntılı rapor ve istatistikler tutulmaktadır. Bu oyunlarda çocukların doğal kullanıcı etkileşimleri ile öğrenme süreçlerine dâhil edilmesi amaçlanmaktadır (Kosmas, Ioannou ve Retalis, 2017; Kourakli vd., 2017). Kinems, ZE, otizm, dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu, motor planlama bozukluğu (dispraksi), okuma ve öğrenme güçlüğü (disleksi) ve matematiksel öğrenme güçlüğü (diskalkuli) gibi çoklu öğrenme engeli bulunan çocuklara özellikle motor planlama, görsel-kinetik koordinasyon, görsel-kısa süreli bellek, matematik becerileri, konsantrasyon

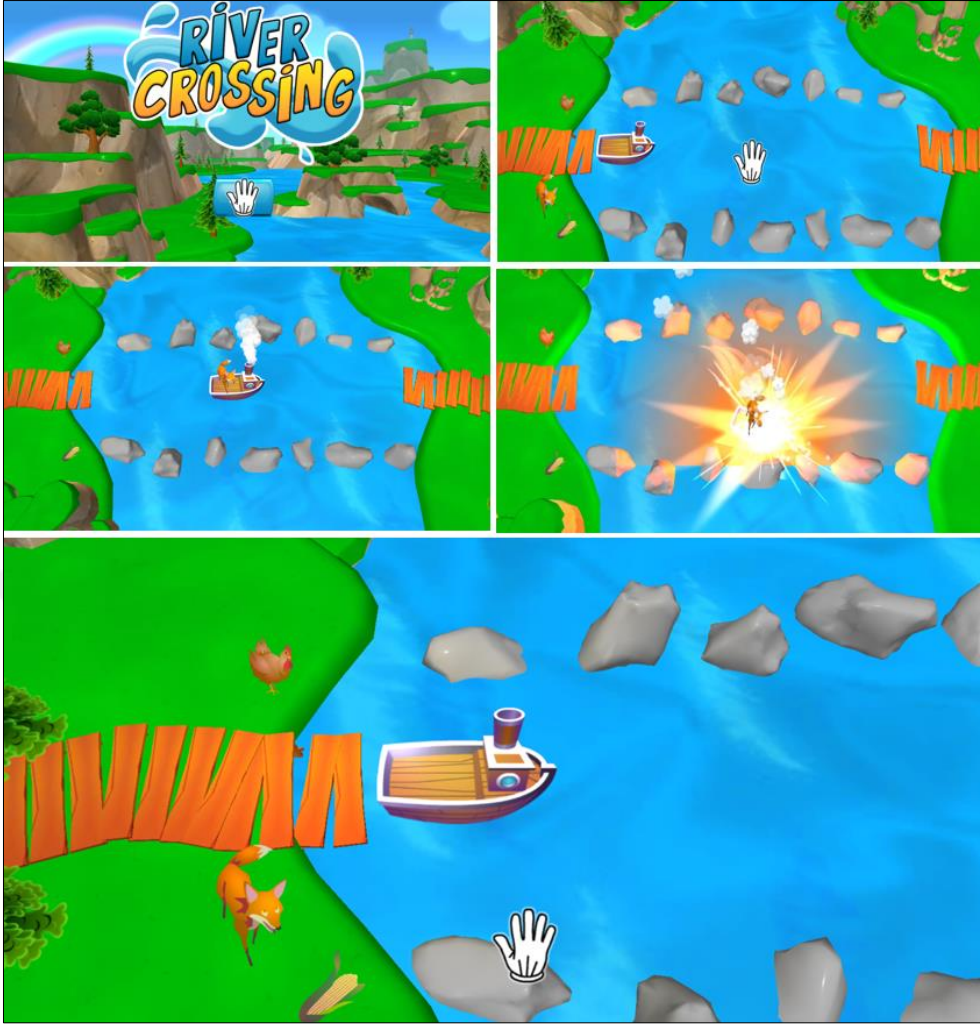
ve dil gelişimi gibi çeşitli becerilerini geliştirmelerinde yardımcı olan ve tamamen özelleştirilebilir oyunlardan oluşan bir paket program olarak tanımlanmaktadır (Kinems Akademi, t.y.). Oyunlar özel eğitimciler ve terapistler tarafından kabul görmüş geleneksel terapötik yaklaşıma ve öğrenme protokollerine uygun olarak tasarlanmıştır (Retalis vd., 2014). Kinems oyunlarının özel eğitim sahasında farklı araştırmalara konu edildiği görülmektedir (bkz. Altanis, Boloudakis, Retalis ve Nikou, 2013; Kourakli vd., 2017; Retalis vd., 2014). Araştırmanın uygulama aşamasında Kinems platformunda toplam 26 oyun bulunurken, güncel Kinems sürümünde 37 oyun yer almaktadır. Bu araştırmada Kinems oyunları özel eğitim uzmanı ve araştırmacı tarafından incelenmiş ve içlerinden görsel algı ve motor planlama kategorisinde yer alan iki dijital eğitsel oyun el göz koordinasyonu beceri gelişimini desteklemek amacıyla seçilmiştir. Kinems şirketinin bilimsel araştırmalar yöneticisi ile bir dizi görüşmeler gerçekleştirilmiş ve oyunlar için gerekli izin ve erişimler sağlanmıştır (S. Retalis, kişisel iletişim, Aralık 7, 2016 – Mart 8 ,2018). Görüşmelerde oyunlarda kullanılan değerlendirme yaklaşımları, gerekli revizyon işlemleri ve diğer analitiklerin kullanımına ilişkin konular yer almıştır. Daha sonra seçilen oyunların dil uyarlamaları gerçekleştirilmiştir. Bu aşamada bir özel eğitim uzmanı, bir öğretim tasarımcısı ve bir Türkçe dil uzmanı ile seçilen oyunlara ilişkin ön uygulama gerçekleştirilmiştir. Bu adımda oyunların dil uyarlaması için gerekli notlar alınmış ve çeviriler gerçekleştirilmiştir.

Seçilen oyunlardan ilki yatay düzlemde boşlukta (havada) el göz koordinasyon becerisini geliştirmeyi amaçlayan Nehir Geçışı (orijinal ismi River Crossing) isimli oyundur. Bu oyunda öğrencilerin yatay düzlemde temel el hareketlerini gerçekleştirmesi istenmiştir. Oyun giriş seviyesinde temel hareketleri içeren bir oyundur. Ayrıca öğrencileri hareket tabanlı oyunlara ısındırmak amacıyla bu oyunun elverişli olduğu düşünülmüştür. İkinci oyun ise farklı yönlerde (boşlukta) el göz koordinasyon becerisini geliştirmeyi amaçlayan Çiftçi (orijinal ismi Walks) isimli oyundur. Öğrenci bu oyunda farklı yönlerde karşısına çıkan engellere karşı koyarak elini boşlukta hareket ettirmelidir. Nehir Geçışı oyununa göre öğrenci yatay, düşey, zikzak ve köşegen (diyagonal) bir yol boyunca el hareket görevlerini yerine getirmelidir. Aşağıda her iki oyun ve özellikleri ayrıntılı açıklanmıştır.

#### **3.2.2.1. Nehir Geçışı Oyunu (sürüm v0.3.0)**

Nehir Geçışı oyunu Kinems panelinde “Beceriler” kategorisinde “Fizik Tedavi ve Mesleki Terapi” başlığı altında, “Tek El, Orta Hattı Çaprazlama” bölümünde yer almaktadır. Aynı

oyuna “Yürütücü İşlevler” başlığında bulunan “Mantıksal Akıl Yürütme” bölümünden de ulaşılabilmektedir. Nehir Geçişi oyunu yatay düzlemde el-göz koordinasyon becerisini geliştirmeyi amaçlayan görsel-kinetik koordinasyon gerektiren bir oyundur (Ojeda-Castelo, Piedra-Fernandez ve Iribarne, 2021). Oyun, el hareketi ile canlıları soldan sağa ve sağdan sola bir doğru boyunca taşıma görevlerini içeren tek oyunculu bir 2 boyutlu bilgisayar oyunudur. Öğrenci, sol kıyıda besin zinciri gurubunda yer alan canlıları sağ kıyıya gemi ile taşıyan bir taşıyıcı rolündedir. Her seferinde bir canlı sol kıyıdan gemiye bindirilerek karşı kıyıya ulaştırılmalıdır. Taşıma sırasında kayalıklara çarpmadan gemi (el) hareket ettirilmelidir. Canlı sağ kıyıya ulaştığında boş gemi tekrar sol kıyıya hareket ettirilerek kalan canlılar taşınmalıdır. Oyunun tamamlanması için toplamda 3 canlı en az 5 sefer yaparak karşı kıyıya ulaştırılmalıdır. Toplam süre olağan gelişim gösteren öğrencilerde 45-55 saniye arasında değişmektedir. Nehir Geçişi oyununda besin zinciri kuralı bulunmaktadır. Ancak bu kural yönetim panelinden devre dışı bırakılabilmektedir. Söz konusu kurala göre örneğin oyun başlamadan önce besin zinciri grubu öğelerinden tilki, tavuk ve mısır seçildiğinde, oyun içerisinde tilki ile tavuk aynı anda aynı kıyıda bulunmamalıdır çünkü tilki tavuğu yiyecektir. Benzer şekilde tavuk da mısırı yiyeceği için ikisi aynı anda aynı kıyıda bulunamayacaktır. Bu kuraldaki amaç mantıksal akıl yürütme becerisi kullanarak bir canlının diğerini yemeden karşı kıyıya ulaştırılmasıdır. Nehir geçişi oyununda öğrencilerin el hareket görevlerini yerine getirirken oyunlara ısındırılması (alışma) amaçlanmış aynı zamanda el-göz koordinasyon becerilerinin geliştirilmesi hedeflenmiştir. Öğrencilerin mantıksal akıl yürütme becerilerinin incelenmesi amaçlanmadığından özel eğitim uzmanının görüşleri doğrultusunda bu seçenek pasif bırakılmıştır.



Şekil 16. Nehir Geçişi oyununun ekran görüntüleri

#### 3.2.2.1.1. Nehir Geçişi Oyununun Oynanması

Öğrenci canlıları gemiye taşıırken yönetim panelinde önceden belirlenen sağ ya da sol elinden birini kullanmak zorundadır. Kinect yönetim panelinde seçilen ele göre algılama yapmaktadır. Bu nedenle oyun başlamadan önce öğrencinin incelenmek ya da geliştirilmek isteneni eli belirlenmelidir. Bu araştırmada öğrencinin iyi kullandığı “baskın el”inin hareketlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Öğrenci sefer sırasında nehrin kenarındaki kayalara çarpmadan gemiyi hareket ettirmeye dikkat etmelidir. Kayalar oyunda engel görevi üstlenmektedir. Kayalara çarpılması durumunda tekne bir anlık kırıma uğramaktadır; ancak kısa bir süre sonra düzelterek öğrenci oyuna kaldığı yerden devam edebilmektedir. Kayalara çarpma sayısı ve çarpma yerleri veri olarak kaydedilmektedir. Oyunun zorluk düzeyi yönetim panelinden arttırıldıkça kayalar birbirine yaklaşmakta, geminin geçiş güzergâhı

daralmaktadır. Bu yaklaşım öğrenciyi daha dikkatli olmaya ve daha iyi el-göz koordinasyonu gerçekleştirmeye zorlamaktadır (Kinems Learning Games, t.y., s. 56). Oyuna alışma ve egzersiz aşamalarında “kolay”, ön test ve son testte ise “orta düzey” oyun zorluğu seçilmiştir. Oyun genel olarak görsel- kinetik koordinasyon becerileri ile ilgilidir (s. 60). Oyundaki temel amaç tekrarlayan uygulamalar ile egzersiz yapmak ve dolaylı olarak yatay bir düzlemde el-göz koordinasyon becerisinin yanı sıra kaba motor becerileri geliştirmektir. Eğer yönetim panelinde besin zinciri kuralı aktif edilirse bilişsel seviyede eleştirel düşünme becerileri de geliştirilebilmektedir.

#### *3.2.2.1.2. Nehir Geçişi Oyunu Ayarları: Uyarlanabilir Özellikler*

Özel eğitimciler ya da terapistler öğretimsel müdahaleler söz konusu olduğunda özel gereksinimli bireylerin ihtiyaçlarına göre içeriği ya da ortamı uyarlama ihtiyacı duymaktadırlar. Hareket tabanlı dijital oyun uygulamalarında üç şekilde uyarlanabilirlik gerçekleştirilebilmektedir:

- İçerikle ilgili uyarlanabilirlik: Bilişsel veya akademik hedeflere göre içerik türlerinin özelleştirilme durumudur. Örneğin matematik becerilerinin hedeflendiği bir oyunda iki basamaklı sayılarla işlemleri sınırlandırma içerikle ilgili bir uyarlamaya örnektir.
- Kinetik becerilere göre uyarlanabilirlik: Önceden tanımlanmış vücut hareketleri gibi motor hedefleri ilgilendiren özelleştirmeler bu gruba girmektedir. Örneğin sadece sağ elin kullanıldığı hareket görevlerin bulunması kinetik becerilere göre uyarlanabilirliktir.
- Oyun öğeleri ile ilgili uyarlanabilirlik: Can sayısı, zaman sınırlaması veya zorluk gibi oyun özellikleri ile ilgili uyarlanabilirlik bu gruba girmektedir. Söz konusu özelleştirmede öğrencilerin genellikle öz-farkındalık ve zaman yönetimi gibi belirli becerileri edinmesi amaçlanmaktadır.

Nehir geçişi oyununda oyun başlamadan önce öğrenci gelişim ve özelliklerine göre öğretmen, terapist veya uygulayıcı tarafından yönetim panelinden yukarıda ifade edilen özelleştirmeler yapılabilmektedir. Tablo 6’da Nehir Geçişi oyunun uyarlanabilir özellikleri gösterilmiştir.

Tablo 6.

*Nehir Geçişi Oyununun Özelleştirmeleri*

| Nehir Geçişi Oyun Ayarları                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                   |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Müzik (Açık – Kapalı)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                   |
| Oyunun başından sonuna kadar hareketli bir müzik arka planda öğrenciye eşlik etmektedir. Uygulama sırasında öğrenci tercihine göre belirlenmiştir.                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                   |
| Ses Efekti (Açık- Kapalı)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                   |
| Hatalı ve başarılı uygulama adımları belirli bir ses geri bildirimi ile desteklenmektedir. Kayalıklara çarpma, başarılı geçiş, canlıyı seçme ve bindirme aşamalarında ses efektleri bulunmaktadır. Uygulama sırasında öğrenci tercihine göre belirlenmiştir.                                                                                                                                                           |                                   |
| El Seçimi (Sol – Sağ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                   |
| Uygulama sırasında öğrencinin iyi kullandığı el seçilmiştir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                   |
| Bir nesneyi seçme, aktif etme süresi (1sn., 1.5sn, 2sn., 2.5sn, 3sn.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                   |
| NUI tabanlı sistemlerin kendi has etkileşim karakteristikleri vardır. Fare ve klavyenin kullanılmadığı bu oyunlarda ekrandaki bir öğeyi seçmek için el belirli bir süre nesnenin üzerinde boşlukta bekletilmelidir. Seçimin aktif olması için beklenilecek süre yönetim panelinden ayarlanmaktadır. Bir saniye ile üç saniye arasında değişen değerler verilebilmektedir.                                              |                                   |
| Besin Zinciri Kuralı (Açık- Kapalı)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                   |
| Besin zincirine göre kıyıda biri diğerini yiyebilen iki canlı aynı anda bulunmamalıdır. Örneğin tilki tavuğu yiyeceği için ikisi aynı anda aynı kıyıda yer alamaz. Benzer şekilde tavuk, mısırı yiyeceği için aynı anda aynı kıyıda bulunamaz. Oyunda bu özellik kapalı tutulmuştur. Ancak normal gelişim gösteren bireylerde bu özellik açık tutularak eleştirel düşünme becerilerindeki gelişim incelenebilmektedir. |                                   |
| Canlı Grupları                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                   |
| Karşı kıyıya taşınabilecek canlı grupları (Besin zinciri)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1. Tilki, Tavuk, Mısır            |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2. Aslan, Zebra, Çim              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3. Yılan, Kurbağa, Sinek          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4. Karınca yiyen, Karınca, Yaprak |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 5. Kartal, Kertenkele, Çekirge    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 6. Kurt, Keçi, Lahana             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 7. Kedi, Fare, Peynir             |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 8. Kurbağa, Çekirge, Çim          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 9. Kartal, Sincap, Palamut        |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 10. Kurt-Geyik-Bitki              |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 11. Yılan, Fare, Peynir           |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 12. Kartal, Yılan, Fare           |

- 
13. Kuş, Tırtıl, Yapraklar  
14. Kertenkele, Çekirge, Çim
- 

Oyunun deneme aşamasında Tilki-Tavuk-Mısır canlı grubu seçilmiştir. Asıl uygulamada ise her hafta farklı bir canlı grubu seçilmiştir.

---

#### Zorluk Düzeyi (Kolay- Orta- Zor)

---

Nehrin kenarındaki kayalar engel görevi üstlenmektedir. Kayalar birbirine yaklaştıkça oyunun zorluk düzeyi artmaktadır. Birbirine yaklaşan kayalar kaza riskini artırmakta kullanıcıyı daha doğrusal bir el hareketi yapmaya zorlamaktadır. Uygulama sırasında kolay ve orta seçimi yapılmıştır.

---

#### Zamanlayıcı (Açık-Kapalı)

---

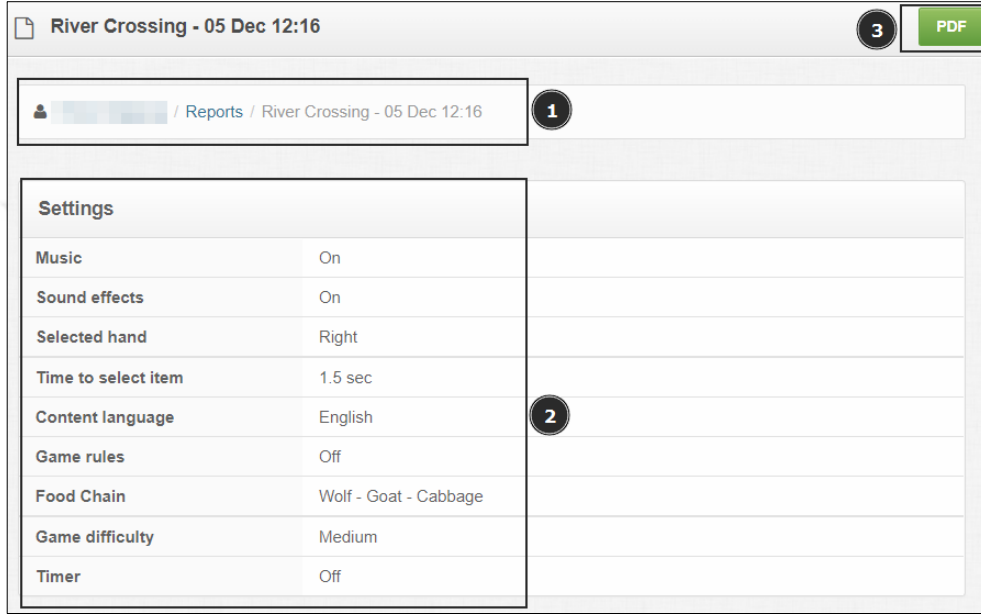
Açık konumundaki iken oyunun belirli bir sürede tamamlanması zorunluluğu vardır. Uygulama sırasında öğrencilerin üzerinde baskı oluşturmaması için kapalı tutulmuştur.

#### *3.2.2.1.3.Nehir Geçişi Oyunu: Rapor ve İstatistik*

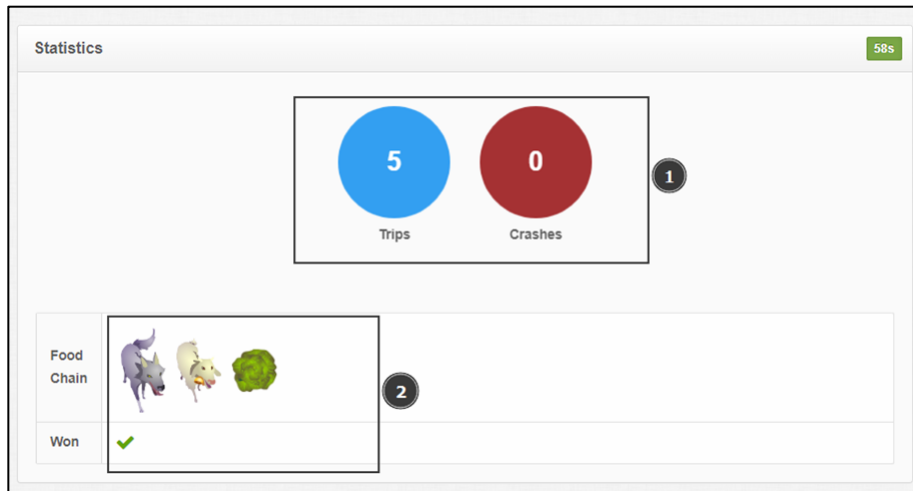
Oyuncu davranışlarının, oyun performansının ve öğrenme hedeflerinin izlenmesi ve değerlendirilmesi için rapor ve istatistiklere öğrenme ve kinetik analitiğin dâhil edilmesi, hem uygulayıcılar (özel eğitimciler/mesleki terapistler) hem de araştırmacılar tarafından önemli olarak nitelendirilmektedir. Bu nedenle, uygulayıcının bir öğrencinin ilerlemesine dair genel bir bakışa sahip olabilmesi için hem öğrenme hem de kinetik analitiklere ihtiyacı vardır.

Nehir Geçişi oyununda oyun tamamlandığında oyunun oynanma tarihi, saati, oyunda seçilmiş ayarlar (ses, ses efekti, el seçimi, seçim süresi, oyun kuralı, besin zinciri öğeleri, zorluk düzeyi, zamanlayıcı), oyunu tamamlama süresi, sefer sayısı, çarpma sayısı ve yatay düzlemde tekne hareket ettirilirken elin izlediği doğru grafiği kinetik ve öğrenme analitik verisi olarak saklanmaktadır. Ayrıca araştırmacı her bir oyun oturumunun sonunda öğrencinin o oyundaki performansını değerlendirmek üzere sisteme açıklamalar girebilmektedir. Tüm verilere öğrencinin profil sayfasında yer alan raporlar kısmından ulaşılmaktadır. Aşağıda örnek bir oyun oturumunun rapor ve istatistikleri üç aşamada gösterilmiştir.

Şekil 17’de öğrencinin 05 Aralık tarihinde saat 12:16’da oynadığı oyunun ayarları (2) görülmektedir. Öğrenci tercihinə göre arka plan müziği ve ses efektleri açık bırakılmıştır. Oyunda nesneleri seçmek için el 1,5 saniye buton (nesne) üzerinde bekletilmelidir. Besin zinciri kuralı kapatılmıştır. Karşıya geçirmek için kurt keçi ve ot canlı grubu olarak seçilmiştir. Oyunun zorluk düzeyi orta düzey seçilmiştir. Zamanlayıcı kapalıdır. Oyunun ayrıntılı raporlarına sağ üstteki PDF isimli butona tıklayarak ulaşılabilir (3).

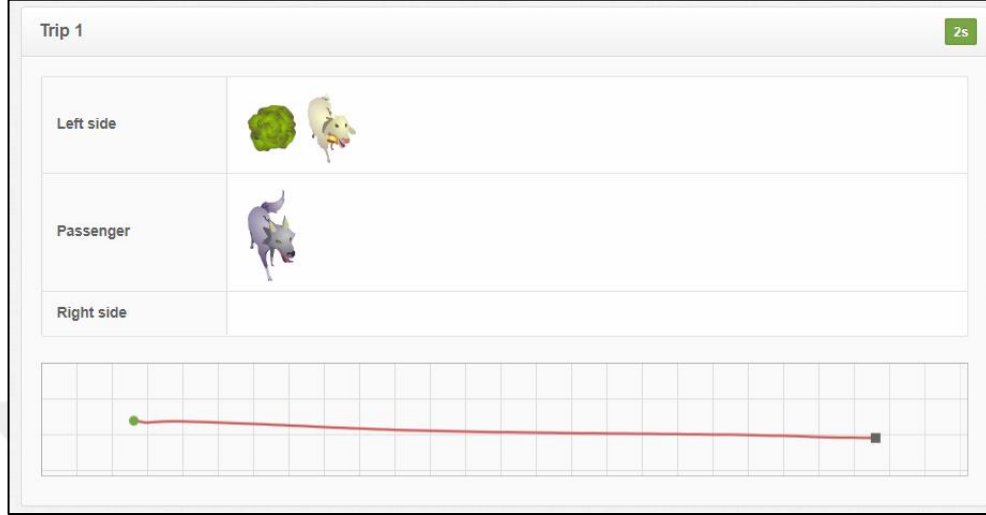


Şekil 17. Nehir geçişi oyununun özellikleri



Şekil 18. Nehir Geçiş oyunu seferlerine ilişkin oyun raporu

Şekil 18’de ise oyunun seyahat raporu görülmektedir. Öğrenci 3 canlıyı karşı kıyıya geçirmek için toplamda 5 sefer düzenlemiştir ve bu seferler sırasında kayalıklara hiç çarpmamıştır (1). Oyunu tamamlama süresi toplam 58 sn olarak kaydedilmiştir.



Şekil 19. Nehir Geçiş oyunu el hareketinin grafiği

Şekil 19’da gemiyi karşıya götürürken elin boşlukta izlediği hareket grafiği görülmektedir. Hareket grafiği her bir sefer için ayrı ayrı kaydedilmektedir. 1. seferin hareket grafiği incelendiğinde sefer sırasında kurt gemiye bindirilmiş, sol kıyıda ise keçi ve çim kalmıştır. Sağ tarafta karşı kıyıda henüz bir canlı bulunmamaktadır. Elin boşlukta izlediği hareket grafiği incelendiğinde yeşil dairesel noktanın hareketin başlangıcını, siyah kare noktanın ise hareketin bitiş noktasını gösterdiği görülmektedir. Grafiğe göre el düzgün bir doğru çizerek sağa doğru hareket ettirilmiştir (gemi düzgün bir doğru boyunca karşı kıyıya ulaşmıştır). Çarpma sayıları, seyahat süreleri ve elin izlediği doğru grafiği birlikte yorumlandığında öğrencinin başarılı bir el görevini tamamladığı ifade edilebilmektedir. Dolayısı ile 1. sefer sırasında öğrencinin iyi bir el-göz koordinasyonu becerisi sergilediği yorumu yapılabilmektedir.

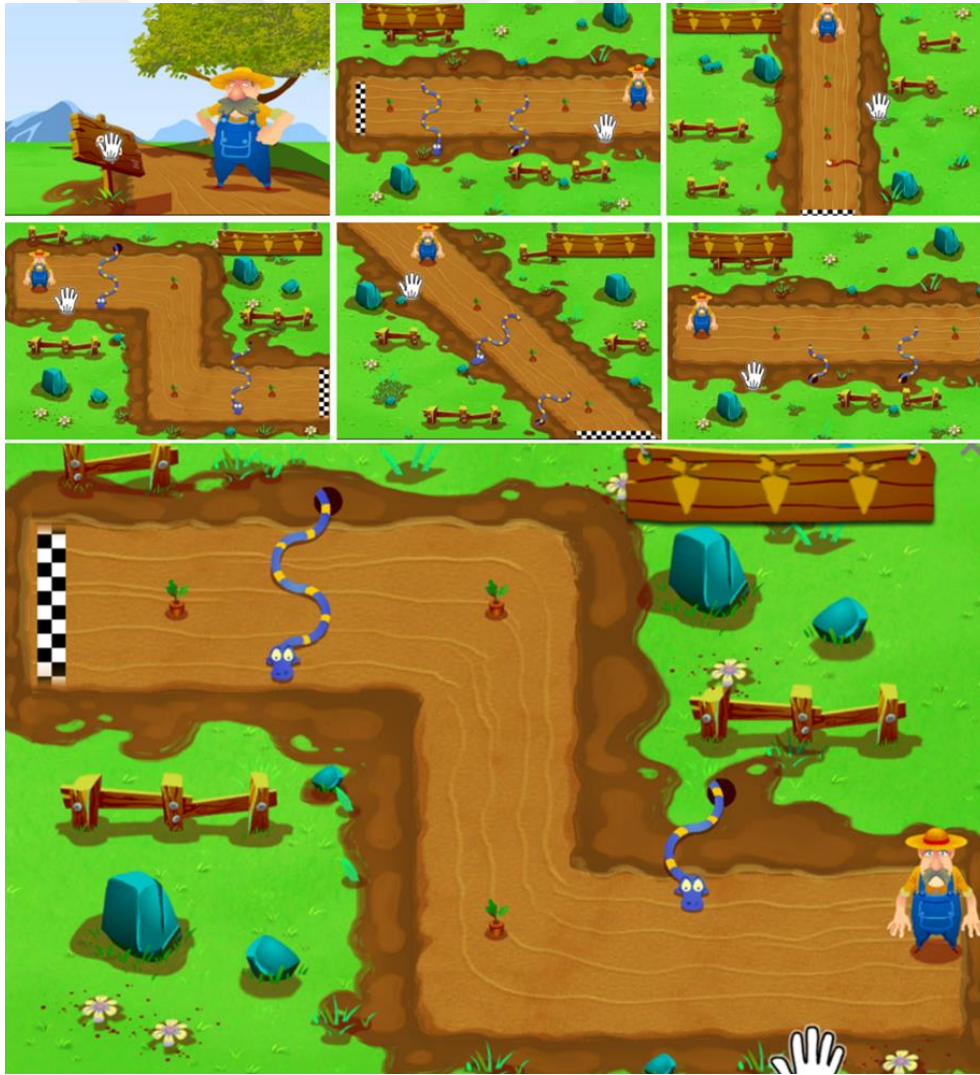
### 3.2.2.2. Çiftçi oyunu (sürüm v0.4.1)

Çiftçi oyunu Kinems panelinde beceriler kategorisinde “Fizik Tedavi ve Mesleki Terapi” başlığı altında, “Tek El, Orta Hattı Çaprazlama” bölümünde yer almaktadır. Aynı oyun “Yürütücü İşlevler” başlığı altında “Görsel Algı” bölümünde bulunmaktadır. Çiftçi oyunu yatay, düşey, zikzak ve köşegen düzleminde el-göz koordinasyon becerisini geliştirmeyi

amaçlayan görsel-kinetik koordinasyon gerektiren bir oyundur (Kinems Akademi, t.y.). Çeşitli engellerin bulunduğu oyunda el-göz koordinasyon becerisinin yanı sıra dolaylı olarak kaba motor, motor planlama ve orta hattı çaprazlama becerilerinin geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Oyun, el hareketi ile çiftçiye farklı yönlerde hareket ettirmeyi amaçlayan tek oyunculu 2 boyutlu bir bilgisayar oyunudur. Öğrenci çiftçiye hareket ettirirken yerdeki havuçları toplamalı, yılan ve solucan gibi hareketli canlılardan (engel) kaçmalıdır. Tüm bu işlemleri gerçekleştirirken çiftçiye yolun içinde tutmalı ve yolun kenarındaki çamurluk alandan uzak durmalıdır.

#### 3.2.2.2.1. Çiftçi Oyununun Oynanması

Öğrenci, yatay, düşey, zikzak ve çapraz bir yol boyunca ekrandaki çiftçi avatarını eliyle kontrol etmek zorundadır. Oyunun ilk adımı Nehir geçişi oyunundaki gibi yatay düzlemde



Şekil 20. Çiftçi oyununun ekran görüntüleri

kolay bir el görevi ile başlamaktadır. Öğrenci öncelikle eli ile uzaktan çiftçiye seçmeli ve yol boyunca çiftçiye ilerleterek yolun kenarlarına ve yolda çıkan yılan ve solucan engellerine çarpmadan yoldaki havuçları toplamak zorundadır. Havuçları toplamak için öğrenci elini havuç üzerine gelince kısa bir süreliğine bekletmelidir. Engellerden kaçmak ve havuçları toplamak için el boşlukta asılı beklemek durumundadır. Her bir güzergâhta 3 havuç toplanmalıdır. Öğrenci çiftçiye kontrol ederken yönetim panelinde önceden belirlenen sağ ya da sol elinden birini kullanmak zorundadır. Kinect daha önce yönetim panelinden ayarlanan ele göre algılama yapmaktadır. Öğretmen, terapist veya uygulayıcı yolun genişliğini değiştirmenin yanı sıra yılan ve solucan biçimindeki engellerin ortaya çıkmasını sağlayarak zorluk seviyesini ayarlayabilmektedir. Oyun dikkat, el hareketlerini düzgün bir şekilde koordine etme ve gerektiğinde engellerden kaçabilmek için hızlı tepki verebilme gibi çeşitli becerileri geliştirmeye yönelik hazırlanmıştır. Oyundaki temel amaç tekrarlayan uygulamalar ile egzersiz yapmak ve dolaylı olarak farklı düzlemlerde el-göz koordinasyon becerisinin yanı sıra kaba motor becerileri geliştirmektir. Çiftçi oyununda Nehir Geçşi oyununa göre daha zor el-göz koordinasyon gerektiren görevler yer almaktadır.

#### 3.2.2.2.2. Çiftçi Oyunu Ayarları: Uyarlanabilir Özellikler

Oyun başlamadan önce öğrenci gelişim ve özelliklerine göre öğretmen, terapist veya uygulayıcı tarafından yönetim panelinden belirli oyun özelleştirmeleri yapılabilmektedir. Tablo 7’de Çiftçi oyununun uyarlanabilir özellikleri gösterilmektedir.

Tablo 7.

#### *Çiftçi Oyununun Özelleştirmeleri*

| Çiftçi Oyun Ayarları                                                                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Müzik (Açık – Kapalı)                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Oyunun başından sonuna kadar hareketli bir müzik arka planda öğrenciye eşlik etmektedir. Uygulama sırasında öğrenci tercihine göre belirlenmiştir.                                                                                                                             |
| Ses Efektleri (Açık- Kapalı)                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Hatalı ve başarılı uygulama adımları belirli bir ses geri bildirimi ile desteklenmektedir. Yolun dışında çıkma, engellere çarpma havucu toplama ve oyunu başarılı tamamlama adımlarında ses efektleri bulunmaktadır. Uygulama sırasında öğrenci tercihine göre belirlenmiştir. |
| El Seçimi (Sol – Sağ)                                                                                                                                                                                                                                                          |

---

Uygulama sırasında öğrencinin iyi kullandığı el seçilmiştir.

---

Bir nesneyi seçme, aktif etme süresi (0,5sn, 1sn., 1.5sn, 2sn., 2.5sn, 3sn.)

---

NUI tabanlı sistemlerin kendi has etkileşim karakteristikleri vardır. Fare ve klavyenin kullanılmadığı bu oyunlarda ekrandaki bir öğeyi seçmek için el belirli bir süre nesnenin üzerinde boşlukta bekletilmelidir. Seçimin aktif olması için beklenilecek süre yönetim panelinden ayarlanmaktadır. Nehir Geçişinden farklı olarak 0,5 saniye seçim seçeneği de vardır. Yönetim panelinde 0,5 saniye ile üç saniye arasında değişen değerler verilebilmektedir. Uygulama sırasında öğrenci gelişimine göre ayarlanmıştır.

---

Engeller (Aktif- Pasif)

---

Çiftçinin hareket edeceği yol üzerinde yılan ve solucanları çıkması aktif edilerek engeller oluşturulmaktadır. Oyunda bu özellik deneme adımlarında kapalı tutulmuştur. Uygulamada açılmıştır.

---

Havuç Toplama Görevi (Aktif-Pasif)

---

Bu menü aktif edildiğinde yol üzerinde bulunan havuçlar toplanmalıdır. Bunun için çiftçi havuç görselinin bulunduğu yere getirildiğinde el havucun üzerinde olacak şekilde bir süre bekletilmelidir (buton aktif etme süresi kadar). Her bir güzergahta 3 havuç toplama görevi bulunmaktadır. Deneme oturumlarında bu özellik kapatılmış ancak asıl uygulamada açılmıştır.

---

Zorluk Düzeyi (Kolay- Orta- Zor)

---

Yolun genişliği ve uzunluğu kademe kademe arttırılarak oyunun zorluk düzeyi belirlenebilmektedir. Uygulama sırasında öğrenci gelişimine göre kolay ve orta seçimi yapılmıştır.

---

Zamanlayıcı (Açık-Kapalı)

---

Açık konumundaki iken oyunun belirli bir sürede tamamlanması zorunluluğu vardır. Uygulama sırasında öğrencilerin üzerinde baskı oluşturmaması için kapalı tutulmuştur.

---

Seviyeler (Güzergâh)

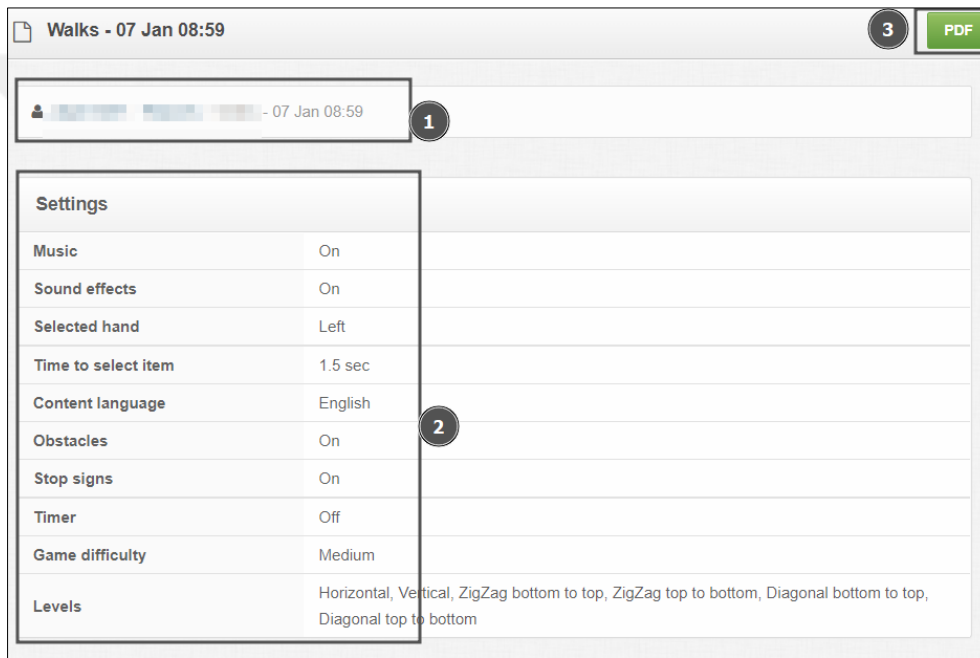
---

Nehir geçişi oyununda tek bir güzergâh bulunurken Çiftçi oyununda farklı yön ve doğrultuda 4 farklı güzergâh bulunmaktadır (yatay, düşey, diyagonal ve zikzak). Her bir güzergâhta gidiş ve geliş görevleri bulunduğu için toplamda 8 (4x2) güzergahın bulunduğu söylenebilir. Güzergâh isteğe bağlı işaretlenebilmektedir. Örneğin elini zikzak şekilde hareket ettiremeyen bir katılımcı için zikzak güzergahının üzerindeki tikler kaldırılarak görevden çıkarılabilmektedir.

---

### 3.2.2.2.3.Çiftçi Oyunu: Rapor ve İstatistik

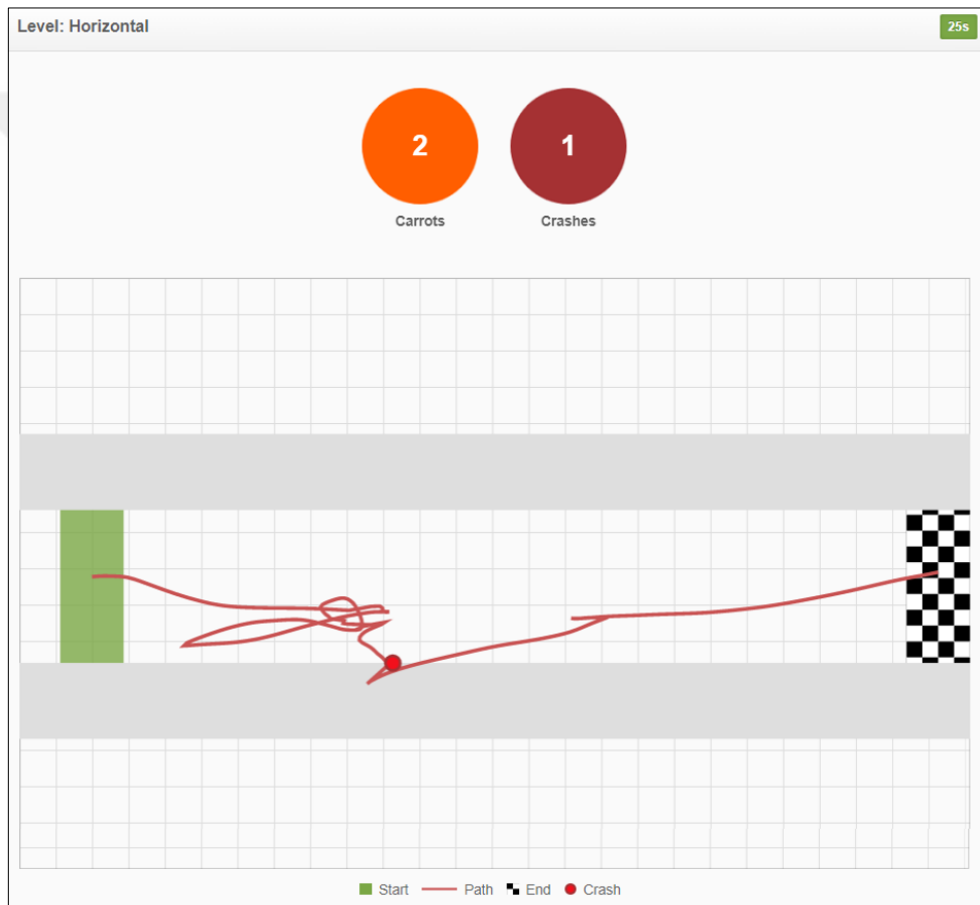
Oyun tamamlandığında oyunun oynanma tarihi, saati, oyunda seçilmiş ayarlar (ses, ses efekti, el seçimi, seçim süresi, engeller, toplanan havuçlar, zorluk düzeyi, zamanlayıcı) oyunu tamamlama süresi, engellere ve yolun kenarlarına çarpma sayısı ve farklı düzlemde çiftçi hareket ettirilirken elin izlediği doğru grafiği kinetik ve öğrenme analitiği verisi olarak öğrencinin hesabında raporlar kısmında kayıt altına alınmaktadır. Ayrıca araştırmacı her bir oyun oturumu sonrasında öğrencinin uygulama performansını değerlendirmek üzere sisteme açıklamalar girebilmektedir.



Şekil 21. Çiftçi oyununda önceden seçilmiş ayarlar

Şekil 21’de öğrencinin 07 Ocak tarihinde saat 8:59’da tamamladığı oynadığı oyunun ayarları (2) görülmektedir. Ayarlara göre arka plan müziği ve ses efektleri açıktır. Oyunda nesneleri seçmek için el 1,5 saniye buton (nesne) üzerinde bekletilecektir. Engellerden kaçma ve havuçları toplama görevi aktif edilmiştir. Oyunun zorluk düzeyi orta düzey seçilmiştir. Zamanlayıcı kapalıdır. Oyunda tüm güzergâhlar aktif edilmiştir. Oyunun ayrıntılı raporlarına sağ üstteki PDF isimli butondan ulaşılabilir (3).

Şekil 22’de öğrenci 2 havuç toplamış bir defa engellere çarpmıştır. Elin boşlukta izlediği hareket grafiği incelendiğinde yeşil dikdörtgen şekil hareketin başlangıcını, siyah beyaz damalı dikdörtgen ise bitiş noktasını göstermektedir. Bu yatay düzlemde öğrenciden doğrusal bir yol izlemesi beklenmektedir. Grafiğe göre elin doğrusal bir yol boyunca hareket ettirilemediği görülmektedir (çiftçi düzgün bir doğru boyunca hareket ettirilmemiştir). Çarpma sayıları, seyahat süresi ve elin izlediği hareket grafiği birlikte yorumlandığında öğrencinin başarılı bir el görevini tamamlayamadığı görülmektedir. Dolayısı ile öğrenci iyi bir el-göz koordinasyonu becerisi gösterememiştir.

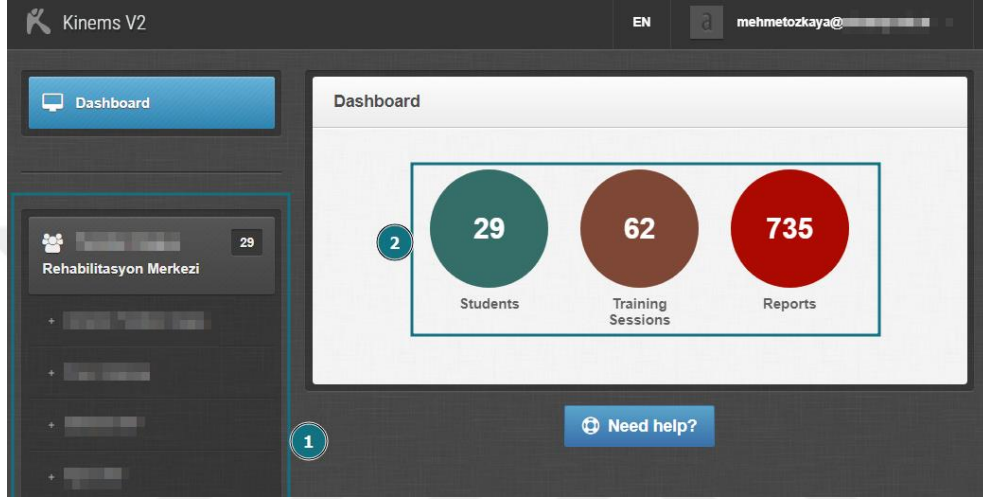


Şekil 22. Çiftçi oyununun raporları

### 3.2.2.3. Veri Toplama Araçları

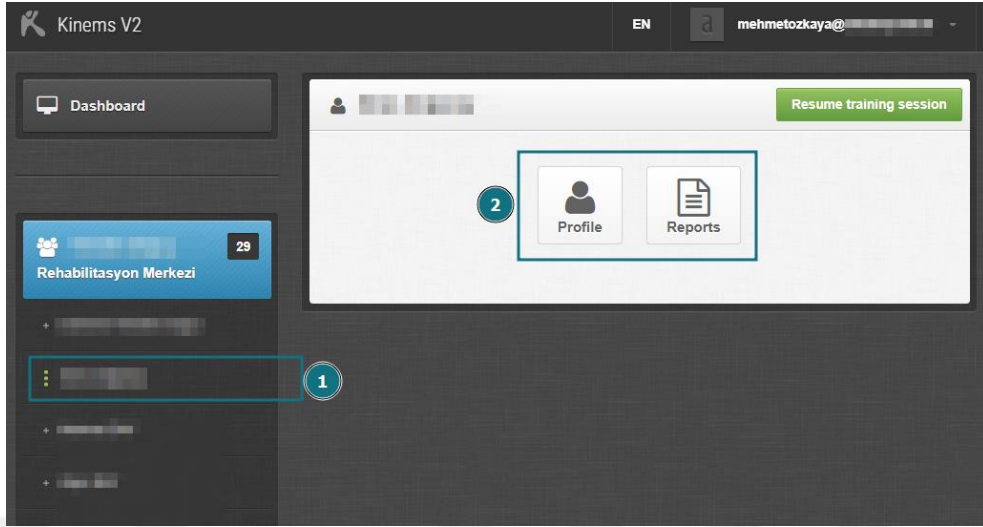
El-göz koordinasyon beceri gelişiminin incelendiği 1. etkililik araştırma sorusunda veri toplama aracı olarak Kinems veri tabanı kullanılmıştır. Kinems öğrenme ve kinetik analitiklerinin ayrıntılı kayıtlarını tutabilmektedir. Kinems platformu masaüstü bir uygulama

olarak kurulabilirken, uygulamanın bulut tabanlı çalışan bir web sürümü de mevcuttur. Kinems'de öğrenci bilgileri, oyunlar ve oyun raporları saklanmaktadır. Şekil 23'te sisteme giriş yapıldıktan sonra sol tarafta uygulamaların yapıldığı kurumun bilgisi görülmektedir (1), altında ise daha önce kurumda çalışma grubuna dâhil edilen (sisteme kaydedilen) öğrenciler listelenmektedir. Sağ tarafta toplam öğrenci sayısı, toplam oturum sayısı ve toplam rapor sayısı görüntülenmektedir (2).



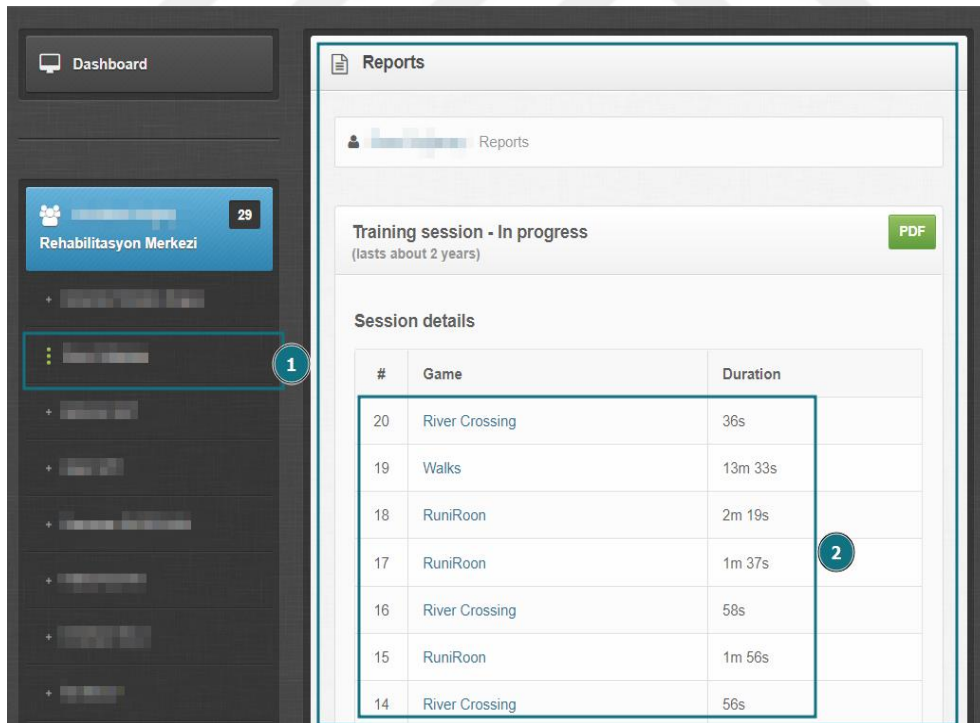
Şekil 23. Kinems yönetim panelinde toplam rapor ve oturum sayıları

Öğrenci listesinden bir öğrenci seçildiğinde öğrenciye ait rapor ve profil isimli iki menü sağ pencereye gelmektedir. Raporlar menüsünde öğrencinin oynadığı her oyunun raporları bulunmaktadır. Profil menüsünde ise öğrencinin kısa bilgileri yer almaktadır. Kinems veri tabanına öncelikle her bir öğrencinin kısa demografik bilgileri girilmiştir. Ayrıntılı bilgiler araştırmacının geliştirdiği Öğrenci Bilgi ve İzleme Formuna (ÖBİF) kaydedilmiştir. Bu form aynı zamanda araştırmacının gözlem notları için kullanılmıştır. Form farklı sayfalardan oluşan bir Excel dosyasıdır.



Şekil 24. Kinems yönetim panelinde raporlar ve profil menüsü

Sağ üst tarafta bulunan yeşil buton aracılığı ile oyun paneline girilmektedir. Bu aşamada öğrenciye atanmış oyunlar listelenmektedir.



Şekil 25. Kinems yönetim panelinde öğrenciye atanan oyunlar

Öğrencilerin el görevi içeren her iki oyunda elin havadaki (boşlukta) izlediği hareketler Kinect for Windows v2 tarafından yakalanarak algılanmakta ve doğru grafiğine dönüştürülerek bulut tabanlı Kinems veri tabanına kaydedilmektedir. Hareket grafiklerinin yanı sıra çarpma (hata) ve oyunu tamamlama sayıları, seçilmiş oyun ayarları, oyunun oynanma tarihi ve saati, araştırmacının uygulamaya ilişkin notları da veri olarak kaydedilmektedir. Tablo 8’de ilk ve son uygulamada ölçülen değişkenler ve veri türleri gösterilmiştir. Sisteme kaydedilen veriler içerisinde oyunu bitirme süresi, yılan ve kayalıklara çarpma sayısı (engeller) ve el hareket grafiği verilerinin el göz koordinasyon gelişimini değerlendirmek üzere kullanılmasına karar verilmiştir. Sefer sayıları ve havuç toplama sayıları veri analizine dâhil edilmemiştir.

Tablo 8.

*Toplanan Veriler ve Türleri*

| El Göz Koordinasyonu | Uygulama Öncesi           | Uygulama Sonrası          |
|----------------------|---------------------------|---------------------------|
| Nehir Geçiş Oyunu    | Oyunu Bitirme Süresi (sn) | Oyunu Bitirme Süresi (sn) |
|                      | Kayalıklara Çarpma Sayısı | Kayalıklara Çarpma Sayısı |
|                      | Sefer Sayısı              | Sefer Sayısı              |
|                      | El Hareket Grafiği        | El Hareket Grafiği        |
| Çiftçi Oyunu         | Oyunu Bitirme Süresi (sn) | Oyunu Bitirme Süresi (sn) |
|                      | Engellere Çarpma Sayısı   | Engellere Çarpma Sayısı   |
|                      | Toplanan Havuç Sayısı     | Toplanan Havuç Sayısı     |
|                      | El Hareket Grafiği        | El Hareket Grafiği        |

#### 3.2.2.4. Verilerin Analizi

El-göz koordinasyon beceri gelişiminin incelendiği 1. etkililik araştırma sorusunda ilk ve son oturumda elde edilen aynı gruba ait çarpma sayıları ve oyunu bitirme sürelerinin karşılaştırılmasında parametrik olmayan bir veri analiz tekniği olan Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır. Deneysel araştırmalarda sonuçların genellenebilirliği açısından uygun örneklem büyüklüğüne ulaşılması gerekmektedir. Örneklem büyüklüğünün 30’dan az olması durumunda verilerin normallik sayılıştısını gerçekleştirmesi güçleşmektedir (Russell

ve Purcell, 2009). Araştırmacılar bu durumda parametrik olmayan testleri önermektedir (Gosling, 1995). Bu araştırmada etkililik araştırma sorularının incelendiği aşamada çalışma grubunu 21 HZE öğrenci oluşturmuştur. Örneklem büyüklüğünün 30'dan küçük olması ve 1. etkililik araştırma sorusunda ölçülen puanların dağılımının normallik varsayımını gerçekleştirmemesi nedeni ile parametrik olmayan tekniklerin kullanılmasına karar verilmiştir. Wilcoxon işaretli sıralar testi eşleştirilmiş gruplar arasındaki puan farkının ya da aynı gruba uygulanan tekrarlı ölçümlerle elde edilen puan çiftleri arasındaki farkın incelenmesi amacıyla kullanılmaktadır. Parametrik karşılığı olan t-testinde ortalamalar karşılaştırılırken Wilcoxon işaretli sıralar testinde medyanların sıra ortalamaları karşılaştırılmaktadır. Hinton, McMurray ve Brownlow (2014) örneklem büyüklüğünün 30'u geçmesi durumunda diğer normallik varsayımları gerçekleştiğinde parametrik t-testinin kullanılabileceğini ifade eder. İlişkili örneklem t-testinin kullanılması gereken durumlarda parametrik özellikler sağlanamadığında Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmaktadır. Wilcoxon işaretli sıralar testi için iki temel varsayımın karşılanması gerekmektedir. Birincisi bağımlılık durumu (eşleşme ya da ilişkili olma) diğeri ise bağımlı ölçeğin en az sıralamalı ölçek düzeyinde ölçülmesi durumudur. Araştırmada ilk ve son uygulamaya ilişkin çarpma sayıları ve oyunu bitirme süreleri önce betimsel istatistiklerle analiz edilmiş, ardından frekans, yüzde ve maksimum-minimum değerleri hesaplanmıştır. Daha sonra ise Wilcoxon işaretli sıralar testi uygulanarak ilk ve son uygulama puanlarının arasındaki farkın anlamlılığına bakılmıştır.

El göz koordinasyon gelişimi için gösterge olarak seçilen bir diğer değişken ise el hareket grafikleridir. İlk ve son uygulamada elde edilen hareket grafikleri rehabilitasyon merkezinde görevli iki fizik tedavi uzmanı tarafından karşılaştırılarak puanlanmıştır. Puanlamanın güvenilirliğini artırmak amacı ile ilk ve son uygulama oturumunun video kayıtları izlenmiş ve araştırmacının uygulama notları gözden geçirilmiştir. Puanlama için "iyi, orta ve düşük" ifadelerinden oluşan üç kategorik değişkenli bir değerlendirme aracı kullanılmıştır. Tüm grafikler puanlandıktan sonra değerlendiriciler arası uyuma bakılmıştır. Daha sonra puanlanan grafiklerden hareketle bağımlı bir grupta 3x3 kategorik (nominal) veriler üzerinden bir karşılaştırma yapabilmek için McNemar-Bowker simetri testi gerçekleştirilmiştir. Böylelikle ilk ve son uygulamadaki el hareket grafiklerinin değişimine ilişkin genel bir değerlendirme hedeflenmiştir.

### 3.2.3. Geometrik Şekilleri Ayırt Etme Başarısının İncelenmesi

Geometrik şekilleri ayırt etme başarısının incelendiği ikinci etkililik araştırma sorusunda bağımsız değişken olan hareket tabanlı bir dijital eğitsel oyunun HZE öğrencilerin bağımlı değişken olan hareket tabanlı öğrenme başarısına etkisi incelenmiştir. Bu aşamada deneysel desenlerden kontrol grupsuz tek grup ön test son test deneysel desen kullanılmıştır. Bağımsız değişken olarak etkisi araştırılan eğitsel dijital oyun 1. etkililik araştırma sorusunda açıklanan oyun belirleme ölçütlerine göre Kinems uygulama platformundan seçilmiştir. Koşma (orijinal ismi RuniRoon) oyunu geometrik şekilleri ayırt etme başarısını geliştirmek ve incelemek için araştırmada kullanılmıştır. Oyun belirlendikten sonra Türkçe dil uyarlaması gerçekleştirilmiştir.

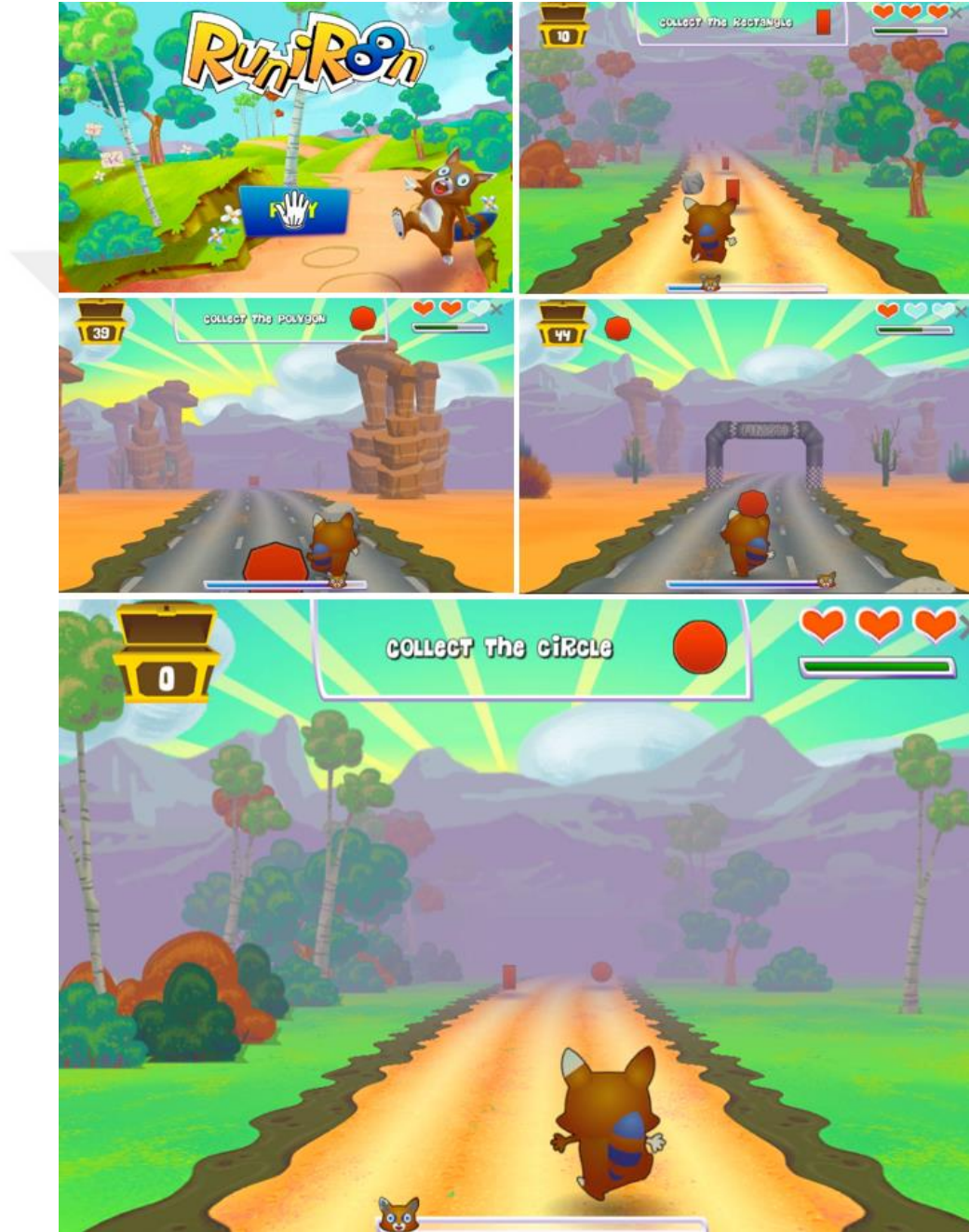
#### 3.2.3.1. Koşma Oyunu (sürüm v0.9.1)

Koşma oyunu Kinems panelinde “Fiziksel Gelişim” kategorisinde “Kaba Motor Gelişim”, “Tüm Vücut”, “Yan yürüme” başlığında ve “Kaba Motor Algı”, “Motor Planlama” başlığı altında yer almaktadır. Aynı oyuna “Yürütücü İşlevler” başlığında bulunan “Esnek Düşünme” bölümünde “Sağ ve Solu Ayırt Etme” ve bölümünden de ulaşılabilmektedir. Koşma oyunu tek oyunculu 2 boyutlu bir oyundur.

##### 3.2.3.1.1. Koşma Oyunun Oynanması

Oyun başladığında rakun karakteri kendi kendine koşmaya başlar öğrenci ise sağa ve sola adım atarak yan yürüyüş hareketleri ile rakunu kontrol eder. Öğrenci önüne çıkan engellerden yan yürüyüş hareketleri ile kaçmalı ve hedef nesneleri toplamaya çalışmalıdır. Hedef nesneler ekranın üstünde yazılı bir metin ve bir görselle gösterilmektedir. Örneğin oyunda kullanıcının kırmızı daireleri toplaması istenildiğinde ekranın üstünde kırmızı bir daire belirlemekte ve bu dairenin yanında “Kırmızı daireleri topla” talimatı yazılı olarak yer almaktadır (yazılı ve görsel ipucu). Öğrenci oyunda karşısına çıkan şekiller arasında kırmızı daireleri tespit etmeli ve şeklin geldiği yöne doğru adım atarak nesneleri toplamalıdır. Oyun devam ederken yukarıdaki görsel ve yazılı talimat değişmekte farklı şekillerin toplanması istenmektedir. Ekranda öğrencinin karşısına daire dışında diğer şekiller de çıkmaktadır. Oyuncu doğru şekle, doğru renge eş zamanlı karar vermeli ve vücudunu da eş zamanlı bu yöne hareket ettirmelidir.

Araştırmada iki boyutlu temel geometrik Şekillerin öğretilmesi hedeflenmiştir. Bu bakımdan oyundaki görev geometrik Şekilleri ayırt etme ve eşleştirme oyunudur. Kullanıcı oyun sırasında hem bedenini hem de bilişsel süreçleri eş güdüm içerisinde kullanmalıdır. Oyun, aynı zamanda çocukların görsel-işitsel uyarılara verdiği yanıtları test etme imkânı tanımaktadır.



Şekil 26. Koşma oyununun ekran görüntüleri

Uygulayıcı koşan karakterin hızını, oyun oynama süresini, ekranda çıkabilecek soru türlerini değiştirerek her öğrencinin ihtiyacına göre oyun ayarlarını yapılandırabilmektedir (Kinems Learning Games, t.y., s, 158).

### 3.2.3.1.2. Koşma Oyun Ayarları: Uyarlanabilir Özellikler

Oyun başlamadan önce öğrenci gelişim ve özelliklerine göre öğretmen, terapist veya uygulayıcı tarafından yönetim panelinden belirli oyun özelleştirmeleri yapılabilmektedir. Tablo 9’da Koşma oyunu uyarlanabilir özellikler gösterilmektedir.

Tablo 9.

#### *Koşma Oyununun Özelleştirmeleri*

| Koşma Oyun Ayarları                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Müzik (Açık – Kapalı)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Oyunun başından sonuna kadar hareketli bir müzik arka planda öğrenciye eşlik etmektedir. Uygulama sırasında öğrenci tercihinə göre belirlenmiştir.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Ses Efektleri (Açık- Kapalı)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Hatalı ve başarılı uygulama adımları belirli bir ses geri bildirimi ile desteklenmektedir. Yolun dışında çıkma, engellere çarpma, şekilleri toplama ve oyunu tamamlama adımlarında ses efektleri bulunmaktadır. Uygulama sırasında öğrenci tercihinə göre belirlenmiştir.                                                                                                                                                                                                                                                 |
| El Seçimi (Sol – Sağ)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Uygulama sırasında öğrencinin iyi kullandığı el seçilmiştir. Bu oyunda el hareketi sadece oyunu başlatmak için kullanılmaktadır. Oyun yürüme hareket görevlerini içeren bir oyundur.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Bir nesneyi seçme, aktif etme süresi (0,5sn, 1sn., 1.5sn, 2sn., 2.5sn, 3sn.)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| NUI tabanlı sistemlerin kendi has etkileşim karakteristikleri vardır. Fare ve klavyenin kullanılmadığı bu oyunlarda ekrandaki bir öğeyi seçmek için el belirli bir süre nesnenin üzerinde boşlukta bekletilmelidir. Seçimin aktif olması için beklenilecek süre yönetim panelinden ayarlanmaktadır. Nehir Geçişinden farklı olarak 0,5 saniye seçim seçeneği de vardır. Yönetim panelinde 0,5 saniye ile üç saniye arasında değişen değerler verilebilmektedir. Uygulama sırasında öğrenci gelişimine göre ayarlanmıştır. |
| Oyun Hakkı (3 Hak)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Oyunda engele çarpma, ya da hatalı nesneyi toplama durumunda oyun hakkı (can) azalmaktadır. Her 5 hatalı nesne toplandığında bir hak azalmaktadır. Engele çarpma durumunda ise doğrudan bir hak azalmaktadır. Hakların tamamı bitince oyun tamamlanmadan oyun sonlandırılmaktadır.                                                                                                                                                                                                                                        |

---

#### Engeller (Aktif-Pasif)

---

Oyun sırasında kullanıcının karşısına engel olarak kaya/taş çıkabilmektedir. Oyuncu bunlardan sağa ya da sola adım atarak kaçmalıdır.

---

#### Soru Sayısı (1,2,3,4)

---

Bir uygulama sırasında öğrencinin karşısına gelecek soru sayısını belirtir. 1-4 arasında soru sayısı seçilebilmektedir.

---

#### Soru Başına Zaman (1-5 dakika)

---

Her bir sorunun ekranda kalacağı süreyi ifade eder. Örneğin dairelerinin toplanması istendiğinde soru sayısı 1, soru başına geçirilecek zaman da 1 dakika belirlenmiş ise bir dakika içinde ekranda gelen şekiller arasında öğrenci daireleri toplamalıdır. Süreler 1 ila 5 dakika arsında 30 saniyelik aralıklarla belirlenebilmektedir (1, 1.5 gibi).

---

#### Karakter Hızı (Normal, Hızlı, Çok hızlı)

---

Rakunun koşma hızı belirlenebilmektedir. Daha açık bir ifade ile öğrencinin karşısına şekiller daha sık aralıklarla çıkmaktadır. Örneğin 1 dakikalık bir oyunda oyun hızı çok hızlı seçilmiş ise öğrenci ekranda ortaya çıkan şekillerin karşısına çıkan şekil sayı vb. nesnelerin öğrencine karşısına gelme hızını ifade etmektedir. Bir tür oyuncunun da tepki süresini refleks hızını ölçmeyle ilgilidir.

---

#### Oyunun Zorluk Düzeyi (Kolay, Orta, Zor)

---

Toplanması gereken doğru şekil ile çeldirici görev üstlenen hatalı şekillerin birbirine yakın gelmesidir. Ayrıca öğrenci yolun en sol kenarında iken en sağda toplaması gereken şekil çıkabilmektedir. Birbirine takip eden şekillerin çıkma yönleri arasındaki mesafe artmaktadır.

---

#### Soru Kategorisi

---

Oyunda 4 temel kategori bulunmaktadır. Şekiller, Kavramlar, Rakamlar ve Dört işlem. Her bir kategoride farklı soru türleri bulunmaktadır. Örneğin şekiller kategorisinde (iki boyutlu, üç boyutlu, kenarlarına göre, açılara göre şekiller vb.)

---

#### Sesli Talimat

---

Soru ekrana geldiğinde sesli bir talimatla öğrenciler yönlendirilmektedir. Örneğin “kırmızı daireleri topla” sesi gibi.

---

#### Metin Talimatı (Yazılı İpucu)

---

Soru ekrana geldiğinde yazılı bir talimatla öğrenciler yönlendirilmektedir. Ekranda “Kırmızı daireleri topla” yazısı görünür. Bu aktif edildiğinde metin sürekli ekranda kalacak şekilde durmaktadır.

---

#### Görsel İpucu

---

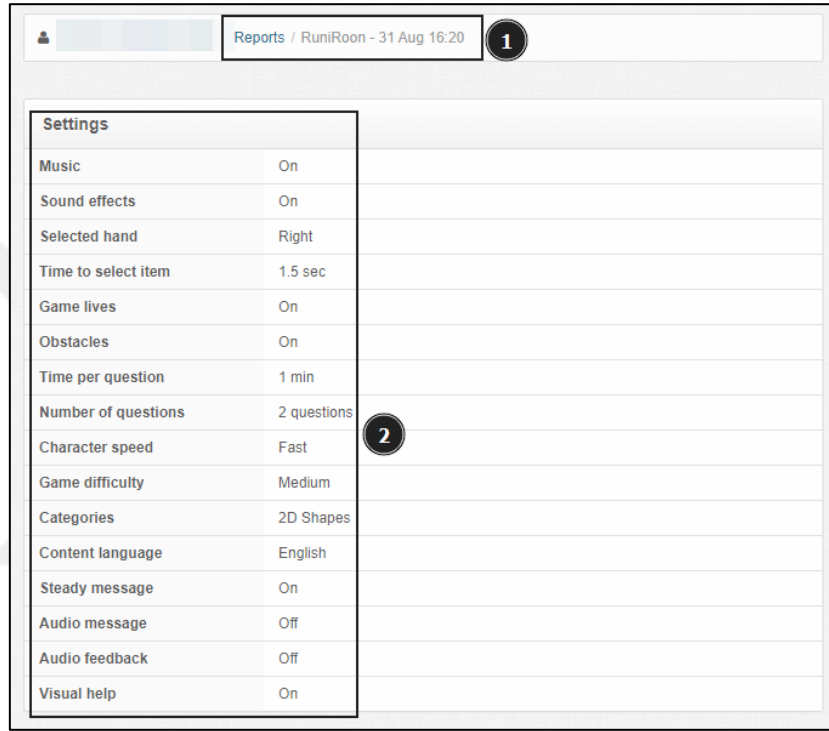
Öğrencinin toplaması gereken şeklin bir örneği ekranda görülecek şekilde çıkmaktadır.

---

### 3.2.3.1.3. Koşma Oyunu: Rapor ve İstatistik

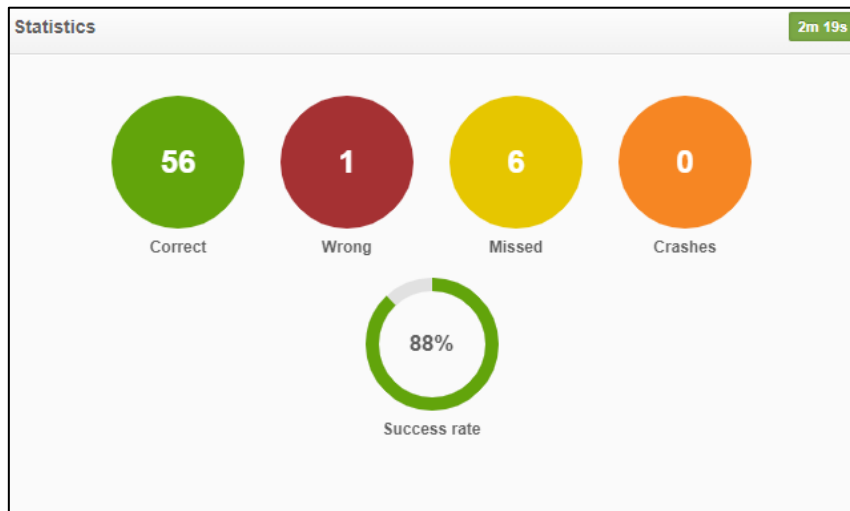
Oyunun oynanma tarihi, saati, oyunda seçilmiş ayarlar, oyunu tamamlama süresi, çarpma sayıları, doğru, hatalı ve kaçırılmış şekil sayıları ve bunların hesaplamasından oluşan başarıma yüzdesi kullanıcı verisi olarak saklanmaktadır. Başarıma yüzdesinin hesaplanmasında şu formül kullanılmaktadır.

$$\text{Başarıma Yüzdesi} = \frac{\text{Doğru}}{\text{Doğru} + \text{Hatalı} + \text{Kaçırılmış Şekil}}$$



| Settings            |             |
|---------------------|-------------|
| Music               | On          |
| Sound effects       | On          |
| Selected hand       | Right       |
| Time to select item | 1.5 sec     |
| Game lives          | On          |
| Obstacles           | On          |
| Time per question   | 1 min       |
| Number of questions | 2 questions |
| Character speed     | Fast        |
| Game difficulty     | Medium      |
| Categories          | 2D Shapes   |
| Content language    | English     |
| Steady message      | On          |
| Audio message       | Off         |
| Audio feedback      | Off         |
| Visual help         | On          |

Şekil 27. Koşma oyununun önceden seçilmiş ayarları



Şekil 28. Koşma oyununun raporları

Şekil 28’de öğrencinin doğru topladığı şekil sayısı 56, hatalı topladığı şekil sayısı 1, kaçırdığı şekil sayısı ise 6’dır. Öğrencinin başarıma yüzdesi ise %88 olarak hesaplanmıştır.

### 3.2.3.2. Veri Toplama Araçları

Veri toplama aracı olarak Kinems oyun platformu kullanılmıştır (bkz. 1. Etkililik araştırma sorusu veri toplama araçları).

### 3.2.3.4. Verilerin Analizi

Öğrencilerin geometrik şekilleri ayırt etme başarılarını değerlendirmek üzere Koşma oyunun ilk ve son uygulama oturumunda elde ettikleri başarıma yüzdeleri karşılaştırılmıştır. Başarıma yüzdelерinin karşılaştırılmasında ise Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır. Aşağıda Tablo 10’da oyun içinde toplanan veriler ve türleri gösterilmektedir.

Tablo 10.

#### *Toplanan Veriler ve Türleri*

| Öğrenme Başarısı | Uygulama Öncesi        | Uygulama Sonrası       |
|------------------|------------------------|------------------------|
| Koşma Oyunu      | Doğru Şekil Sayısı     | Doğru Şekil Sayısı     |
|                  | Hatalı Şekil Sayısı    | Hatalı Şekil Sayısı    |
|                  | Kaçırılan Şekil Sayısı | Kaçırılan Şekil Sayısı |
|                  | Başarıma Yüzdesi       | Başarıma Yüzdesi       |

### 3.2.4. Dikkat ve Meditasyonun İncelenmesi

Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunların HZE öğrencilerin dikkat ve meditasyon düzeylerine etkisinin incelendiği araştırma sorusunda bağımsız değişken olan hareket tabanlı bir dijital eğitsel oyunun HZE öğrencilerin bağımlı değişken olan dikkat ve meditasyon değerlerine etkisi incelenmiştir. Bu aşamada deneysel desenlerden kontrol grupsuz tek grup ön test son test deneysel desen kullanılmıştır. Bağımsız değişken olarak 1. Araştırma sorusunda ayrıntılı açıklanan Nehir Geçşi oyunu kullanılmıştır.

#### **3.2.4.1. Veri Toplama Araçları**

Öğrencilerin dikkat ve meditasyon düzeylerini ölçmek için EEG biyosensör kullanılmıştır. EEG (elektroensefalografi) saçlı deriye uygulanan elektrotlar aracılığıyla beyin dalgalarının tespit edilmesi yöntemine verilen isimdir. Beyinde nöronlar arası iletişim ve etkileşim elektrik sinyaller aracılığı ile gerçekleşmektedir. Nöronlar birbirleri ile haberleşirken farklı dalga boyunda elektrik sinyallerini kullanmaktadır. Toplam nöron sayısı göz önüne alındığında beyinde oldukça fazla elektriksel aktivite varlığından söz edilebilir. Elektroensefalogram (EEG) gibi tekniklere dayanan yöntemlerle bu elektriksel aktivitelere ilişkin veriler kaydedilebilmektedir. EEG, MR ve tomografi gibi görüntüleme tetkiklerinden daha eski bir yöntem olarak bilinmektedir. Epilepsi hastalığı başta olmak üzere davranış sorunları, öğrenme sorunları, zekâ geriliği, koma ve beyin ölümü gibi beyin fonksiyonunu bozan durumların tespitinde kullanılan bir yöntemdir.

Bu araştırmada MindWave Mobile 2 EEG biyosensörü öğrencilerin oyun oynarken dikkat ve meditasyon değerlerinin tespitinde kullanılmıştır. Sensör portatif, kolayca taşınabilen ve taç gibi kafaya yerleştirilebilen bir arayüze sahiptir. MindWave Mobile 2 kulak ve alına temas ettirilen iki temel donanım özelliğinden oluşmaktadır. Alın ve kulaktaki potansiyel farklar (voltajları) ölçülerek ThinkGear olarak ifade edilen çipe gönderilmekte elde edilen veriler burada işlenmektedir. ThinkGear çipi EEG sinyallerinin ölçülmesine, yükseltilmesine, filtrelenmesine ve analizine imkân tanıyan tek kanallı kuru sensör teknolojisi olarak bilinmektedir. ThinkGear'a gelen analog veriler dijital sinyallere dönüştürülerek içerisinde firmanın geliştirdiği eSense™ algoritmaları tarafından yorumlanmaktadır. Söz konusu algoritmalar dikkat ve meditasyon değerlerinin yanı sıra göz kırpması gibi hareketlere ilişkin çıkarımlarda bulunmaktadır. İşlenen veriler kablosuz iletişim yolu ile bağlı bulunduğu bilgisayar ya da telefona gönderilebilmektedir.

#### **3.2.4.2. Verilerin Analizi**

Araştırmada dikkat ve meditasyonun ölçülmesinde mobil ortamda çalışacak (Android) bir uygulama yazılımı geliştirilmiştir. NeuroSky'in sağlamış olduğu yazılım geliştirme seti kullanılarak eSense™ algoritmaları temel alınarak geliştirilen yazılımda öğrencilerin dikkat ve meditasyon puanları 0-100 arasında puanlandırılmıştır ve geliştirilen mobil uygulama yazılımına kaydedilmiştir. İlk ve son oturumda elde edilen verilerin (dikkat ve meditasyon puanları) karşılaştırılmasında ise Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır.

### 3.2.5. Etkililik Araştırma Sorularında Kullanılan Yöntemin Özeti

Araştırma sorusu: Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunların HZE öğrencilerin eğitiminde kullanılmasının aşağıdaki değişkenlere etkisi nedir?

1. El-göz koordinasyon becerisi<sup>a</sup>
2. Geometrik şekilleri ayırt etme başarısı<sup>b</sup>
3. Dikkati odaklama ve sürdürme düzeyi<sup>c</sup>
4. Meditasyon düzeyi<sup>d</sup>

Çalışma grubu özellikleri: Ölçüt örnekleme tekniği ile belirlenmiştir. 17'si erkek (%81) ve 4'ü kız (%19) toplamda 21 HZE öğrenci araştırmaya dâhil edilmiştir. Öğrencilerin yaş ortalaması 10,90'dır (sd:1,2).

Yöntem: Tek grup ön test- son test deneysel desen<sup>a,b,c,d</sup> kullanılmıştır.

Veri toplama araçları: Kinems oyun raporları ve istatistik<sup>a,b</sup>, rubrik<sup>a</sup>, EEG biyosensör<sup>c,d</sup>

Veri analizleri: Wilcoxon İşaretli Sıralar testi analizi<sup>a,b,c,d</sup>, McNemar-Bowker simetri testi<sup>a</sup>, betimsel analiz<sup>a,b,c,d</sup>

### 3.2.6. İç ve Dış Geçerlilik

İç geçerlilik “iki değişken arasındaki ilişkinin nedensel olup olmadığına ilişkin çıkarımların geçerliliği” olarak tanımlanmaktadır (Shadish, Cook ve Campbell, 2002). Son testte elde edilen puan ortalamalarının ilk teste göre anlamlı derecede farklı çıkmasının sebebi her zaman tek başına deneysel işlemin etkisi ile açıklanamamaktadır. Kullanılan istatistiksel yöntem, veri analizi, ölçme yaklaşımı ve çalışma grubu gibi özelliklere bağlı olarak bu etkiyi açıklayabilecek başka faktörler/tehditler de araştırmanın doğasında bulunabilmektedir. Bu araştırmada etkililik araştırma sorularının incelendiği nicel boyutta tek grup ön test son test deneysel desen kullanılmıştır. Söz konusu desene bağlı olarak iç ve dış geçerliği ilgilendiren birtakım tehditlerin varlığından söz edilebilir.

Fraenkel, Wallen ve Hyun (2012) söz konusu deneysel desende iç geçerliliğe yönelik dokuz kontrolsüz tehdidin bulunduğunu söyler. Bunlar; tarih, olgunlaşma, ölçme aracı bozulması, veri toplayıcı özellikleri, veri toplayıcı yanlılığı, test etme etkisi, istatistiksel regresyon, deneklerin tutumu ve uygulamadır. Bunlardan herhangi biri veya tümü çalışmanın sonucunu etkileyebilmektedir. Araştırmacı bu tehditleri azaltmak amacıyla nitel ve nicel verilerin yanı

sıra gözlem ve görüşmeler gerçekleştirmiş başka bir ifade ile üçgenleme tekniğinden yararlanarak veri çeşitlemesine gitmiştir. Ayrıca uygulama yönteminin tüm aşamalarını ayrıntılı açıklamıştır. Bunların dışında karma yöntem desenin kullanıldığı araştırmanın ilk aşaması olan nitel aşama geniş tutularak araştırma sonucuna etki etmesi muhtemel durumların bu adımda ayıklanması amaçlanmıştır.

- Tarih etkisi deneysel işlemin süresi uzadıkça ortaya çıkan bir tehdit olarak görülmektedir. Araştırmanın 10 haftalık bir uygulama olması, katılımcıların özellikle okul dönemini olmadığı yaz dönemin araştırmaya dâhil edilmesi dış etkileri azaltmaya yönelik hamlelerdir.
- Olgunlaşma etkisi katılımcı deneklerin iç etkilere bağlı olarak gelişim gösterebilmesi dolayısı ile araştırma sonucuna etki edecek ilerlemelerin kendiliğinden ortaya çıkması durumudur. ZE bireylerde gelişimin tüm aşamaları yavaş olduğundan bu tehdidin etkisi daha azdır. Öte yandan el göz koordinasyon beceri gelişiminin kendiliğinden ortaya çıkabilmesi için 10 haftalık süre olağan gelişim gösteren bireyler için de yeterli değildir.
- Ölçme aracı bozulması etkisi başka bir deyişle ölçme aracında ortaya çıkabilecek hatalar araştırmanın sonuçlarını etkileyebilmektedir. Kullanılabilirlik aşamasında bu tehdit üzerinde durulmuş hem Kinect hem de EEG sensörünün doğru algılama yapabilmesi için uygun şartlar aranmıştır. Söz konusu tehdidi en aza indirmek için farklı koşullarda denemeler yapılmıştır. Sıcak ortam, havalandırılmış ortam, peş peşe yapılan deneyler, ışık, teknik donanım özellikleri vb.
- Veri toplayıcı özellikleri ve veri toplayıcı yanlılığı birlikte ele alındığında araştırmaya katılan özel eğitim öğretmeni ve özel eğitim uzmanının yanı sıra araştırmacı birlikte gözlem yapmış ve bulguları birlikte değerlendirmiştir. Araştırmada değerlendiriciler arası ve gözlemciler arası uyuma bakılmıştır. Tüm veriler Kinems platformunda kaydedilirken hem uygulama ekranı hem de dış ortam video kaydı altına alınmıştır.
- Test etkisi ise aynı ölçme aracına maruz kalan grubun ölçme aracına maruz kaldıkça test tekniğine alışması ve puanları geliştirebilmesi durumudur. Öğrencinin karşısına çıkan şekiller ve senaryo her oyun uygulamasında belirli bir olasılığa göre değişmektedir. Oyun tasarımı bu özellik dikkate alınmıştır.
- İstatistiksel regresyon ise ortalamaya gerileme olarak tanımlanmakta daha açık bir ifade ile uç puanların normalleşmesi durumudur. Uygulama sırasında ilk ve son

uygulamada birden fazla tekrarlı ölçüm alınmıştır. Puanlar içerisinde en iyi ve en kötü puanlar çıkarılmış diğer puanların ortalaması alınmıştır.

Dış geçerlilik “nedensel ilişkinin kişiler, ortamlar, tedavi değişkenleri ve ölçüm değişkenleri üzerindeki varyasyonlar üzerinde geçerli olup olmadığına ilişkin çıkarımların geçerliliği” olarak ifade edilmektedir. Dış geçerlilik özellikle nicel sonuçların diğer kişilere, ortamlara veya zamanlara genellenebilirliği olarak daha kısa bir şekilde tanımlanabilmektedir. Araştırmada istatistiksel bir genelleme yapmak yerine mantıksal bir genellemenin hedeflendiği söylenebilir. Araştırma bir bütün olarak değerlendirildiğinde araştırmada tek başına genellenebilir olmayı amaçlamak kadar aktarılabilirlik de hedeflenmiştir.

### **3.2.7. Güvenilirlik**

Güvenilirlik ölçümlerin “tutarlılığı” veya “tekrarlanabilirliği” ile ilgili bir durum olarak bilinmektedir. Araştırmada Kinect ve MindWave sensörleri temel ölçme araçları olarak kullanılmıştır. Ölçümün güvenilirliğini sağlamak için her iki sensörün çalışma özellikleri, kılavuzları ve konu edindikleri araştırmalar incelenmiş, ölçme güvenilirliklerine ilişkin notlar alınmıştır. Araştırmada birbirine benzer iki uygulama gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada ölçümlerin hatalardan arındırılması amaçlanmıştır. El hareket grafiklerinin puanlanması için ise gözlemciler arası uyum ve değerlendiriciler arası uyum yüzdeleri hesaplanarak güvenilirlik sağlama çalışmaları yürütülmüştür.

### **3.3. Araştırmanın Kullanılabilirlik Boyutu**

HTT’lerin HZE bireylerin eğitim araştırmalarında yeni bir konu olması, belirli bir örneklem grubuyla daha az ele alınmış olması ve mevcut teorilerin uygulamalar için yeterince bilgi vermemesi nedeniyle araştırmanın kullanılabilirlik ve sosyal geçerlilik boyutu nitel araştırma yaklaşımı ile incelenmiştir. Bu amaçla asıl uygulama gerçekleştirilmeden önce bir ön uygulama aşaması belirlenmiş bu aşamada HTT uygulamalar sırasında ortaya çıkabilecek olumlu ve olumsuz durumların keşfedilmesi amaçlanmıştır. Bu aşamada HTT’lerin HZE bireylerin eğitiminde kullanım süreçlerinin daha iyi anlaşılması hedeflenmiştir. Alan yazında temellendirilmiş teori, eleştirel teori, fenomenoloji, biyografi ve durum çalışması dâhil olmak üzere farklı nitel araştırma desenleri mevcuttur. Araştırmanın kullanılabilirlik ve sosyal geçerlilik araştırma sorularının incelenmesi için durum çalışması deseninden

faaydalanılmıştır. Durum alışmaları, gözlemler ve görüşmeler gibi çeşitli nitel araştırma yöntemlerinden faydalanılarak ilgilenen olgu için zengin bir bakış açısı sağlamayı hedeflemektedir. Durum alışmaları, yeni bir bakış açısı sağlayan ve gelecekteki ilgili araştırmalar için zemin hazırlayan n araştırma olarak da kullanılabilmektedir. Araştırmacının üzerinde çok az kontrole sahip olduğu veya hiç kontrole sahip olmadığı durumlarda durum çalışmaları yararlı görülmektedir (Yin, 2002).

### **3.3.1. Kullanılabilirlik alışma Gruba (A)**

Birbirine yakın gelişimsel geriliği bulunan 8-12 yaş aralığında HZE ğrencilerin kullanılabilirlik aşamasında araştırmaya dâhil edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma grubunun belirlenmesi için amaçlı örnekleme yöntemlerinden lt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu doğrultuda uygun öğrencileri seçmek için özel eğitim uzmanı, özel eğitim öğretmenleri ve özel eğitim ve rehabilitasyon merkezi yönetimlerinin görüş ve tavsiyeleri doğrultusunda bilişsel, akademik ve motor beceri gelişimine ihtiyaı olan öğrenciler arasından aşağıdaki belirlenen ltlerle göre seçim yapılması hedeflenmiştir.

Adayların araştırmaya dâhil edilme ltleri:

1. HZE kız veya erkek,
2. 9 ile 12 yaş arasında bulunan,
3. Projeksiyon yansıasını görebilen,
4. Sesli yönergeleri işitebilen,
5. Geri bildirim ve yönergeleri takip edebilen,
6. Sözlü ifade yeteneği bulunan,
7. Hareket tabanlı oyunları oynamayı engelleyebilecek fiziksel bir engeli bulunmayan,
8. Kinems oyunlarından herhangi birini daha önce oynamamış olan,
9. Düzenli olarak özel eğitim ve rehabilitasyon merkezine devam eden,

Adayların araştırmadan çıkarılma ltleri:

Potansiyel adaylar arasında görme, işitme ve hareket gibi yetersizliklerin yanı sıra klinik bir nörolojik hastalık öyküsünün bulunması (rn., parkinson hastalığı, felç vb.) veya ek engellerin bulunması (Serebral Palsi, Otizm, Down Sendromu vb.) gibi durumlarda adaylar çalışma dışı bırakılmıştır. Bunların dışında araştırmaya uygun bulunan ancak Kinect uygulamalar sırasında farklı bilişsel ve hareketleri algılamada zorluk çektiği gözlenen

adaylar araştırmadan çıkarılmıştır. Araştırmaya katılacak öğrenciler belirlendikten sonra gönüllü olan öğrencilerden velileri aracılığı ile bilgilendirilmiş onay formunun doldurulması talep edilmiştir. Her bir katılımcıdan iki onay formunun doldurulması talep edilmiştir. Formlardan birisi öğrenci velisinde kalmak üzere diğeri ise araştırmacıda bulunacak şekilde saklanmıştır. İlk aşamada 35 öğrencinin araştırmaya dâhil edilmesine karar verilmiştir. Velilerinden onay alınamayan 4 öğrenci uygulamalara dâhil edilmeden çıkarılmıştır. Uygulama oturumlarında görsel-algı konusunda zorluk çektiği belirlenen 10 öğrenci araştırmadan çıkarılmıştır. Katılımcılardan 3 ise araştırmayı tamamlamamıştır. Araştırmada görsel-algı konusunda zorluk çektiği gözlenen ve araştırmadan çıkarılan öğrencilerin kullanılabilirlik verileri de değerlendirilmiştir.

Tablo 11’de görüldüğü gibi katılımcıların tümü HZE öğrencilerden oluşmuştur. Katılımcıların 14’ü erkek (%78), 4’ü ise kızdır (%22). Katılımcıların yaş ortalaması 10,3’tür. Destek eğitimi gören öğrencilerin önemli bir kısmı eğitimlerine özel eğitim okulunda devam etmektedirler (%61). Geri kalan öğrenciler ise olağan gelişim gösteren öğrencilerin bulunduğu devlet okullarında kaynaştırma öğrencisi olarak öğrenimini sürdüren öğrencilerdir (%39). Öğrencilerin tamamı düzenli olarak haftada iki gün olacak şekilde özel eğitim ve rehberlik araştırma merkezinde destek eğitimi görmektedir.

Tablo 11.

*Kullanılabilirlik Boyutunun Çalışma Grubu (A)*

|                   | N  | %    |
|-------------------|----|------|
| Cinsiyet          |    |      |
| Kız               | 4  | 22,2 |
| Erkek             | 14 | 77,8 |
| Yaş               |    |      |
| 8 yaş             | 3  | 16,7 |
| 9 yaş             | 3  | 16,7 |
| 10 yaş            | 3  | 16,7 |
| 11 yaş            | 4  | 22,8 |
| 12 yaş            | 5  | 27,8 |
| Okul              |    |      |
| Özel Eğitim Okulu | 11 | 61,1 |
| Devlet Okulu      | 7  | 38,9 |

### **3.3.2. Kullanılabilirlik İncelemesi**

Kullanılabilirlik incelemeleri nitel ve nicel olmak üzere iki temel yaklaşımla gerçekleştirilmektedir. Bu araştırmada nitel yaklaşım temel alınarak kullanıcı gözlemi gerçekleştirilmiştir. Kullanıcı gözlemi araştırılan hedef kitlenin gerçek yaşam ortamında veya laboratuvar ortamında davranışlarının gözlenmesi ve analiz edilmesine dayanmaktadır. Bu araştırmada HZE öğrencilerin öğrenme deneyiminde oldukça yeni bir konu olan NUI tabanlı sistemlerde kullanıcıların arayüz öğeleri ile etkileşime girme biçimleri ve arayüze ilişkin algılarının yerinde gözlenmesi amaçlanmıştır. Kullanıcı gözlemi oturumları video kayıtları ve gözlem notları ile desteklenmiştir. Elde edilecek bulgulardan hareketle asıl uygulamanın yeniden gözden geçirilmesi amaçlanmıştır. Bulguların aynı zamanda ideal uygulama koşullarının belirlenmesinde önemli rol oynaması beklenmiştir.

#### **3.3.2.1. Veri Toplama Aracı**

Kullanılabilirlik verilerinin kaydedilmesi amacıyla ortam ve oyun ekranının video kayıtları, ÖBİF kayıtları (gözlem ve uygulama notları) ve Kinems veri tabanı veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Her bir uygulama sonrasında uygulamaya ilişkin notlar Kinems paneline aktarılmıştır. Aynı zamanda araştırmacı uygulama oturumu sırasında aldığı notları birleştirerek ÖBİF'e aktarmıştır. ÖBİF: Katılımcı Listesi, Uygulama Takvimi, Uygulama Kontrol Listesi, Puanlama Formu ve Gözlemci Notu formlarının bulunduğu 5 sayfadan oluşan bir Excel dosyası şeklinde geliştirilmiştir.

#### **3.3.2.2. Verilerin Analizi**

Öğrenci Bilgi ve İzleme Formunda kaydedilen ve kameralardan elde edilen nitel veriler betimsel ve içerik analizi türlerinden kod ve kategorilere ayrıştırılmıştır.

### **3.3.3. Sosyal Geçerlilik İncelemesi**

Sosyal geçerlilik, genellikle müdahaleye maruz kalan ya da müdahaleyi gerçekleştirilen kişilerden görüş istenerek değerlendirilen müdahale süreçlerinin kabul edilebilirliği ve bunlardan memnuniyet anlamına gelmektedir. HTT'lerin özel eğitim ortamlarında sosyal geçerliğini belirlemek için öğretmen ve öğrencilerle yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

### ***Sosyal Geçerlilik Araştırma Boyutunun Çalışma Grubu ©***

Katılımcıların tümü öğrencisi uygulamaya katılan öğretmenlerden oluşmuştur. Öğretmenlerin 7'si kadın 1'i erkektir. Öğretmenlerin yaş ortalaması 34,4'tür. Deneyim ortalaması 10,9'dur. Rehabilitasyon merkezinde görevli öğretmenlerin branşları incelendiğinde 4'ünün okul öncesi, 3'ünün sınıf öğretmenliği ve 1 öğretmenin ise çocuk gelişimi alanından lisans mezunu olduğu görülmektedir.

Tablo 12.

*Sosyal Geçerlilik Boyutunun Çalışma Grubu*

| Kod      | Yaş  | Cinsiyet | Deneyim (yıl) | Asıl Branş     | Öğrenim durumu |
|----------|------|----------|---------------|----------------|----------------|
| T1       | 26   | K        | 5             | Okul Öncesi    | Lisans         |
| T2       | 38   | K        | 16            | Okul Öncesi    | YL             |
| T3       | 28   | K        | 5             | Okul Öncesi    | Lisans         |
| T4       | 28   | K        | 5             | Sınıf          | Lisans         |
| T5       | 38   | K        | 15            | Okul Öncesi    | YL             |
| T6       | 37   | E        | 16            | Sınıf          | Lisans         |
| T7       | 38   | K        | 7             | Sınıf          | Lisans         |
| T8       | 42   | K        | 18            | Çocuk Gelişimi | Lisans         |
| Ortalama | 34,4 |          | 10,9          |                |                |

### ***Veri Toplama Aracı***

Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunların özel eğitim ortamlarında kullanımına ilişkin sosyal geçerliği belirlemek amacıyla katılımcılara Sosyal Geçerlilik Belirleme Formunda bulunan 5 soru sorulmuştur. Görüşmeler sırasında katılımcıların ek sorular da yöneltilerek düşüncelerini açmaları istenmiştir.

### ***Verilerin Analizi***

Görüşme sorularından elde edilen verilerin analizinde açık uçlu sorular içerik analizine tabi tutulmuştur. Analizler sonucunda kapalı uçlu sorular için frekans tablosu olarak verilirken, açık uçlu sorular için tema ve kategoriler oluşturulmuştur. Temalar doğrudan alıntılar ile desteklenmiştir. Bulguların kod ve kategorilere dönüştürülmesi araştırmacı ve bir özel eğitim alan uzmanı olmak üzere iki kişi tarafından yapılmıştır. Kodlayıcılar arasındaki uyum yüzdesi hesaplanmıştır.

Araştırma, durum çalışmasında izlenmesi gereken aşamalar göz önünde bulundurularak yürütülmüştür. Araştırmada veri toplamak için hazırlanan görüşme formu uzman görüşüne sunulmuş, uzmanlardan gelen geri bildirimler doğrultusunda görüşme formuna son hali verilmiştir. Görüşme soruları iki öğretmenle pilot uygulama gerçekleştirilmiştir. Soruların anlaşılır olduğu görülmüştür. Kodlayıcılar arasındaki güvenilirliğin hesaplanmasında Miles ve Huberman'ın (1994) önerdiği güvenilirlik formülü kullanılmıştır.

$$\text{Güvenirlik} = \text{Görüş Birliği} / (\text{Görüş birliği} + \text{Görüş Ayrılığı})$$

### 3.4. Uygulama Ortamı

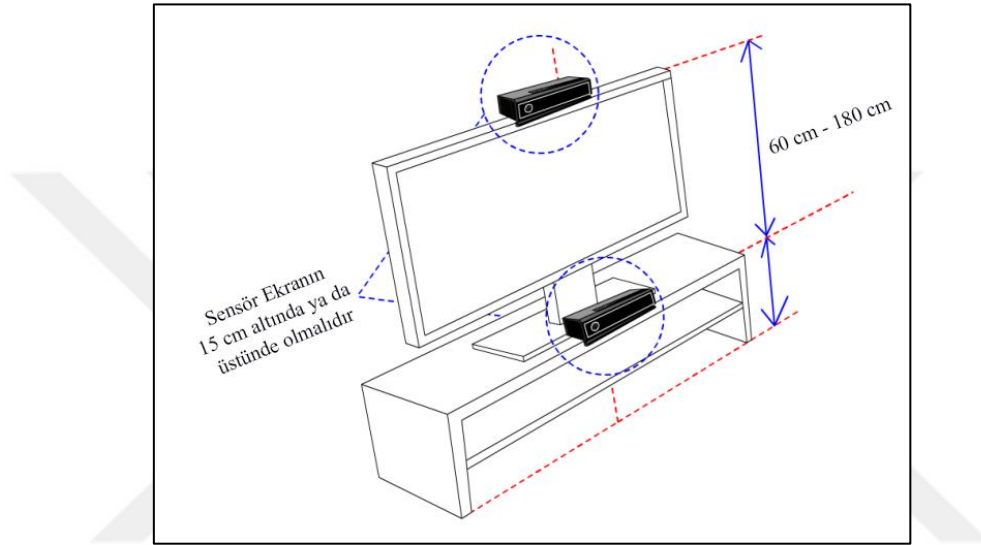
Şekil 29'da etkililik araştırma sorularının incelendiği ortam gösterilmektedir. Uygulama sırasında Kinect for Windows v2 sensörü hareket algılamak için kullanılmıştır.



Şekil 29. Uygulama ortamı

Kinems kullanıcı rehberinde ve Kinect İnsan Bilgisayar Etkileşimi kılavuzunda belirtilen değerlere göre 4,5 m uzunluğunda 3,8 m genişliğinde bir oda çalışma için seçilmiştir. Bu oda rehabilitasyon merkezinde grupla terapi amaçlı kullanılan alternatif bir odadır. Öğrenci sensörden yaklaşık 1,5m ilerde olacak şekilde konumlandırılmıştır. Uygulayıcı ve gözlemci Kinect'in görüş alanı dışında ancak öğrenci ve uygulama ekranını eş zamanlı görecektir şekilde ortamda bulunmuştur. Kinect tabanlı uygulamalarda projeksiyon ya da dijital ekranlar (TV vb.) kullanılabilir. Araştırmada hem ön uygulama hem de asıl uygulamada ekranın gerekli görüldüğü durumlarda büyütülebilmesi amacıyla projeksiyon yansısının kullanılması

uygun görülmüştür. Kinect sensörü yerden yaklaşık 70 cm olacak şekilde konumlandırılmıştır. Uygulamalar için bilgisayara bağlı bir projektörle görüntü duvara yansıtılmıştır. Projeksiyon yansıması ise 15 cm yukarıda olacak şekilde konumlandırılmıştır. Kullanılabilirlik aşamasında elde edilen bulgulardan hareketle donanım bileşenlerinin gerekli olduğu durumlarda yükseltilebilmesi amacı ile masaüstü bir bilgisayarın kullanılması uygun görülmüştür. Dikkat ve meditasyon ölçümü ise EEG biyosensörün mobil telefona bağlanması ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 30. Kinect'in ekrana göre konumlandırılması. Kinems Learning Games (t.y.)

Uygulamalar için özel eğitim ve rehabilitasyon merkezinde giriş katta (zemin kat) bulunan grupla terapi odası seçilmiştir. Öğrenciler özel eğitim ve uygulama merkezlerinde haftada iki gün 2 şer saat olmak üzere destek eğitimi almaktadırlar. Her öğrencinin 1. ders saatinde uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulama ortamında uygulayıcı(araştırmacı), özel eğitim öğretmeni ve özel eğitim uzmanı (oturumların %40'ında), uygulama yapan öğrenci ve sırasını bekleyen bir öğrenci olmak üzere toplamda 5 kişi bulunmuştur.

### 3.5. Araştırma Yöntemine Genel Bir Bakış

Bu araştırmada karma yöntem yaklaşımı benimsenmiştir. Genel olarak araştırmanın yöntemi; öğrenme ve kinetik analitiklerine (tamamlama süresi, hız, doğruluk ve hata sayıları), doğrudan uygulama ortamı gözlemlerine ve katılımcılarla yapılmış yarı yapılandırılmış görüşmelere dayanmaktadır. Tablo 13'te araştırma yöntemine genel bir bakış verilmiştir.

Tablo 13.

*Araştırma Yöntemine Genel Bakış*

|                                        | Kullanılabilirlik                                                                                                                                                                                       | El-Göz Koordinasyon Becerisi                                                                                                                                       | Geometrik Şekilleri Ayırt Etme                                                                                                    | Dikkat ve Meditasyon                                                                                                                                                                             | Sosyal Geçerlilik                                                                                                 |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Araştırma Soruları                     | *KTDEO uygulamalarında HZE öğrencilerin öğrenme deneyimini etkileyen durumlar nelerdir?<br><br>HZE öğrencilerin eğitiminde Kinect tabanlı bir öğretimsel uygulamanın ideal uygulama koşulları nelerdir? | *KTDEO uygulamalarının HZE öğrencilerin el göz koordinasyon beceri gelişimine potansiyel etkisi ne düzeydedir?                                                     | * KTDEO uygulamalarının HZE öğrencilerin geometrik şekilleri ayırt etme başarısına etkisi ne düzeydedir?                          | *KTDEO uygulamalarının HZE öğrencilerin dikkati odaklama ve sürdürme düzeyine etkisi ne düzeydedir?<br><br>* KTDEO uygulamalarının HZE öğrencilerin meditasyon düzeylerine etkisi ne düzeydedir? | *KTDEO uygulamalarının HZE öğrencilerin eğitiminde kullanılmasına yönelik öğretmen ve öğrenci görüşleri nelerdir? |
| Yöntem                                 | Nitel Araştırma Yöntemi                                                                                                                                                                                 | Nicel Araştırma Yöntemi                                                                                                                                            | Nicel Araştırma Yöntemi                                                                                                           | Nicel Araştırma Yöntemi                                                                                                                                                                          | Nitel Araştırma Yöntemi                                                                                           |
| Desen                                  | Durum Çalışması Deseni                                                                                                                                                                                  | Tek Grup Ön Test Son Test Deneyisel Desen                                                                                                                          | Tek Grup Ön Test Son Test Deneyisel Desen                                                                                         | Tek Grup Ön Test Son Test Deneyisel Desen                                                                                                                                                        | Durum Çalışması Deseni                                                                                            |
| Katılımcılar/Çalışma Grubu             | Grup A<br>(18 HZE öğrenci)                                                                                                                                                                              | Grup B<br>(21 HZE öğrenci)                                                                                                                                         | Grup B<br>(21 HZE öğrenci)                                                                                                        | Grup B<br>(21 HZE öğrenci)                                                                                                                                                                       | Grup C<br>(21 HZE öğrenci + 8 Özel Eğitim Öğretmeni)                                                              |
| İşlem                                  | 10 hafta boyunca (haftada 2 oturum) Nehir Geçişi, Çiftçi ve Koşma oyunlarının oynanması                                                                                                                 | 10 hafta boyunca (haftada 2 oturum) Nehir Geçişi ve Çiftçi oyunlarının oynanması                                                                                   | 10 hafta boyunca (haftada 2 oturum) Koşma oyununun oynanması                                                                      | 10 hafta boyunca (haftada 2 oturum) Nehir Geçişi Oyunun oynanması                                                                                                                                | KTDEO uygulamaları sonunda bireysel görüşmeler yapılması                                                          |
| Veri Toplama Araçları                  | Gözlem Formu, Uygulama Ekranı, Ortamın Video Kaydı, Gözlemci Notu                                                                                                                                       | Kinems Veri Tabanı, Oyun Raporları ve İstatistikleri                                                                                                               | Kinems Veri Tabanı, Oyun Raporları ve İstatistikleri                                                                              | NeuroSky MindWave 2 Mobile EEG Sensörü                                                                                                                                                           | Yarı Yapılandırılmış Görüşme Formu                                                                                |
| Gözlenen/İncelenen/Ölçülen Değişkenler | Kullanıcı Davranışları<br><br>Kullanıcı Etkileşimleri<br><br>Video ve Ses Kayıtları<br><br>ÖBİF verileri                                                                                                | Boşlukta Yatay, Düşey, Çapraz ve Zikzak Düzlemde Sağ veya Sol Elin Hareket Grafiği<br><br>Hata Sayıları (Kayalıklara ve Yola Çarpma)<br><br>Oyunu Tamamlama Süresi | 2B Geometrik Şekilleri Doğru Seçme ve Ayırt Etme Başarısı<br><br>Doğru, Yanlış, Kaçırma ve Çarpma Sayıları<br><br>Başarma Yüzdesi | Dikkat Değeri (0-100 puan aralığı)<br><br>Meditasyon Değeri (0-100 puan aralığı)                                                                                                                 | Görüşme Notları                                                                                                   |
| Verilerin Analizi                      | Betimsel Analiz<br><br>İçerik Analizi                                                                                                                                                                   | Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi<br>McNemar-Bowker Simetri Testi<br>El Hareket Grafiklerinin Analizi                                                                | Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi                                                                                                   | Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi                                                                                                                                                                  | Betimsel Analiz<br><br>İçerik Analizi                                                                             |

\*KTDEO: Kinect Tabanlı Dijital Eğitsel Oyun

## BÖLÜM IV

### BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde etkililik, kullanılabilirlik ve sosyal geçerlilik araştırma sorularının incelenmesi sonucunda elde edilen bulgulara yer verilmiştir. Bulguların sunumunda uygulamadaki sıra takip edilmemiştir. Neden-sonuç ilişkisinin daha açık kurulabileceği düşünülerek öncelikle etkililik araştırma sorularının incelendiği ikinci aşama bulguları ele alınmıştır. Bu bulgular içerisinde ihtiyaç duyulan aşamalarda birinci aşama olan kullanılabilirlik araştırma bulgularına yer verilmiştir. Daha sonra kullanılabilirlik incelemesinin gerçekleştirildiği birinci aşama bulguları ayrıntılı aktarılmıştır. Son olarak sosyal geçerlilik bulguları ile bu bölüm sonlandırılmıştır.

#### 4.1. Etkililik Araştırma Bulguları

##### 4.1.1. El-Göz Koordinasyon Becerisinin İncelenmesi

Birinci etkililik araştırma sorusunda bağımsız değişken olan hareket tabanlı iki farklı dijital eğitsel oyunun HZE öğrencilerin bağımlı değişken olan el göz koordinasyon becerisine etkisi araştırılmıştır. El egzersiz uygulamalarını içeren Nehir Geçişi ve Çiftçi isimli iki oyunun 10 haftalık bir müdahale sonunda öğrencilerin el-göz koordinasyon becerilerinde herhangi bir iyileşmeye sebep olup olmadığı incelenmiştir. Bu aşamada değişimin gözlenebilmesi için gösterge olabilecek üç değişken belirlenmiştir. Bunlar oyunu bitirme süresi, çarpma (hata) sayıları ve el hareket grafikleridir. Öğrencilerin her iki oyunda gerçekleştirdikleri hata sayıları ve oyunu bitirme süreleri Wilcoxon işaretli sıralar testine göre ayrı ayrı analiz edilmiştir. El hareket grafiklerinin analizi için ise sisteme kaydedilen grafik raporlarının iki uzman tarafından nitel paradigmaya göre yorumlanması tercih edilmiştir. Grafikler “iyi, düşük ve orta” kategorik değişkenlerinden oluşan bir değerlendirme aracı ile kodlanmıştır. Bu

aşamada öğrenci ve uygulama ekranının eş zamanlı birleştirildiği video kayıtları izlenmiş, grafik değerlendirmeleri video kayıtlar ile desteklenmiştir. Böylelikle hem grafik çıktısı hem de öğrencinin uygulama oturumu birlikte analiz edilmiştir. Kodlanan grafiklerin ilk ve son oturum karşılaştırmasında McNemar-Bowker simetri analizi gerçekleştirilmiştir. Aşağıda sırası ile bağımsız değişkenler olan Nehir Geçişi ve Çiftçi oyunun el-göz koordinasyon becerisine etkisine dair analiz sonuçları verilmiştir.

### ***Nehir Geçişi Oyunun El Göz Koordinasyon Becerisine Etkisi***

Kinect tabanlı dijital eğitsel bir oyun olan Nehir Geçişi oyunun ilk ve son uygulama oturumunda kaydedilen oyunu tamamlama süreleri ve çarpma sayılarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları Tablo 14’te gösterilmektedir.

Tablo 14.

#### ***Nehir Geçişi Oyunu Süre ve Hata Sayılarının Betimsel Analizi***

|            | N  | En Düşük | En Yüksek | Ortalama | Standart Sapma |
|------------|----|----------|-----------|----------|----------------|
| Süre       |    |          |           |          |                |
| İlk Oturum | 21 | 46       | 126       | 77,19    | 20,75          |
| Son Oturum | 21 | 47       | 97        | 64,29    | 12,4           |
| Çarpma     |    |          |           |          |                |
| İlk Oturum | 21 | 0        | 5         | 1,48     | 1,08           |
| Son Oturum | 21 | 0        | 3         | 1,14     | 1,02           |

Tablo 14’e göre katılımcıların ilk uygulama oturumunda elde ettikleri oyunu bitirme süre ortalamaları 77,19 saniye, son uygulama oturumunda elde ettikleri oyunu bitirme süre ortalaması ise 64,29 saniyedir. İlk uygulama oturumunda kaydedilen en düşük oyunu bitirme süresi 46 saniye, en yüksek oyunu bitirme süresi ise 126 saniye olarak gerçekleşmiştir. Son uygulama oturumunda oyunu bitirme süresi en düşük 47 saniye, en yüksek ise 97 saniye olarak kaydedilmiştir. Çarpma sayıları incelendiğinde ilk oturumda kayalıklara çarpma ortalamasının 1,48 son oturumda 1,14 olduğu görülmektedir. İlk oyunda en fazla 5 çarpma sayısı kaydedilirken son oyunda bu sayı 3’tür. İlk ve son uygulama oturumunda kayalıklara hiç çarpmadan gemiyi karşıdan karşıya geçiren öğrencilerin olduğu görülmektedir (0 çarpma). Tablo 14’e göre süre ve çarpma sayısı ortalamalarında son uygulama lehine bir farkın olduğu görülmektedir. Ancak parametrik olmayan bir karşılaştırmada ortalamalar yerine medyan sıra ortalamaları dikkate alındığında bu farklılığın anlamlılığını test etmek için Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçlarına bakılması gerekmektedir.

Tablo 15.

*Wilcoxon İşaretli Sıralar Test Sonuçları*

|                                  |                 | N               | Sıra Ortalaması | Sıralar Toplamı |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Süre<br>Son Oturum- İlk Oturum   | Negatif Sıralar | 15 <sup>a</sup> | 13,27           | 199             |
|                                  | Pozitif Sıralar | 6 <sup>b</sup>  | 5,33            | 32              |
|                                  | Eşit            | 0 <sup>c</sup>  |                 |                 |
|                                  | Toplam          | 21              |                 |                 |
| Çarpma<br>Son Oturum- İlk Oturum | Negatif Sıralar | 8 <sup>d</sup>  | 5,94            | 47,5            |
|                                  | Pozitif Sıralar | 3 <sup>e</sup>  | 6,17            | 18,5            |
|                                  | Eşit            | 10 <sup>f</sup> |                 |                 |
|                                  | Toplam          | 21              |                 |                 |

a. Son Bitirme Süresi &lt; İlk Bitirme Süresi

b. Son Bitirme Süresi &gt; İlk Bitirme Süresi

c. Son Bitirme Süresi = İlk Bitirme Süresi

d. Son Çarpma Sayısı &lt; İlk Çarpma Sayısı

e. Son Çarpma Sayısı &gt; İlk Çarpma Sayısı

f. Son Çarpma Sayısı = İlk Çarpma Sayısı

Tablo 15 “Wilcoxon İşaretli Sıralar Test” tablosu, süre ve çarpma sayılarına ilişkin puan sıralamalarının özetini göstermektedir. Tablo 15’te görüldüğü gibi son uygulamada oyunu bitirme süresinin ilk uygulamaya göre düşük olan satır sayısı 15 (negatif satır), son uygulamada bitirme süresinin ilk uygulamaya göre yüksek olduğu satır sayısı 6 (pozitif satır) olmuştur. Bu bulgulara göre ilk uygulama oturumuna göre 15 öğrencinin son uygulama oturumunda oyunları daha kısa sürede tamamladığı, 6 öğrencinin ise oyunları daha geç sürede tamamladığı görülmektedir. Çarpma sayılarına bakıldığında son uygulamada çarpma sayısının ilk uygulamaya göre düşük olduğu satır sayısı 8 (negatif sıra) yüksek olduğu satır sayısı ise 3 (pozitif sıra) olarak görülmektedir. 10 satırda ise eşitlik bulunmaktadır. Bu bulgulara göre 8 öğrencinin son uygulamada daha az çarpma gerçekleştirdiği, 10 öğrencinin ise çarpma sayısında bir değişiklik olmadığı gözlenmiştir. Kalan 3 öğrenci ise ilk oturuma göre daha fazla çarpma gerçekleştirmiştir.

Süre ve çarpma sayılarında ortaya çıkan farklı anlamlılığını kontrol etmek için Z-testi istatistik sonuçlarına bakılmıştır. Tablo 16 Z-test istatistiği verilerine göre oyunu tamamlama sürelerinde pozitif ve negatif farkların sıralamaları arasında sistematik bir farkın olduğu görülmektedir [ $Z_{(21)} = -2.904$ ,  $p < .05$ ]. Buna göre oyunu tamamlama süreleri anlamlı bir şekilde kısalmıştır. Çarpma sayılarındaki değişim ise anlamlı bulunmamıştır [ $Z_{(21)} = -1.347$ ,  $p > .05$ ].

Tablo 16.

*Z-Testi Sonuçları*

|                        | Süre (Son- İlk)     | Çarpma (Son- ilk)   |
|------------------------|---------------------|---------------------|
| Z                      | -2,904 <sup>b</sup> | -1,347 <sup>b</sup> |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,004                | ,178                |

a. Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, b. Pozitif değerlere göre.

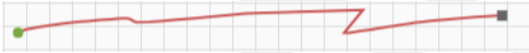
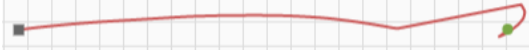
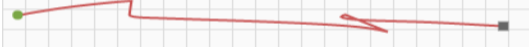
Verilerin analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde öğrencilerin son uygulamada Nehir Geçişi oyununu anlamlı derecede daha kısa sürede tamamladığı görülmektedir. Ancak çarpma sayılarındaki azalma anlamlı değildir. Kullanılabilirlik incelemesinin gerçekleştirildiği nitel aşamada elde edilen bulgulardan hareketle el-göz koordinasyon gelişimi için kullanılacak ilk oyunun kolay olması ve daha az hataya sebep olması hedeflenmiştir. Böylelikle öğrencilerin hareket tabanlı dijital eğitsel oyunlara ısındırılması amaçlanmıştır. Öğrencilerin ilk öğretimsel uygulamada da daha az çarpma gerçekleştirerek oyunlara cesaretlendirmesi amaçlandığından bu farkın anlamsız çıkması beklenen bir durumdur. Oyunu tamamlama sürelerindeki anlamlı azalma dikkate alındığında öğrencilerin son oturumda daha iyi el-göz koordinasyonu gerçekleştirdiği sonucu ortaya çıkmaktadır. Öte yandan çarpma sayılarındaki azalma anlamlı bulunmasa da betimsel veriler gelişimin potansiyeline işaret etmektedir.

El-göz koordinasyon beceri gelişimini değerlendirmek amacıyla üçüncü gösterge olan el hareket grafiklerinin karşılaştırılması için Tablo 17’de gösterilen yaklaşım ele alınmıştır. Öğrencinin ilk oturumda gerçekleştirdiği hareket grafiği son oturumla karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda özel eğitim ve rehabilitasyon merkezinde görevli iki fizik tedavi uzmanı tarafından grafikler “iyi, orta, düşük” olarak kodlanmıştır. Kodlayıcılar arası güvenilirlik %86 olarak hesaplanmıştır. İhtilafa düşülen 3 gelişim raporu için öğrencinin uygulama videosu fizik tedavi uzmanları tarafından birlikte izlenmiş ve görüş birliğine varılarak nihai değerlendirme yapılmıştır. Tablo 18’de örnek bir öğrencinin ilk ve son uygulama oturumundaki el hareket grafiklerinin karşılaştırması gösterilmektedir. Grafik karşılaştırma yaklaşımının daha net anlaşılması için oyundaki görevleri kısaca açıklamak yararlı olacaktır. Oyun yatay düzlemde boşlukta el hareket görevlerini içeren akan bir nehir üzerinden gemi ile canlıları karşıdan karşıya taşıma oyunudur. Oyun yardımı ile egzersiz yapmak ve dolaylı olarak el- göz koordinasyonun geliştirilmesi hedeflenmektedir. Oyunda gidiş geliş içeren tek bir güzergâh bulunmaktadır. Öğrenci oyunda sol kıyıda bulunan 3 canlıyı tek tek karşı kıyıya taşımaktadır. Tüm canlıların taşınması için gidiş ve geliş dâhil

olmak üzere toplamda en az 5 sefer düzenlenmektedir. El seferler sırasında yatay bir düzlemde boşlukta soldan sağa ve sağdan sola olacak şekilde hareket ettirilmektedir. Her seferde elin boşlukta izlediği yol yatay düzlemde bir çizgi grafiğine dönüştürülmektedir. Başarılı bir el-göz koordinasyonu değerlendirmesinin yapılabilmesi için grafiklerin doğrusal bir çizgiyi göstermesi gerekmektedir. Tablo 17’de sol sütun ilk oturuma ilişkin verileri gösterirken sağ sütun son oturum raporunu yansıtmaktadır. Tablo altında yer alan notta ise oyun ayarları gösterilmektedir.

Tablo 17.

*Nehir Geçiş Oyununda El Hareket Grafiklerinin Karşılaştırılması*

| OG-19 (10E)                                                                                                                  |    |                                                                                                                              |                           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| İlk Uygulama: 28 Haziran 2018                                                                                                |    | Son Uygulama: 17 Eylül 2018                                                                                                  |                           |
| Toplam Sefer Sayısı                                                                                                          | 5  | 5                                                                                                                            | Toplam Sefer Sayısı       |
| Çarpma Sayısı                                                                                                                | 5  | 1                                                                                                                            | Çarpma Sayısı             |
| Oyunu Bitirme Süresi (sn)                                                                                                    | 96 | 55                                                                                                                           | Oyunu Bitirme Süresi (sn) |
|  <p>Sefer 1: Soldan sağa doğru (12sn)</p>  |    |  <p>Sefer 1: Soldan sağa doğru (3sn)</p>  |                           |
|  <p>Sefer 2: Sağdan sola doğru (7sn)</p>  |    |  <p>Sefer 2: Sağdan sola doğru (3sn)</p> |                           |
|  <p>Sefer 3: Soldan sağa doğru (11sn)</p> |    |  <p>Sefer 3: Soldan sağa doğru (2sn)</p> |                           |
|  <p>Sefer 4: Sağdan sola doğru (9sn)</p>  |    |  <p>Sefer 4: Sağdan sola doğru (3sn)</p> |                           |
|  <p>Sefer 5: Soldan sağa doğru (12sn)</p> |    |  <p>Sefer 5: Soldan sağa doğru (3sn)</p> |                           |
| Puanlama: Orta                                                                                                               |    | Puanlam: İyi                                                                                                                 |                           |

Oyun Ayarlar: Oyun Müziği: Açık, Ses Efekt: Açık, El: Sağ, Tıklama Süresi: 1,5 sn, Besin Zinciri: Kapalı, Canlı Grubu: Kurt Keçi Ot, Zorluk Derecesi: Kolay, Zamanlayıcı: Kapalı

Tablo 17’de 10 yaşındaki sağ elini kullanan ÖG-19 kodlu erkek öğrencinin Nehir Geçiş oyunundaki ilk ve son oturumda gerçekleştirdiği el hareket grafiği karşılaştırılmaktadır. Tabloya göre ilk oyun 28 Haziran 2018 son oyun ise 17 Eylül 2018 de oynanmıştır. İlk

oturumda öğrenci 5 kez çarpma (hata) yapmış ve oyunu 96 saniyede tamamlamıştır. Son oturumda ise 1 çarpma (hata) yapmış oyunu ise 55 saniyede tamamlamıştır. El hareket grafikleri ve sefer sırasında geçirilen süreler dikkate alındığında öğrencini son oturumda daha iyi bir el hareketi gerçekleştirdiği görülmektedir. Özel eğitim ve rehabilitasyon merkezinde görevli iki fizik tedavi uzmanı tarafından ilk ve son oturumda elde edilen grafikler süre ve çarpma sayılarına bakılmaksızın “iyi, orta ve düşük” olmak üzere 3 kategorik değişkenli bir puanlama anahtarı ile puanlanmıştır. Tablo 17’de örnek olarak gösterilen OG-19 için el-hareket grafiğinin ilk oturum değeri “orta” son oturum değeri ise “iyi” olacak şekilde kodlanmıştır.

Grafiklerin tümü tablolatırıldıktan sonra her öğrenci için ilk ve son uygulama oturumlarındaki hareket grafikleri fizik tedavi uzmanları tarafından puanlanmıştır. Grafiklere verilen ilk ve son puan değerlerini karşılaştırmak için bağımlı bir grupta 3x3 kategorik (nominal) veriler üzerinden McNemar-Bowker simetri testi gerçekleştirilmiştir.

Tablo 18.

*McNemar-Bowker Uyumluluk Tablosu*

| İlk Uygulama<br>Oturumu Grafik Puanı | Son Uygulama Oturumu Grafik Puanı |      |     | Toplam |
|--------------------------------------|-----------------------------------|------|-----|--------|
|                                      | Düşük                             | Orta | İyi |        |
| Düşük                                | 1                                 | 0    | 4   | 5      |
| Orta                                 | 0                                 | 4    | 9   | 13     |
| İyi                                  | 0                                 | 0    | 3   | 3      |
| Toplam                               | 1                                 | 4    | 16  | 21     |

Tablo 18’de McNemar-Bowker test sonuçlarına göre ilk oturumda 5 öğrencinin el hareket grafiği düşük, 13 öğrencinin grafiği orta, 3 öğrencinin grafiğinin ise iyi olarak puanlandığı görülmektedir. Son uygulama oturumunda elde edilen grafik puanları incelendiğinde 1 öğrencinin düşük, 4 öğrencini orta 16 öğrencinin ise iyi olarak işaretlendiği görülmektedir. Tablo daha ayrıntılı yorumlandığında ilk oturumda “düşük” olarak puanlanan 5 öğrencinin 4’ü son oturumda “iyi” olarak puanlandığı, bir öğrencinin puanın değişmediği “düşük” olarak kaldığı görülmektedir. Benzer şekilde ilk uygulamada “orta” olarak işaretlenen 13 öğrencinin 9’unun son uygulamada “iyi” olarak puanlandığı 4’ünün ise puanlama değerinin değişmediği görülmektedir. Tablo 19’da McNemar-Bowker simetri testinin anlamlılık sonuçlarına bakıldığında grafikteki değişimlere verilen puanlar arasında anlamlı derecede bir farkın olduğu görülmektedir ( $p<.05$ ).

Tablo 19.

*McNemar-Bowker Anlamlılık Test Sonucu*

|                     | Değer | df | p     |
|---------------------|-------|----|-------|
| McNemar-Bowker Test | 13    | 2  | 0.003 |
| N                   | 21    |    |       |

***Çiftçi Oyunun El Göz Koordinasyon Becerisine Etkisi***

Kinect tabanlı dijital eğitsel bir oyun olan Çiftçi oyunun ilk ve son uygulama oturumunda kaydedilen oyunu bitirme süreleri ve çarpma sayılarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları Tablo 20’de gösterilmektedir.

Tablo 20.

*Çiftçi Oyununu Süre ve Çarpma Sayılarının Betimsel Analizi*

|            | N  | En Düşük | En Yüksek | Ortalama | Standart Sapma |
|------------|----|----------|-----------|----------|----------------|
| Süre       |    |          |           |          |                |
| İlk Oturum | 21 | 448      | 1650      | 748,2    | 298,94         |
| Son Oturum | 21 | 440      | 1250      | 630,19   | 201,31         |
| Çarpma     |    |          |           |          |                |
| İlk Oturum | 21 | 3        | 32        | 9,7      | 8,23           |
| Son Oturum | 21 | 1        | 30        | 7,3      | 7,82           |

Tablo 20’ye göre katılımcıların ilk uygulama oturumunda oyunu bitirme süre ortalamalarının 748,20 saniye, son uygulama oturumunda elde edilen oyunu bitirme süre ortalamasının ise 630,19 saniye olduğu görülmektedir. İlk uygulamada öğrencilerin oyunu bitirme sürelerine bakıldığında en kısa sürenin 448 saniye, en yüksek sürenin ise 1650 saniye olarak kaydedildiği görülmektedir. Son uygulamada oyunu tamamlama süreleri en düşük 440 saniye, en yüksek ise 1250 saniye olarak gerçekleşmiştir. Çarpma sayıları incelendiğinde ilk oturumda engellere çarpma sayı ortalaması 9,7, son oturumda çarpma sayı ortalaması ise 7,3 olduğu görülmektedir. İlk ve son uygulama oturumunda engellere hiç çarpmadan görevi tamamlayan öğrenci bulunmamaktadır. Başka bir ifade ile çarpma sayısı sıfır olan bir değer yoktur. İlk oyunda en fazla 32 çarpma sayısı kaydedilirken son oyunda bu sayı 30’dur. Tablo 20’ye göre oyunu bitirme süreleri ve çarpma sayıları ortalamalarında son uygulama lehine bir farkın olduğu görülmektedir. Ancak parametrik olmayan bir karşılaştırmada ortalamalar yerine medyan sıra ortalamaları dikkate alındığında bu farklılığın anlamlılığını test etmek için Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçlarına bakılması gerekmektedir.

Tablo 21.

*Wilcoxon İşaretli Sıralar Test Sonuçları*

|                                  |                 | N               | Sıra Ortalaması | Sıralar Toplamı |
|----------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Süre<br>Son Oturum- İlk Oturum   | Negatif Sıralar | 19 <sup>a</sup> | 11,42           | 217             |
|                                  | Pozitif Sıralar | 2 <sup>b</sup>  | 7               | 14              |
|                                  | Eşitlik         | 0 <sup>c</sup>  |                 |                 |
|                                  | Toplam          | 21              |                 |                 |
| Çarpma<br>Son Oturum- İlk Oturum | Negatif Sıralar | 17 <sup>d</sup> | 10,65           | 181             |
|                                  | Pozitif Sıralar | 2 <sup>e</sup>  | 4,50            | 9               |
|                                  | Eşit            | 2 <sup>f</sup>  |                 |                 |
|                                  | Toplam          | 21              |                 |                 |

a. Son Bitirme Süresi&lt;İlk Bitirme Süresi

b. Son Bitirme Süresi&gt;İlk Bitirme Süresi

c. Son Bitirme Süresi=İlk Bitirme Süresi

d. Son Çarpma Sayısı&lt;İlk Çarpma Sayısı

e. Son Çarpma Sayısı&gt;İlk Çarpma Sayısı

f. Son Çarpma Sayısı=İlk Çarpma Sayısı

Tablo 21 “Wilcoxon İşaretli Sıralar Test” tablosu, süre ve çarpma sayılarına ilişkin puan sıralamalarının özetini göstermektedir. Tablo 21’de görüldüğü gibi oyunu bitirme sürelerinde son uygulamada oyunu bitirme süresinin ilk uygulamaya göre düşük olan satır sayısı 19 (negatif satır), son uygulamada oyunu bitirme süresinin ilk uygulamaya göre yüksek olduğu satır sayısı 2 (pozitif satır) olmuştur. Bu bulgulara göre ilk uygulama oturumuna göre 19 öğrenci oyunları daha kısa sürede tamamlanmıştır. 2 öğrencinin ise oyundaki görevleri daha geç sürede tamamladığı görülmektedir. Çarpma sayılarına bakıldığında son uygulamada çarpma sayısının ilk uygulamaya göre düşük olduğu satır sayısı 17 (negatif sıra), yüksek olduğu satır sayısı ise 2’dir (pozitif sıra). 2 satırda bir değişim gözlenmemiştir (eşit sıra). Çarpma sayısı bulgularına göre 17 öğrencinin son uygulamada çarpma sayısını azalttığı, 2 öğrencinin ise artırdığı görülmektedir. 2 öğrencinin çarpma sayısında ise değişiklik gözlenmemiştir. Süre ve çarpma sayılarında ortaya çıkan farklı anlamlılığını kontrol etmek için Tablo 22’de Z-testi istatistik sonuçlarına bakılmıştır. Z test istatistiği verilerine göre hem oyunu bitirme süreleri [ $Z_{(21)} = -3,528$ ,  $p < .05$ ] hem de çarpma sayılarının [ $Z_{(21)} = -3,476$ ,  $p < .05$ ] istatistiksel olarak anlamlı şekilde azaldığı görülmektedir.

Tablo 22.

*Z-Testi Sonuçları<sup>a</sup>*

|                        | Süre (Son- İlk)     | Çarpma Sayısı (Son- ilk) |
|------------------------|---------------------|--------------------------|
| Z                      | -3,528 <sup>b</sup> | -3,476 <sup>b</sup>      |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,000                | ,001                     |

a. Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, b. Pozitif değerlere göre.

Analiz sonuçları birlikte değerlendirildiğinde öğrencilerin son uygulamada Çiftçi oyununu anlamlı derecede ilk oturuma göre daha kısa sürede tamamladığı ve daha az sayıda hata yaptığı görülmektedir. Nehir Geçişi oyununa göre daha zor görevleri içeren Çiftçi oyununda ortaya çıkan ilk bulgular oyunların el göz koordinasyon becerisine potansiyel etkisine işaret etmektedir.

El-göz koordinasyon beceri gelişimini incelemek amacıyla üçüncü gösterge olan el hareket grafiklerinin karşılaştırılması için Nehir geçişi oyununa benzer bir yaklaşım ele alınmıştır. Öğrencinin ilk oturumda gerçekleştirdiği hareket grafiği son oturumla karşılaştırılmıştır. Tablo 23'te örnek olarak 12 yaşındaki erkek ÖG-17 kodlu öğrencinin Çiftçi oyunundaki ilk ve son oturumda gerçekleştirdiği el hareket grafiği karşılaştırılmaktadır. Tablo 23'e göre ilk oyun 29 Haziran 2018, son oyun ise 18 Eylül 2018'de oynanmıştır. İlk oturumda öğrenci 8 kez çarpma (hata) yapmış ve oyunu 800 saniyede tamamlamıştır. Son oturumda ise 3 çarpma (hata) yapmış oyunu ise 643 saniyede tamamlamıştır. El hareket grafikleri, sefer sırasında geçirilen süreler ve çarpma sayıları dikkate alındığında öğrencini son oturumda daha iyi bir el hareketi gerçekleştirdiği görülmektedir. İlk ve son oturumda elde edilen grafikler ayrıca özel eğitim ve rehabilitasyon merkezinde görevli iki fizik tedavi uzmanı tarafından “iyi, orta ve düşük” olmak üzere 3 kategorik değişkenli bir puanlama anahtarı ile puanlanmıştır. Kodlayıcılar arası güvenilirlik %80 olarak belirlenmiştir. Nehir Geçişi oyununda olduğu gibi ihtilafa düşülen 4 gelişim raporu için öğrencinin uygulama videosu fizik tedavi uzmanları tarafından birlikte izlenmiş ve görüş birliğine varılarak nihai değerlendirme yapılmıştır.

Grafik karşılaştırma yaklaşımının daha net anlaşılması için oyundaki görevleri kısaca açıklamak yararlı olacaktır. Oyunun genelinde farklı yönlerde boşlukta el hareketlerinin göz koordinasyonu ile iyileştirilmesi hedeflenmektedir. Oyunda toplamda 6 güzergâh bulunmaktadır. İlk güzergâh Nehir Geçişi oyunu ile birebir aynı özellikleri içermektedir. Yatay düzlemde çiftçi karakteri el ile soldan sağa (ya da sağdan sola) hareket ettirilmeli öğrenci önüne çıkan engellerden kaçmalıdır. İkinci güzergahta dikey yönde, 3. ve 4. güzergahta zikzak bir yönde çiftçi hareket ettirilmelidir. 5. ve 6. güzergahta çiftçi bu kez köşegen (diyagonal) bir yolda hareket ettirilmelidir. Her güzergahta elin boşlukta izlediği yol bir çizgi grafiğine dönüştürülmektedir. Başarılı bir el-göz koordinasyonu değerlendirmesinin yapılabilmesi için grafiklerin güzergâh yoluna paralel bir şekilde doğrusal bir yol izlemesi gerekmektedir. Tablo 23'te örnek grafikleri paylaşılan OG-17 için ilk oturum grafiği “düşük” son oturum grafiği “orta” olacak şekilde puanlanmıştır. Tablo 23 sol sütun ilk oturum grafiklerini sağ sütun ise son oturum grafiklerini göstermektedir.

Tablo 23.

*Çiftçi Oyunu El Hareket Grafiklerinin Karşılaştırılması*

OG-17 (12E)

İlk Uygulama: 29 Haziran 2018

Son Uygulama: 18 Eylül 2018

|                           |     |     |                           |
|---------------------------|-----|-----|---------------------------|
| Toplanan Havuç Sayısı     | 18  | 5   | Toplanan Havuç Sayısı     |
| Çarpma Sayısı             | 8   | 3   | Çarpma Sayısı             |
| Oyunu Bitirme Süresi (sn) | 800 | 643 | Oyunu Bitirme Süresi (sn) |

Güzergâh 1: Soldan sağa doğru (58 sn)

Güzergâh 1: Soldan sağa doğru (28 sn)

Güzergâh 2: Aşağıdan yukarıya doğru (92 sn)

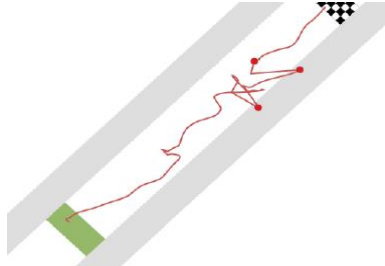
Güzergâh 2: Aşağıdan yukarıya doğru (59 sn)

Güzergâh 3: Sağa doğru zikzak (129 sn)

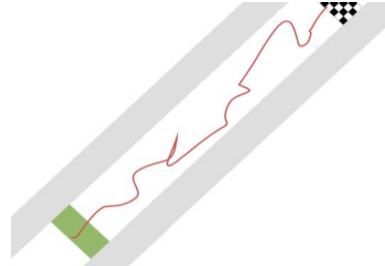
Güzergâh 3: Sağa doğru zikzak (82 sn)

Güzergâh 4: Sola doğru zikzak (132 sn)

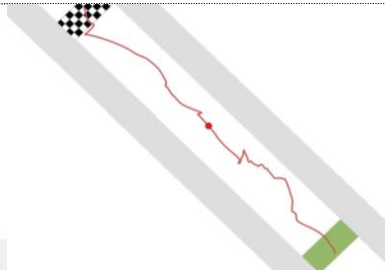
Güzergâh 4: Sola doğru zikzak (106 sn)



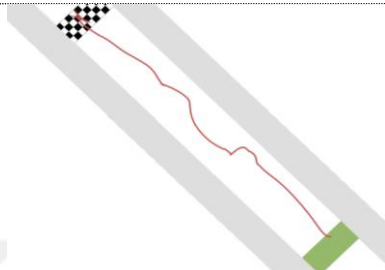
Güzergâh 5: Sağa doğru köşegen (173 sn)



Güzergâh 5: Sağa doğru köşegen (182 sn)



Güzergâh 6: Sola doğru köşegen (216 sn)



Güzergâh 6: Sola doğru köşegen (186 sn)

Puanlama: Düşük

Puanlama: Orta

Oyun Ayarlar: Oyun Müziği: Açık, Ses Efektleri: Açık, El: Sağ, Tıklama Süresi: 1,5 sn, Besin Zinciri: Kapalı, Canlı Grubu: Kurt Keçi Ot, Zorluk Derecesi: Kolay, Zamanlayıcı: Kapalı

Grafiklerin tümü yorumlandıktan sonra her öğrenci için puanlama gerçekleştirilmiştir. “İyi, orta ve düşük” 3x3 kategorik (nominal) verilerden oluşan ilk ve son uygulama puanları üzerinden bir karşılaştırma yapabilmek için McNemar-Bowker simetri testi gerçekleştirilmiştir. McNemar-Bowker testi uyumluluk ve anlamlılık olmak üzere iki analiz sonucu üretmektedir.

Tablo 24 “McNemar Uyumluluk” tablosuna göre ilk oturumda 8 öğrencinin el hareket grafiği düşük, 10 öğrencinin grafiği orta, 3 öğrencinin grafiği ise iyi olarak işaretlenmiştir. Son uygulama grafik puanları incelendiğinde 1 öğrencinin düşük, 4 öğrencini orta 16 öğrencinin ise iyi olarak işaretlendiği görülmektedir. Tablo daha ayrıntılı yorumlandığında ilk oturumda “düşük” olarak puanlanan 8 öğrencinin 3’ünün son oturumda “iyi”, 4’ünün “orta” olarak puanlandığı, bir öğrencinin ise puanın değişmediği (düşük) görülmektedir. Benzer şekilde ilk uygulamada “orta” olarak işaretlenen 10 öğrencinin 6’sının “iyi” olarak puanlandığı diğer 4’ünün puanlama değerinin ise değişmediği görülmektedir.

Tablo 24.

*McNemar-Bowker Uyumluluk Tablosu*

| İlk Uygulama<br>Oturumu Grafik Puanı | Son Uygulama Oturumu Grafik Puanı |      |     | Toplam |
|--------------------------------------|-----------------------------------|------|-----|--------|
|                                      | Düşük                             | Orta | İyi |        |
| Düşük                                | 1                                 | 4    | 3   | 8      |
| Orta                                 | 0                                 | 4    | 6   | 10     |
| İyi                                  | 0                                 | 0    | 3   | 3      |
| Toplam                               | 1                                 | 8    | 12  | 21     |

Tablo 25’te McNemar test anlamlılık sonuçlarına bakıldığında ilk ve son grafiklere verilen puanlar arasında anlamlı derecede bir farkın olduğu görülmektedir ( $p<.05$ ).

Tablo 25.

*McNemar Testi Anlamlılık Sonucu*

|                     | Değer | df | p     |
|---------------------|-------|----|-------|
| McNemar-Bowker Test | 13    | 2  | 0.005 |
| N                   | 21    |    |       |

Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunların el-göz koordinasyon becerisine etkisinin araştırıldığı birinci etkililik araştırma sorusunda beklenen durum ilk ve son uygulama oturumunda öğrencilerin oyunu bitirme süreleri ve hata sayılarında negatif yönde bir farkın ortaya çıkması şeklindedir. Buradan hareketle her iki oyunda elde edilen oyunu tamamlama süresi ve çarpma sayılarındaki azalma değerleri el göz koordinasyon becerilerinde ilerlemenin ilk oturuma göre daha iyi olduğunu gösteren ipuçları şeklinde yorumlanmıştır. Bu bulgulara ek olarak hareket grafiklerindeki değişimler ve oyun oturumunun kaydedildiği videolar nitel bir bakış açısı ile iki uzman tarafından incelenmiştir. Böylelikle el-göz koordinasyon gelişimi için daha açık bir değerlendirme yapabilmek mümkün olmuştur. Hem HZE öğrencileri oyunlara ısındırmak hem de giriş seviyesinde el-göz koordinasyon becerilerini geliştirmek amacı ile kullanılan Nehir Geçiş oyunu ve daha zorlu el görevlerini içeren Çiftçi oyununun analizlerine ilişkin bulgular birlikte değerlendirildiğinde son uygulamada öğrencilerin performans sürelerinin ve hata sayılarının anlamlı derecede azaldığı bunun da her kullanıcının engellere rağmen önerilen etkinlikleri sorunsuz bir şekilde tamamlamayı başardığını göstermiştir. Grafiklerdeki iyileşme değerleri de dikkate alındığında nicel ve nitel bulgulardan hareketle Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunların HZE öğrencilerin el-göz koordinasyon becerilerini destekleme konusunda önemli bir potansiyele sahip olduğu ortaya çıkmıştır.

#### 4.1.2. Geometrik Şekilleri Ayırt Etme Başarısının İncelenmesi

Bağımsız değişken olan Kinect tabanlı egzersiz uygulamaları içeren Koşma oyunun 10 haftalık bir müdahale sonunda öğrencilerin geometrik şekilleri ayırt etme başarılarında herhangi bir iyileşmeye sebep olup olmadığı incelenmiştir. Bu doğrultuda gösterge olabilecek üç değişken belirlenmiştir. Öğrencilerin topladığı doğru ve hatalı şekil sayıları ile kaçırdığı şekil sayıları veri olarak kaydedilmiştir. Elde edilen verilerden hareketle aşağıdaki formüle göre başarıma yüzdeleri hesaplanmıştır.

$$\text{Başarıma Yüzdesi} = \text{Doğru} / (\text{Doğru} + \text{Hatalı} + \text{Kaçırma})$$

Koşma oyununda öğrenciler zamana karşı yarışmıştır. Oyunu bitirme süresi her öğrenci için sabit olduğundan (140 sn) söz konusu bitirme süresi değerlendirmeye dâhil edilmemiştir. Koşma oyunun ilk ve son uygulama oturumunda HZE öğrencilerin elde ettikleri başarıma yüzdeleri Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılarak karşılaştırılmıştır. Bağımsız değişken olarak etkisi araştırılan Koşma oyunun ilk ve son uygulama oturumunda kaydedilen doğru, hatalı ve başarılı şekil sayılarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları Tablo 26’da gösterilmektedir.

Tablo 26.

##### *Wilcoxon İşaretli Sıralar Test Sonuçları*

|                                             |                 | N               | Medyan Sırası | Sıralar Toplamı |
|---------------------------------------------|-----------------|-----------------|---------------|-----------------|
| Başarıma Yüzdesi<br>Son Oturum - İlk Oturum | Negatif Sıralar | 2 <sup>a</sup>  | 3,25          | 6,5             |
|                                             | Pozitif Sıralar | 18 <sup>b</sup> | 11,31         | 203,5           |
|                                             | Eşit            | 1 <sup>c</sup>  |               |                 |
|                                             | Toplam          | 21              |               |                 |

a. Son Başarıma Yüzdesi < İlk Başarıma Yüzdesi

b. Son Başarıma Yüzdesi > İlk Başarıma Yüzdesi

c. Son Başarıma Yüzdesi = İlk Başarıma Yüzdesi

İkinci etkililik araştırma sorusunda beklenen durum son uygulama oturumunda öğrencilerin daha çok sayıda doğru şekli toplaması, daha az sayıda hata yapması ve daha az sayıda şekilleri kaçırmasıdır. Dolaylı olarak öğrencilerin geometrik şekilleri ayırt etme başarıma yüzdelerinde bir artış beklenmiştir. Tablo 27’de gösterilen Z-testi anlamlılık sonuçlarına göre öğrencilerin başarıma yüzdelerinde ilk oturuma göre anlamlı derecede artış gözlenmiştir. Dolayısı ile Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunların HZE öğrencilerin geometrik şekilleri ayırt etme başarıları üzerinde ekili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Tablo 27.

*Z-Testi Sonuçları<sup>a</sup>*

|                        | Süre (Son- İlk)     |
|------------------------|---------------------|
| Z                      | -3,680 <sup>b</sup> |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,000                |

a. Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi

b. Negatif değerlere göre.

**4.1.3. Dikkat ve Meditasyon İncelemesi**

Üçüncü ve dördüncü etkililik araştırma sorusunda bağımsız değişken olan Nehir Geçiş oyunu HZE öğrencilerin bağımlı değişkenler olan dikkat ve meditasyon düzeylerine etkisi araştırılmıştır. Nehir geçiş oyununun 10 haftalık bir müdahale sonunda öğrencilerin dikkat ve meditasyon düzeylerinde herhangi bir değişime sebep olup olmadığı incelenmiştir. Dikkat ve meditasyon ölçümleri Mindwave Mobile 2 EEG biyosensör aracılığı ile gerçekleştirilmiştir. eSense™ algoritmalarına bağlı olarak yorumlanan dikkat ve meditasyon puanları 0-100 arasında puanlandırılmaktadır. eSense™ algoritmasına göre puan aralığı 5 eşit parçaya bölünmekte her bir aralık Tablo 28'deki gibi yorumlanmaktadır. Tablo 28'e göre 0-20 aralığındaki puanlar oldukça düşük ya da dağınık bir dikkat düzeyine işaret ederken 81-100 arasındaki puanlar çok iyi bir dikkat düzeyini göstermektedir. 41-60 aralığındaki puanlar ise ortalama değer olarak kabul edilmektedir. Benzer şekilde meditasyon puanları da sınıflandırılmaktadır. 0-20 aralığındaki puanlar oldukça düşük meditasyonu göstermektedir. Başka bir deyişle 0-20 puan aralığı stres düzeyinin yüksek olduğu anlamına gelirken 81-100 arasındaki puanlar oldukça sakin olma durumunu göstermektedir. 41-60 aralığındaki puanlar ise ortalama değer olarak kabul edilmektedir.

Tablo 28.

*MindWave Sensörüne Göre Dikkat ve Meditasyon Puan Aralıkları*

| Puan Aralığı | Dikkat                         | Meditasyon    |
|--------------|--------------------------------|---------------|
| 0-20         | Dağınık dikkat (oldukça düşük) | Stresli       |
| 21-40        | Düşük düzey dikkat             | Düşük stres   |
| 41-60        | Orta düzey dikkat (nötr)       | Sakin (nötr)  |
| 61-80        | İyi düzey dikkat               | Rahat         |
| 81-100       | Çok iyi dikkat                 | Oldukça rahat |

Üçüncü ve dördüncü etkililik araştırma sorusunda bağımsız değişken olarak dikkat ve meditasyon düzeylerine etkisi araştırılan Nehir Geçiş oyununun ilk ve son uygulama oturumunda kaydedilen dikkat ve meditasyon puanlarına ilişkin betimsel istatistik sonuçları Tablo 29'da gösterilmektedir.

Tablo 29.

*Dikkat ve Meditasyon Ölçümlerinin Betimsel Analizi*

|            | N  | En Düşük | En Yüksek | Ortalama | Standart Sapma |
|------------|----|----------|-----------|----------|----------------|
| Dikkat     |    |          |           |          |                |
| İlk Oturum | 21 | 25       | 72        | 42,71    | 9,77           |
| Son Oturum | 21 | 26       | 68        | 43,04    | 6,48           |
| Meditasyon |    |          |           |          |                |
| İlk Oturum | 21 | 32       | 65        | 43,5     | 6,99           |
| Son Oturum | 21 | 35       | 74        | 47,33    | 6,23           |

Tablo 29'a göre katılımcıların ilk uygulama oturumunda elde ettikleri dikkat puan ortalamaları 42,71, son uygulama oturumunda elde ettikleri dikkat puan ortalamaları ise 43,04'tür. İlk uygulama oturumunda kaydedilen en düşük dikkat puanı 25, en yüksek dikkat puanı ise 72 olarak gerçekleşmiştir. Son uygulama oturumunda dikkat puanı en düşük 26, en yüksek ise 68 olarak kaydedilmiştir. Meditasyon ölçümleri incelendiğinde HZE öğrencilerin ilk oturumda elde ettikleri meditasyon puan ortalamaları ilk oturumda 43,5 son oturumda 47,33 olduğu görülmektedir. İlk oyunda en yüksek 65 meditasyon puanı kaydedilirken son oyunda bu puan 74'tür. Tablo 29'a göre ilk ve son uygulamalarda elde edilen puan ortalamaları orta düzey dikkat ve meditasyona işaret etmektedir. Ayrıca dikkat ve meditasyon puan ortalamalarında son uygulama lehine bir artışın olduğu görülmektedir. Ancak parametrik olmayan bir karşılaştırmada ortalamalar yerine medyan sıra ortalamaları dikkate alındığında bu farklılığın anlamlılığını test etmek için Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçlarına bakılmıştır.

Tablo 30.

*Wilcoxon İşaretli Sıralar Test Sonuçları*

|            |                 | N               | Sıra Ortalaması | Sıralar Toplamı |
|------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Dikkat     | Negatif Sıralar | 9 <sup>a</sup>  | 9,44            | 85              |
|            | Pozitif Sıralar | 10 <sup>b</sup> | 10,5            | 105             |
|            | Eşitlik         | 2 <sup>c</sup>  |                 |                 |
|            | Toplam          | 21              |                 |                 |
| Meditasyon | Negatif Sıralar | 3 <sup>d</sup>  | 3,67            | 11              |
|            | Pozitif Sıralar | 17 <sup>e</sup> | 11,71           | 199             |
|            | Eşit            | 1 <sup>f</sup>  |                 |                 |
|            | Toplam          | 21              |                 |                 |

a. Son Dikkat Puanı &lt; İlk Dikkat Puanı

b. Son Dikkat Puanı &gt; İlk Dikkat Puanı

c. Son Dikkat Puanı = İlk Dikkat Puanı

d. Son Meditasyon Puanı &lt; İlk Meditasyon Puanı

e. Son Meditasyon Puanı &gt; İlk Meditasyon Puanı

Tablo 30 “Wilcoxon İşaretli Sıralar Test” tablosu, dikkat ve meditasyon puanlarına ilişkin sıralamaların özetini göstermektedir. Tablo 30'da görüldüğü gibi dikkat puanlarında son uygulamada ölçülen dikkat puanlarının ilk uygulamaya göre düşük olduğu satır sayısı 9 (negatif satır), yüksek olduğu satır sayısı 10 (pozitif satır) olmuştur. Eşit olan satır sayısı ise 2'dir. Bu bulgulara göre ilk uygulama oturumuna göre 9 öğrencinin ilk oyuna göre dikkat puanı düşmüş 10 öğrencinin ise yükselmiştir. Meditasyon puanlarına bakıldığında son uygulamada ölçülen meditasyon puanlarının ilk uygulamaya göre düşük olduğu satır sayısı 3, (negatif sıra), yüksek olduğu satır sayısı ise 17'dir (pozitif sıra). 1 satırda değişme gözlenmemiştir (eşit sıra). Meditasyon ölçümü bulgularına göre 17 öğrencinin son uygulamada meditasyonu arttırdığı 3 öğrencinin ise azalttığı görülmektedir. 1 öğrenci de ise değişim gözlenmemiştir.

Ortaya çıkan farklı anlamlılığını kontrol etmek için Tablo 31'de Z-testi istatistik sonuçlarına bakılmıştır. Z-test istatistiği verilerine göre dikkat puanlarındaki değişim anlamlı bulunmamıştır [ $Z_{(21)} = -.403$ ,  $p > .05$ ] ancak meditasyon puanlarındaki artışın anlamlı olduğu görülmektedir [ $Z_{(21)} = -3.518$ ,  $p < .05$ ].

Tablo 31.

*Z-Testi İstatistik Sonuçları*

|                        | Dikkat Son-İlk     | Meditasyon Son-İlk  |
|------------------------|--------------------|---------------------|
| Z                      | -.403 <sup>b</sup> | -3,518 <sup>b</sup> |
| Asymp. Sig. (2-tailed) | ,687               | ,001                |

a. Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi, b. Negatif değerlere göre.

Analiz sonuçlarından hareketle dikkat ve meditasyon puanlarına ilişkin olası iki yorum yapılabilmektedir. Oyunda öğrencilerin dikkat ve meditasyon puanları 40-60 değerleri arasında yer almıştır. Bu aralıkta yer alan değerler ortalama (nötr) olarak kabul edilmektedir. HZE öğrencilerin öğretim materyaline karşı ilgisiz kaldıkları ve dikkatlerini odaklamada başarısız oldukları dikkate alındığında öğrencilerin Kinect tabanlı uygulamalara karşı kayıtsız kalmadıkları söylenebilir. Öte yandan oyunları oynadıkça dikkat puanlarında kısmi artış olsa da bu artış anlamlı bulunmamıştır. Ancak meditasyon değerlerinin belirgin derecede arttığı gözlenmiştir. Buradan hareketle öğrencilerin ilk oyunlarda gergin olabileceği ve bu sebeple meditasyon puanlarındaki artışın bu duruma bağlanabileceği ifade edilebilir. Başka bir olası yorum ise oyunların sakinleştirici bir etkisinin olmasıdır. Meditasyon değerinin zaman zaman bilişsel yük için de gösterge olarak kabul edildiği araştırmalara yansımaktadır. HZE bireylerin bilişsel yük durumlarını hesaplamak güç olduğu için meditasyon puanlarına bağlı olarak değerlendirme yapıldığında dolaylı olarak

bilişsel yükü azaltacak bir etkinin ortaya çıktığı söylenebilir. Öte yanda EEG'nin elde ettiği beyin dalga boylarını içeren genlik değerleri, içsel zihinsel durumlar kadar dış uyaranlara da bağlı olarak büyük ölçüde değişkenlik gösterebilmektedir. Uyanık durumda daha yüksek frekanslar görülebilenken, uykuda daha düşük frekanslar görülebilmektedir. Oyunda kullanılan sesler, renkler ve etkileşim türleri de dikkati etkileyebilmektedir. Ayrıca beden hareketlerin beyin dalgalarını etkiledikleri bilinmektedir. Bu sebeple el göz koordinasyon beceri oyununda vücudun daha az hareket ettirildiği Nehir Geçişi oyununda dikkat puanları toplanmıştır. Araştırma bulgularından hareketle oyunların öğrencilerin dikkat ve meditasyon puanlarına etki ettiği söylenebilmektedir. Puanlar orta düzey bir dikkati göstermektedir. Elde edilen bulguların daha açık yorumlanabilmesi için uygulamaya katılan öğretmen görüşlerine ilişkin bulguların birlikte yorumlanması gerektiği ortaya çıkmıştır.

#### **4.2. Kullanılabilirlik ve Sosyal Geçerlilik Araştırma Bulguları**

Karma yöntem araştırması, keşfedici sıralı desene göre kurgulanan araştırmanın ilk aşamasında Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunların HZE öğrencilerin eğitiminde kullanılabilirlik durumu araştırılmıştır. Araştırmanın son aşamasında ise sosyal geçerlilik araştırma soruları incelenmiştir. Bu bölümde sırası ile önce kullanılabilirlik incelemesine ilişkin bulgulara yer verilmiş daha sonra sosyal geçerlilik bulguları paylaşılmıştır.

##### **4.2.1. Kullanılabilirlik İncelemesi**

Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunların HZE öğrencilerin eğitiminde kullanılabilirlik durumunun araştırıldığı bu aşama durum çalışmasına göre desenlenmiştir. Araştırmada 10 haftalık bir zaman diliminde kullanıcı gözlemleri gerçekleştirilmiştir. Uygulama ortamının ve oyun ekranın video kayıtları ve araştırmacının uygulama sırasında aldığı gözlem notları ve fotoğrafları analiz edilmiş ortaya çıkan bulgular farklı tema ve kategorilere ayrılarak aşağıda yer verilmiştir.

##### **4.2.1.1. Öğrenme Deneyimini Etkileyen Durumlar**

Kullanılabilirlik verilerinin kaydedildiği ön uygulama sırasında katılımcı özellikleri, ortamın fiziksel koşulları, teknolojinin teknik kapasitesi, kullanıcı davranışları, kinect tabanlı oyunların tasarımı ve uygulama sırası temalarından oluşan ve dolaylı olarak öğrenme deneyiminini etkileyen 6 farklı durum tespit edilmiştir.

Tablo 32.

*Öğrenme Deneyimini Etkileyen Durumlar*

| Kategori                       | Kod                                                                                                     |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Katılımcı Özellikleri          | Yaş Aralığı<br>Fiziksel Görünüm                                                                         |
| Ortamın Fiziksel Koşulları     | Güneş Işığı<br>Ortam Sıcaklığı<br>Parlak Yüzey<br>Yerleşme<br>Kinect Sensörü ve Ekranın Konumu          |
| Teknolojinin Teknik Kapasitesi | İşlemci ve Görüntü Kartı<br>Zamansal Çözünürlük<br>Dâhili Kamara Kaydı<br>Isınma ve Çalışma Süresi      |
| Kullanıcı Davranışları         | Yanlış Pozitif Tetikleme ve Çakışma<br>Derinlik Algısı<br>İki Eli Birlikte Hareket Ettirme<br>Yorgunluk |
| Oyun Tasarımı                  | Ses Efektleri<br>Müzik<br>Rekabet                                                                       |
| Uygulama Sırası                | El-Ayak-El Uygulama Sırası                                                                              |

*4.2.1.1.1. Katılımcı Özellikleri**Yaş Aralığı*

Kullanılabilirlik incelemesinin gerçekleştirildiği ön uygulama aşamasında 7 ve 8 yaşında öğrencilerin de uygulamaya dâhil edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmaya katılan her bir öğrenci deneme ve alışma aşamasında 3 uygulama oturumuna katılmış ve serbest bir şekilde Nehir Geçiş oyunu oynamıştır. Öğrenciler her deneme oturumunda iki kez olmak üzere toplamda 6 kez Nehir Geçiş oyunu oynamıştır. 4. oturuma gelindiğinde öğrencilerden aynı oyunu peş peşe 3 defa oynaması istenmiştir ve bu veriler kaydedilerek ortalaması alınmıştır. 7 yaş grubunda bulunan öğrencilerin 9 oyun sonrası hedeflenen eşiği aşamamaları nedeniyle araştırmaya dahil edilmemiştir. Bu bilgilerden hareketle asıl uygulamada araştırmaya katılacak öğrenciler için ideal yaş aralığı 8-12 olarak belirlenmiştir.

### *Fiziksel Görünüm*

Parlak giysilerin tercih edilmesi ve bedenin görünümünü zorlaştıracak derecede uzun ve geniş kıyafetlerin giyilmesinin hareketleri algılamada sorunlara sebep olduğu görülmüştür. Kinect sensörünün hareket yakalama ve iskelet takibi aşamaları incelendiğinde içerisindeki kayıtlı duruş görselleri ile kullanıcı görünümünün eşleşmesinde sorunların yaşandığı söylenebilir. Bu nedenle öğrencilerin palto, mont ve kaban gibi kıyafetlerle oturuma katılmamaları istenmiştir.



*Şekil 31. Kullanıcıların fiziksel görünümü*

#### *4.2.1.1.2. Ortamın Fiziksel Koşulları*

Kinect sensörü ve Kinems oyun platformunun sunduğu kullanıcı rehberlerinde uygulamalar için gerekli ortam genişliğinin en az 4x4 m olması gerektiği vurgulanmaktadır. ZE öğrencilerin eğitimi çoğunlukla özel eğitim okullarında sınıfta ya da özel eğitim ve rehabilitasyon merkezinde birebir özel odalarda gerçekleştiğinden geniş odalarda öğrencilerle çalışmak nispeten zordur.

### *Güneş Işığı*

Kullanılabilirlik aşamasında ortam koşullarına bağlı olarak algılamada sorunların yaşandığı gözlenmiştir. Kullanıcı rehberlerinde ortamın boyutları dışında açıklayıcı bilgiler

bulunmamaktadır. Bu sebeple ideal uygulama ortamı için Kinect yazılım geliştirme setinden faydalanılmış ve video kayıtlar ayrıntılı incelenmiştir. Güneş ışığının doğrudan sensöre gelmesi ya da duvar veya pencereden yansıyan ışık ve ortamdaki ışık şiddetinin yoğunluğu beden hareketlerinin doğru algılanmasını engellediği görülmüştür.



Şekil 32. Stor perdeden süzülen güneş ışığının bir kişi gibi algılanması

Şekil 32’de kapalı stor perdeden yansıya ışıkların bir kişi gibi algılandığı ve Kinect sensörünün iskelet sistemini oluşturduğu görülmektedir. Ortamda tek kişi bulunmasına rağmen perdeden yansıyan ışık demetleri de bir kişi gibi algılanmaktadır. Asıl uygulamada pencereler güneş ışığını yansıtmayacak şekilde kapatılmış ve Kinect yazılım geliştirme araç setinde bulunan Kinect Stüdyo yazılımı ile ayrıntılı çevre kontrolü sağlanmıştır.

### *Ortam Sıcaklığı*

Uygulamalar sırasında pencereden yansıyan ışığın önlenmesi için perdeler kapatılmıştır. Ayrıca öğrencilerin uygulamalara davetsiz erişimlerini engellemek için oda kapısı da kapalı tutulmuştur. Bu durum ortamın sıcaklığında artışa sebep olmuştur. Kinect sensörünün ideal bir çalışma sıcaklığının belirtilmemiş olmasına rağmen ön uygulamada birçok elektronik araç gibi ortam sıcaklığından etkilendiği gözlenmiştir. Kinect kendi içerisindeki fan yardımı

ile soğutulmaktadır. Ancak asıl uygulamada dâhili fanın yeterli olmadığı gözlenmiş, uygulama ortamının havalandırılması için harici bir fanın bulundurulmasına karar verilmiştir. Her uygulama sonunda ise pencereler açılmış ortam havalandırılmıştır.

### *Parlak Yüzey*

Öğrencilerin parlak/yansıtıcı yüzeylerden oluşan kıyafet giymesinin ya da ortamda yansıtıcı yüzeylerin bulunmasının Kinect sensörünün algılama güvenilirliğini etkilediği tespit edilmiştir. Kinect for Windows v2 ToF tekniğine göre çalışmaktadır. Söz konusu tekniğe göre kızıl ötesi kameralardan yansıyan ışık yüzeylere çarpıp geri dönmekte ve yakalanan ışık demetleri uçuş süresi algoritmaları ile hesaplanmaktadır. Bu aşamada ortamdaki ışık ilgisiz (gürültü) ışıklara karşı rafine edilmektedir. Parlak bir yüzeyde yansıyan ışık, ortamdaki ışık yoğunluğunu arttırmakta bu durum süzülüp elenmesi gereken ışık demetlerinin algılanmasını zorlaştırmaktadır. Dolayısı ile algılamada gecikmelere sebep olmaktadır. Kinect for Windows v2 sensörünün teknik özelliklerinde belirtilen minimum tepki süresi artmaktadır. Daha açık bir ifade ile eş zamanlı etkileşimin sekteye uğradığı söylenebilir. Bu duruma bağlı olarak öğrenci ekranda senkron bir hareket yerine gecikmiş bir hareketin sonucunu görmektedir. Asıl uygulamada ortamdaki ışık kontrolü için Kinect Stüdyo yazılımından faydalanılmıştır.

### *Yerleşme*

Kullanılabilirlik aşamasının gerçekleştirildiği ön uygulamalar sırasında asgari oda genişliğinde (4x4 m) en fazla katılımcı ile nasıl çalışma yapılabilir sorusuna cevap aranarak ideal uygulama koşulları belirlenmeye çalışılmıştır. Bu nedenle kullanılabilirlik aşamasında farklı odalarda ayrıntılı deneme oturumları düzenlenmiştir. Deneme oturumları sonunda 4x4 m genişliğinde bir oda içerisinde aynı anda uygulama yapan öğrenci, öğretmen, özel eğitim uzmanı, araştırmacı ve sırasını bekleyen bir öğrencinin (5 kişi) öğretimsel uygulamada yer alabileceği bir ortam düzenlemesi geliştirilmiştir. Kinect sensörünün algılama ve izleme yaptığı görüş açısı dikkate alındığında ortamda bulunacak kişilerin yerleşimi önemli hale gelmektedir. Kinect başka bir kişiyi görüş alanında tespit ettiğinde hangi kullanıcının gerçek oyuncu olduğunu teknik olarak ayırt edememektedir. Örneğin öğrenci eli ile gemiyi hareket ettirirken ortamda bulunan başka birisi görüş alanına girdiğinde o kişinin eli de algılanmaktadır. Öte yandan uygulamalar sırasında öğretmen ve araştırmacının öğrencinin

el hareketini ve öğrencinin uygulama yaptığı ekranı aynı anda görebilmesi gerekmektedir. Bu durumda öğretmen ve araştırmacı öğrenci ve ekran arasında bir yerde konumlanmalıdır. Şekil 33’te gösterildiği gibi ideal yerleşim düzeninde öğrenci ve uygulayıcı öğretmen hariç 3 kişi aynı anda uygulama ortamında bulunabilmektedir.



Şekil 33. Uygulama ortamında oturma düzeni

#### *Kinect Sensörünün ve Ekranın Konumlandırılması*

Kinect tabanlı uygulamalarda projeksiyon ya da dijital ekranlar (TV vb.) kullanılabilir. Araştırmada hem ön hem de asıl uygulamada ekranın gerekli görüldüğü durumlarda büyütülebilmesi amacıyla projeksiyonun kullanılması uygun görülmüştür. Uygulamalar için bilgisayara bağlı bir projektörle görüntü duvara yansıtılmıştır. Kinect sensörü yerden yaklaşık 70 cm yukarıda olacak şekilde konumlandırılmıştır. Projeksiyon yansıması ise sensörden 15 cm yukarıda olacak şekilde ayarlanmıştır. Ekranın yansıtıldığı yüzeyde projeksiyon perdesi yerine duvarın kendi yüzeyinin kullanılmasının ideal olduğu düşünülmüştür. Bu sebeple asıl uygulamada ışığı daha az yansıtan ve kullanıcıyı rahatsız etmeyeceği düşünülen antrasit (füme) bir renkle oda boyanmıştır.

#### 4.2.1.1.3. Teknolojinin Teknik Kapasitesi

##### *İşlemci ve Görüntü Kartı*

Kinect ve bağlı bulunduğu bilgisayarın işlemci hızı, bellek ve görüntüleme kartının algılamada önemli olduğu görülmüştür. Sistem gereksinimlerinin üzerinde bir donanımın kullanılabilirlik uygulamaları gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada dizüstü bilgisayar tercih edilmiş ancak deneme oturumlarında ekran kartının yükseltilmesi ihtiyacı ortaya çıktığı için masaüstü bir donanımın kullanılması uygun bulunmuştur. Kinect for Windows v2 sensörü USB 3.0 bağlantı portu gerektirdiği için bu gereksinime uygun bir bilgisayar donanımı hazırlanmıştır.

##### *Zamansal Çözünürlük*

Kinect for Windows v2 saniyede 30 kare görüntü yakalayabilmektedir. Kullanıcının hızlı gerçekleştirdiği el-kol ve bacak hareketlerinin saniyede görüntülenen kare (fps) değerine bağlı olarak algılamada gecikmelere sebep olduğu gözlenmiştir. Örneğin Koşma oyununda oyun hızı artırıldıkça kullanıcının karşısına çıkan şekillerin ekranda görünme hızı artmaktadır. Bu durumda kullanıcının şekillere tepkisi de aynı oranda artmaktadır. Öğrenci yolun en sağında iken toplaması gereken şekil yolun en sonunda çıktığında ve şekiller arasındaki süre azaldığında daha hızlı hareketlerin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Bu durumda zaman zaman sensörün minimum tepki süresi aşılmakta ve algılamada gecikmelere sebep olmaktadır. Kullanılabilirlik incelemesinin gerçekleştirildiği oturumlarda Koşma oyun hızının “en hızlı” olduğu durumlar incelenmiş söz konusu oturumlarda gecikmelerin yaşandığı gözlenmiştir. Bu nedenle asıl uygulamada yavaş ve orta oyun hızı seçilmiştir. Minimum tepki süresini etkileyen durumlar dikkate alındığında oyun tasarımında fps değerinin önemli olduğu söylenebilir.

##### *Dâhili Kamera Kaydı*

Kullanılabilirlik oturumlarının değerlendirilebilmesi için öğrencinin oyun ekranı ve öğrencinin cepheden görüntüsü Kinect’in dahili RGB kamerası kullanılarak eş zamanlı kaydedilmiştir. Kinect’in RGB kamerasının hem ortam kaydı hem de hareket takibi için kullanılmasının algılamalarda gecikmeye sebep olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle kullanılabilirlik incelemesinin ilk oturumlarından sonra Kinect’in dâhili kamerası yerine harici bir ortam kamerasının kullanılmasına karar verilmiştir.

### *Isınma ve Çalışma Süresi*

Ballester ve Pheatt (2012) Kinect’le uzun deneysel çalışmaların yapılabileceğini belirtmektedir. Ancak araştırmada uzun deneysel çalışmaların ısınmaya neden olduğu ve sensörün algılama sorunlarına yol açtığı gözlenmiştir. Bu sebeple aynı gün peşpeşe yapılacak müdahale sayılarının gözden geçirilmesine karar verilmiştir. Asıl uygulamada hem sabah hem de öğleden sonra her biri 30 dakikadan oluşan 3 oturumun gerçekleştirilmesi planlanmıştır. Buradan hareketle asıl uygulamada bir öğretimsel uygulama gününde en fazla 6 oturuma yer verilmiş ve toplamda 6 öğrenci ile çalışma gerçekleştirilmiştir.

#### *4.2.1.1.4. Oyun Tasarımı*

Kinect tabanlı oyunların tasarımına bağlı olarak oyunda kullanılan nesnelerin ekrandaki yerleşiminin, boyutu ve tasarımının, geri bildirim seslerinin ve etkileşim türünün kullanıcı davranışlarını etkilediği tespit edilmiştir. Öğrencilerin oyunlarda yer alan nesnelerin ve canlıların gerçek seslerine daha olumlu tepki gösterdikleri gözlenmiştir. Ayrıca öğrenciler oyunda müziklerin ve ses efektlerinin açık kalmasını istemişlerdir. Bunların dışında uygulamaya katılan öğrencilerin kendisinden önce oyun oynayan arkadaşının puanını geliştirme eğiliminde olduğu gözlem notlarına yansımıştır.

#### *4.2.1.1.5. Kullanıcı Davranışları*

##### *Yanlış Pozitif Tetikleme ve Çakışma*

Kullanıcı davranışları incelendiğinde ise zaman zaman jest olmayan hareketlerin algılanarak istemsiz tetikleme ve istemsiz seçim yapmaya neden olduğu görülmüştür. Öğrencilerin hareket eklemlerinin üst üste gelmesi ve uygulayıcı öğretmenin öğrenciyi yönlendirmek için oyun alanındaki müdahalelerinin zaman zaman algılama sorunlarına ve çakışmalara sebep olduğu görülmüştür. Dolayısı ile ön uygulamada karşılaşılan kullanıcı davranış sorunları kullanılabilirlik bağlamında raporlaştırılmış ve asıl uygulamada önlemler alınarak kullanıcı yönergesi geliştirilmiştir. Yanlış tetiklemeye neden olan hassas hareket noktaları ve hareket eylemleri deneme oturumlarında kullanıcılara gösterilmiştir.

### *Derinlik Algısı*

Öğrencilerin iki boyut içeren x-y düzlemindeki hareket görevlerinde derinlik boyutunda da (z) hareket ettikleri gözlenmiş bu durumun engellenemeyen tipik bir görsel-algı sorunu olduğu belirlenmiştir.



*Şekil 34. Derinlik boyutunda hareket*

Şekil 34'te yürüme oyununda öğrencilerin önemli bir kısmının öne doğru koşmaya meyilli olduğu saptanmıştır. Koşma oyununda rakun karakteri ile aynı yönde koşmaya çalışan öğrencilerin sensöre sık sık yaklaştıkları gözlenmiştir. Bu davranışın öğrencilerin zihinsel rotasyon becerilerini ilgilendiren derinlik algısı ile ilgili bir durum olabileceği düşünülmüştür.

### *İki Eli Birlikte Hareket Ettirme*

Öğrencilerin tek elin kullanımını içeren hareket görevlerinde daha hassas hareket ettirmek için her iki elini de birlikte tutup hareket ettirme eğiliminde olduğu gözlenen bir diğer durum olarak tespit edilmiştir.



Şekil 35. İki elini birlikte hareket ettirme

#### *Yorgunluk*

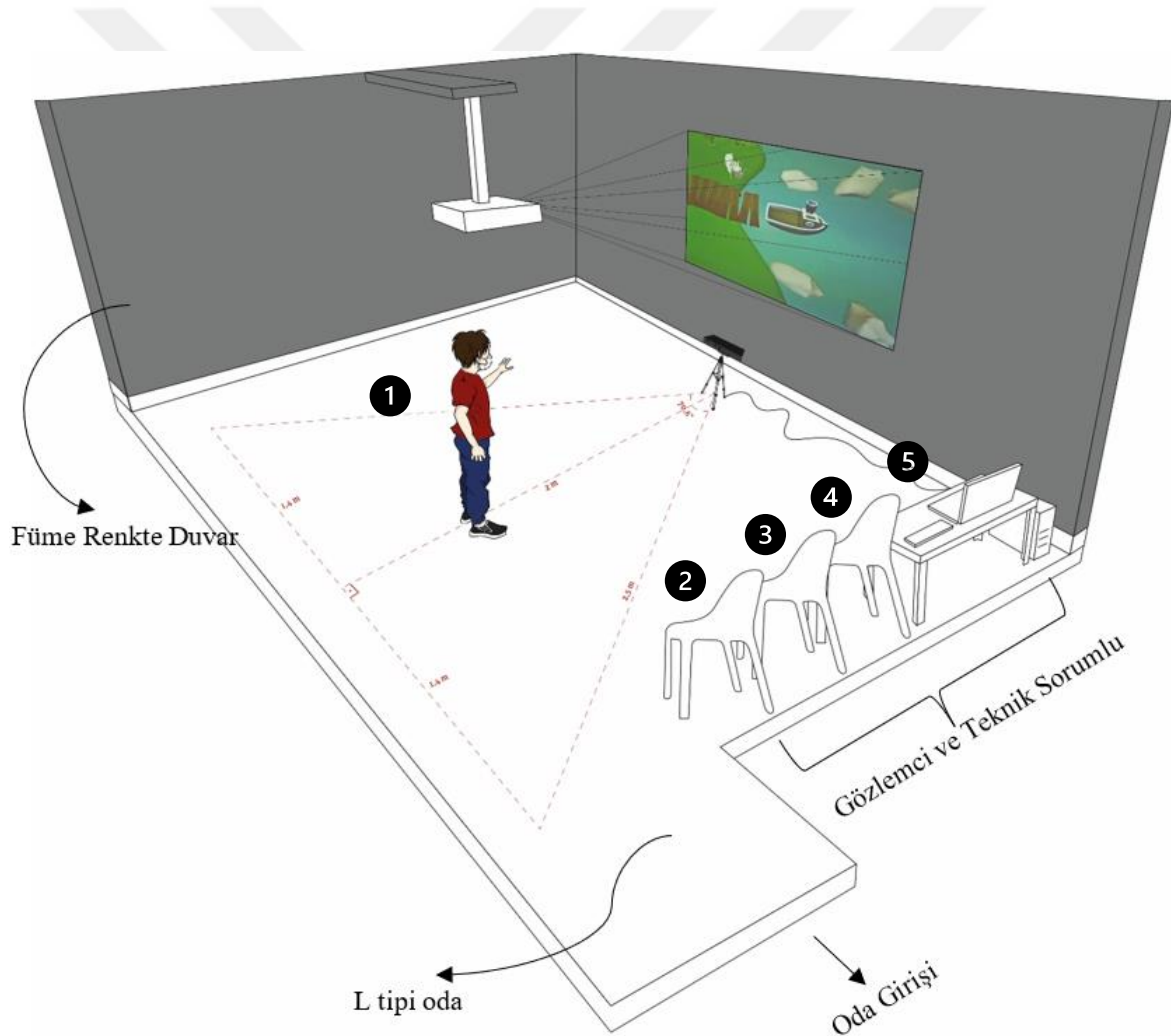
Kullanılabilirlik oturumlarında boşlukta gerçekleşen hareket görevlerinde aynı el ve aynı hareket görevi için kolları sürekli boşlukta bekletmenin belirli bir zaman sonra yorgunluğa sebep olduğu gözlenmiştir. 5 dakikanın üzerindeki uygulamaların yorgunluğa artırma eğiliminde olduğu saptanmıştır. Bu durum öğrencilerin hareket performansını önemli derece etkilemektedir. Buradan hareketle oyun içindeki görevlerin gerçekleştirilmesinde belirli bir sıranın takip edilmesine karar verilmiştir.

#### *4.2.1.1.6. Uygulama Sırası*

Özel gereksinimli bireylerin motor becerilerindeki yavaş gelişim dikkate alındığında söz konusu öğrencilerin öğretim süreçlerinde dinlenme molalarının verilmesinin faydalı olduğu belirtilmektedir (Dunn, 1997). Yorgunluğun önüne geçmek için sırası ile tek el görevi içeren Nehir Geçiş oyunu, sonra yürüme görevi içeren Koşma oyunu son olarak tekrar el görevi içeren çiftçi oyunu sırası ile oynanmıştır. Her bir oyun arasında 1 dakikalık dinlenme molası verilmiştir. Çiftçi oyununda birden fazla güzergâh bulunduğu için her bir güzergâh görevinden sonra 20 saniyelik dinlenme molalarının yeterli olacağı özel eğitim uzman görüşleri doğrultusunda belirlenmiştir.

#### 4.2.1.2. İdeal Uygulama Ortamı

Şekil 36’da 1 numaralı pozisyonda öğrenci, 2 numarada sırasını bekleyen öğrenci, 3 numarada öğretmen, 4 numarada uzman (gerekli ise), 5 numarada araştırmacı olacak şekilde ideal bir uygulama oturma düzeni belirlenmiştir. Öğrencilerin duruma göre ayakkabıları ile ya da ayakkabısız oyunları oynayabilmeleri için ahşap (parke) yüzeyin terci edilmesinin yararlı olacağı düşünülmüştür. Ekranın yansıtıldığı duvar yüzeyi ise antrasit bir renge boyanmıştır. Kinect’in minumum uzunluk ve genişlikteki bir odada doğru alılama yapabileceği bir çalışma ortamının tasarımı için şekil 36’daki yerleşim düzeni geliştirilmiştir.



Şekil 36. İdeal uygulama ortamı

#### 4.2.2. Sosyal Geçerlilik İncelemesi

Karma yöntem araştırması, keşfedici sıralı desene göre kurgulanan araştırmanın son aşamasında Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunların HZE öğrencilerin ve öğretmenlerin görüşleri doğrultusunda sosyal geçerliği araştırılmıştır. Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunların HZE öğrencilerin eğitiminde kullanılmasına yönelik öğretmen ve öğrenci görüşleri nasıldır araştırma sorusu için uygulama sonunda öğrencisi uygulamaya katılan öğretmenlerle yapılan görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Elde edilen cevaplar içerik analizi ile incelenmiştir. Kapalı uçlu sorular için betimsel analiz gerçekleştirilmiş, açık uçlu sorular kod ve kategorileri dönüştürülmüştür.

##### 4.2.2.1. Öğretmenlerin Özel Eğitimde BİT Kullanımına Yönelik Bakış

###### Açıları ve BİT Kullanım Durumları

Öğretmenlerin özel eğitimde BİT kullanımına yönelik bakış açıları ve kullanım durumlarını ortaya koymak amacıyla görüşleri alınmıştır. Bu bağlamda görüşme formunda yer alan: *Bilgi ve iletişim teknolojilerinin öğretim amaçlı kullanımı konusunda görüşleriniz nelerdir? Derslerinizde BİT'inden faydalanır mısınız? Ne sıklıkta?* Sorularına verilen cevaplar birleştirilerek aşağıda betimsel analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 33.

*Öğretmenlerinin BİT Kullanımına Bakış Açıları ve BİT Kullanım Durumları*

|                                            | N | %    |
|--------------------------------------------|---|------|
| Özel Eğitimde BİT Kullanımı Gerekli midir? |   |      |
| Evet                                       | 6 | 75   |
| Kısmen                                     | 2 | 25   |
| Hayır                                      | 0 | 0    |
| Öğretim Amaçlı BİT Kullanır mısınız?       |   |      |
| Hiç                                        | 0 | 0    |
| Nadiren                                    | 2 | 25   |
| Ara sıra                                   | 5 | 63,5 |
| Genellikle                                 | 1 | 12,5 |
| Genel Toplam                               | 8 | 100  |

Cevaplar analiz edildiğinde öğretmenlerin 6'sı (%75) BİT kullanımını gerekli bulmuş, 2'si (%24) ise kısmen gerekli olduğunu belirtmiştir. Öğretmenlerin BİT'inden faydalanma durumuna ilişkin betimsel bulgulara bakıldığında özel eğitim öğretmenlerinden 1'inin

(%12,5) genellikle, 5'inin (%63,5) ara sıra, 2'sinin (%25) nadiren öğretim sırasında BİT'lerde faydalandıkları görülmüştür. Öğretmenler BİT'nin özel eğitimde gerekliliğini açıklarken dikkati odaklama, somut öğrenme, sakinleştirme, uyarılama, süre ve kalıcılık gibi özelliklere vurgu yaptıkları görülmüştür.

Teknolojik destekler çocukların dikkatini toplamak, uygulama süresini arttırmak ve somutlaştırmak noktasında çok faydalı olmaktadır. Bu nedenle teknoloji alanımızda gereklidir fırsat oldukça kullanılmalıdır. (T2)

Teknoloji kullanımı özel eğitim için gereklidir. Çünkü özel eğitim öğrencileri genellikle soyut olanı algılamakta zorluk çekmekte ve dikkatlerini toplamakta sıkıntı yaşamaktadırlar. Öğretim amaçlı kullanılan teknolojiler sayesinde somut öğrenme gerçekleşmesinden dolayı öğrenme kolaylaşmaktadır. Ayrıca öğrenci sürekli bu araçları gördüğü ve aşına olduğu için kullanılmalıdır. (T3)

Öğrencilerimiz teknolojilere dikkatlerini daha kolay verebiliyorlar. Ayrıca teknoloji tabanlı uygulamaların sakinleştirici bir etkisinin olduğunu da düşünüyorum. Elbette bu çağda teknoloji kullanımı kaçınılmaz. (T4)

Öğrencilerin ilgi problemi olduğu için öğretim sırasında zorluk çekebiliyoruz. Teknolojik şeyler ilgilerini daha çok çekiyor. Bazen sakinleştirmek amacıyla da kullandığımız anlar oluyor. (T5)

Özel eğitimde bireysel farklılıklar önemli olduğundan her bireye özgü bir eğitim planlarken teknolojiden yararlanmak kaçınılmaz. Maalesef yeterli dijital kaynağımız yok. Yeterince teknolojiden faydalanamıyoruz. (T6)

Her çocuk gibi özel gereksinimli bireylerde oyun oynayarak hayatı deneyimleyip öğrenmektedir. Ancak bağımsız oyunlarda etkinlik başlatıp doğru çıktılar sağlayamadıkları için yapılandırılmış sistemler onlar için yararlı olmaktadır. Bu nedenle teknoloji kolaylaştırıcıdır ve etkilidir. Elbette kullanılmalıdır. Ancak yeterli içeriğimiz yok. (T8)

Öğretmenlerden bilgi ve iletişim teknolojilerini nadiren kullanım cevabı verenlere sebebi sorulduğunda ise materyal ve süre eksikliğine vurgu yaptıkları görülmüştür.

Bizim çalıştığımız öğrenci grubu için yeterli BİT materyali bulunmadığından derslerimi genellikle geleneksel yöntemle işliyorum. (T7)

Yeterli zamanımız yok, öğrenci haftada iki gün geliyor ve toplamda yaklaşık 4 saatlik destek eğitimi süresi var. Hazır BİT kaynağımız olmadığı için BEP'i yetiştirme kaygısı ile yerine masaüstü uygulamalarla derslerimi yürütüyorum. (T8)

#### **4.2.2.2. Kinect Tabanlı Teknolojilerin Özel Eğitime Gereksinimi Olan Bireylerin Eğitiminde Kullanımına Yönelik Öğretmenlerin Görüşleri**

Görüşme formunda yer alan “HTT’lerin özel gereksinimli bireylerin eğitiminde kullanılabilirliği konusunda ne düşünüyorsunuz?” sorusu ile “Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunlar öğrencilerin eğitiminde kullanımı konusundaki düşünceleriniz nelerdir?” sorularına verilen cevaplar birleştirilerek “Kinect Tabanlı Teknolojilerin Özel Eğitime Gereksinimi Olan Bireylerin Eğitiminde Kullanımına Yönelik Özel Öğretmenlerin Görüşleri” ana başlığı altında değerlendirilmiştir.

Tablo 34.

*HTT’lerin Özel Eğitimde Kullanılabilirliğine İlişkin Öğretmen Görüşleri*

| HAT Özel Eğitimde Kullanılabilir mi? | n | %    |
|--------------------------------------|---|------|
| Evet                                 | 7 | 87,5 |
| Hayır                                | 0 | 0    |
| Kısmen                               | 1 | 12,5 |
| Genel Toplam                         | 8 | 100  |

Öğretmenlerin tamamına yakını Kinect tabanlı teknolojileri özel eğitimde kullanılabilir bulmuş ve görüşlerini şu şekilde açıklamışlardır:

Özellikle başta bedensel engelli öğrencilerde daha faydalı olacak gibi duruyor. Hafif düzeyde yetersizlik gösteren zihinsel engelli öğrencilerde çok basit tutularak ama karmaşık ve birden fazla uygulama gerektirmeyecek şekilde etkin uygulanabilir. (T1)

Öğrenci hem düşünüp hem de bedenini hareket ettirmek zorunda olduğu için eşgüdümlü çalışma ile daha hızlı ilerleyebilir. Yerinde durağan bir şekilde oturmak istemeyen öğrenciler harekete meyilliler. Hem öğretmen hem de öğrenci için eğlenceli buldum. Otizmlili öğrencilerde takıntıya sebep olabilir. Öğrenci her geldiğinde aynı oyunu oynamak isteyebilir. (T2)

Özel gereksinimli bireyin birçoğunda genellikle kas problemi var. Bunu aşmak için çok faydalı buluyorum. Akademik ya da bilişsel becerilerin öğretiminde başka alternatif yöntemlerden faydalanabiliyoruz. Ama kas becerilerinin gelişimi için bu önemli bir materyal. (T4)

Derse farklılık ve renklilik getirdiğini düşünüyorum. Uygun koşullar sağlanabilirse öğrencilerin farklı gelişimlerini olumlu yönde katkı sağlayacaktır. (T7)

Öğrenciyi derse istekli hale getirip, ders işlediğinin farkında olmadan aktif bir şekilde derse katılımını sağladığını gözlemledim. Öğrenci eğlenerek öğreniyor. Hareketleri içsel pekiştirici kazanmak için yapıyorlar ve istekliler. Özellikle kaba motor becerilerin kazanımında etkili olabildiğini düşünüyorum. (T6)

Öğretmenler teknolojinin güçlü yönlerini ise şu şekilde açıklamışlardır.

Sürekli hareketsiz kalan öğrencilerin hareket ettirmesi, psikomotor gelişimi desteklemesi çocuğun bedenini tanıması, yönlendirmesi ve geliştirmesi bakımından faydalı gördüm. Refleksleri hızlandırıyor. El-göz-vücut koordinasyonu sağlıyor. İki öğrencim uygulamalara katıldı. Hareketsiz olan öğrencilerimdi. Oyundaki ruh halleri çok farklıydı. (T7).

Eğitim ortamlarında dikkat ve motivasyonu artıracaklarını düşünüyorum. Özellikle konsantrasyonu artırıyor. Derslere göre çocuklar daha uzun süre etkinlikte kalıyor. Bu süre ne kadar uzarsa bizim için o kadar iyi. Açıkçası çok etkilendim. (T4).

Bence öğrenmede kalıcılığı da artırabilir. Öğrencilerin dersten kaçmalarına engel olur. Ayrıca bir işi başarmanın hazzı ile öğrencinin kendine güveninin geleceğini düşünüyorum. Bedenlerini daha iyi algılamakta, yer yön kavramlarının farkına varabilmektedirler. (T5)

Öğretmenler teknolojinin zayıf yönlerini ise şu şekilde açıklamışlardır.

Bu tür oyunlar öğrencilerde bağımlılık yapabilir. Malum bizim çocuklarımız özel çocuklar dikkatlerini çeken bir şey olunca isterler. Bu istek her zaman karşılanmadığında başka sorunlarla mücadele etmek zorunda kalabiliriz. (T2)

Oyunlar için diğer odalarımızın genişliği yeterli değil. Ayrıca teknik donanımın hazır edilmesi ve kullanılması için uzmanın gerekli olduğunu düşünüyorum. Açıkçası profesyonel birinin desteği olmadan yürütmek zor gibi görünüyor. (T1)

#### ***4.2.2.3. Kinect Tabanlı Dijital Eğitsel Oyunlar Motor, Akademik ve Bilişsel Becerilerin Gelişiminde Etkili midir?***

Etkililik araştırma bulgularından bağımsız olarak kullanılan oyunların hedef becerilerde etkili olup olmama durumu öğretmenlere yöneltilmiştir. Öğretmenler üç uygulamanın da etkili ve kullanılabilir olduğunu belirtmişlerdir. Öğretmenlerin oyunların etkinliğine ilişkin görüşleri Tablo 35’te özetlenmiş ve tablonun altında doğrudan görüşlerine yer verilmiştir.

Tablo 35.

*Oyunların Etkililiğine İlişkin Öğretmen Görüşleri*

| Temel Beceri    | Hedef Beceri                            | Oyun               | Kodlar | n |
|-----------------|-----------------------------------------|--------------------|--------|---|
| Motor Beceri    | El-Göz Koordinasyonu                    | Nehir Geçişi Oyunu | Evet   | 8 |
|                 |                                         |                    | Kısmen | 0 |
|                 |                                         |                    | Hayır  | 0 |
|                 |                                         | Çiftçi Oyunu       | Evet   | 7 |
|                 |                                         |                    | Kısmen | 1 |
|                 |                                         |                    | Hayır  | 0 |
| Akademik Beceri | Geometrik Şekilleri Ayırt Etme Başarısı | Koşma Oyunu        | Evet   | 7 |
|                 |                                         |                    | Kısmen | 0 |
|                 |                                         |                    | Hayır  | 0 |
| Bilişsel Beceri | Dikkat                                  | Nehir Geçişi Oyunu | Evet   | 7 |
|                 |                                         |                    | Kısmen | 0 |
|                 |                                         |                    | Hayır  | 0 |
|                 | Meditasyon                              | Nehir Geçişi Oyunu | Evet   | 6 |
|                 |                                         |                    | Kısmen | 1 |
|                 |                                         |                    | Hayır  | 0 |

Nehir geçişi oyunu basit ve eğlenceli bir oyun. Öğrencileri zorlamadan oyuna dâhil ediyor. Hayvanların çıkardığı gerçek sesler çok ilgilerini çekti. Öğrencinin dikkatini artıran özellikler bunlar. Farkında olmadan el-göz koordinasyon becerilerini geliştirebiliyor. Oyunda sürekli ayakta durmak çabuk yorulmalarına neden olabilir. Oturarak oynanan el oyunları da bulunmalı. Öğrencilerin gelişimlerini raporlara bakarak nesnel bir şekilde görebiliyoruz. Bu özellik bizim için çok değerli. (T8)

Nehir geçişi ve çiftçi oyunun daha önce bir benzerini görmedim. Öğrenciler için de yeni bir oyun olduğunu düşünüyorum. Oyunlarda eğlenceli bir etkileşim var. Koşma oyunu “subway surf” oyununa çok benziyor. Öğrencilerimizin neredeyse tamamı ebeveynlerinin telefonları ile oyun oynuyorlar. Koşma oyunu subway surf oyunun birebir aynısı ama eğitime çok başarılı uyarlanmış. Biliyorsunuz orada da kedi karşısına çıkan altınları topluyor. Bu oyunda rakun kullanılmış. Öğrencilerin bu nedenle çok ilgisini çektiğini düşünüyorum. Oyunlar hem akademik hem de motor becerilerde etkili. (T5)

Çiftçi oyunu zorlayıcı bir oyun. Öğrenciler zorlandıkları görevlerde devam etmek istemezler. Havuçları toplamak ya da yılanların geçmesini beklemek için eller havada asılı kalmak zorunda bu her öğrenci için kolay olmayan beceriler. Ancak oyunda kolay zor gibi aşamaların bulunması göz önünde bulundurulduğunda hedeflenen becerilerin gelişimine katkı sağladığını düşünüyorum. (T4)

Akademik başarı için kullanabileceğimiz çok fazla materyal var. Ama bu yeni bir şey. Oyunlarınız çocukların çok ilgisini çekti. Her hafta heyecanla koşturduklarını görüyorum. Sıkılmadan bütün uygulamalara katıldıkları için her üç oyunu da çok yararlı buldum. Öğrencim son oyunda bile istekli geldi. İlginin azalmadığını gördüm. (T3)

Bu tür oyunları özellikle konsantrasyon konusunda çok etkili buldum. Öğrencim hala devam etmek istiyor. Ellerini Koşma oyunu gibi tüm vücudu işin içine katan oyunların daha yararlı olacağını düşünüyorum. Bu oyunların telefon ve tablet uygulamalarında benzerleri var. Vücut hareketi ile oynandığında ortaya çok farklı bir deneyim çıktığını düşünüyorum. (T1)

Öğretmenler, müdahale etkilerinin bazı genellemelerini şu şekilde ifade etmişlerdir.

Hiç puzzle yapmayan öğrencimin puzzle yapmayı sevdirdiğini düşünüyorum. (T2)

Oyunu oynayıp derse geldiğinde öz güvenli geliyor. Derse ilgisinin arttığını söyleyebilirim. Özellikle oyunlardan sonraki motivasyonu çok farklı oluyor. İkinci saatimiz daha eğlenceli ve ilgili geçiriyoruz. (T3)

Daha önce derse geldiğinde öğrencim konuşmayı başlatmazdı. Oyun oynadıktan sonra derse geldiğinde onu çok mutlu görüyorum. Konuşuyor. Özgüveni gelmiş gibi hareket ediyor. Bence beceriler kadar bunlar da önemli. (T8)

Öğrencisi araştırmaya katılan 8 öğretmenle yapılan görüşmelerden elde edilen bulgulardan hareketle öğretmenlerin özel eğitim ortamında öğretim amaçlı Kinect tabanlı teknoloji kullanımı konusunda olumlu görüş bildirdikleri görülmüştür. Genel olarak, öğretmenlerin algıları, daha önce asıl uygulamada öğrenme ve kinetik analitik verilerinden elde edilen bulgularla tamamen tutarlı bulunmuştur. Katılan tüm öğretmenler Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunların HZE öğrenciler üzerinde bir etkisinin olabileceğini ifade etmişlerdir. Öğretmenlerden bir kısmı öğrencilerin derslere karşı ilgisinin ve iletişiminin arttığını bu durumu diğer derslere yansıtılabildiklerini söylemişlerdir. Öte yandan öğrencilerin oyunlarda dikkatlerini sürdürmelerinin yanı sıra sabırla oyunlardaki görevleri takip etme çabaları öğretmen görüşlerine yansımıştır.

Uygulamalar sonunda öğrencilere her oyun için bir emoji seçmesi istenmiştir. Öğrencilere sunulan beğenme emojiğinde öğrencilerin tamamının gülen yüzü seçtikleri görülmüştür. Öğrencilerden en sevdikleri oyunları sıralamaları istendiğinde Koşma oyununu 17 öğrencini birinci sıraya 3 öğrencini ikinci 1 öğrencinin ise 3. sıraya yerleştirdiği görülmüştür. Nehir geçişi oyununu 4 öğrencinin birinci sıraya, 17 öğrenci ise ikinci sıraya yerleştirdiği görülmüştür. Çiftçi oyununu ise 20 öğrenci 3. sıraya 1 öğrenci ise ikinci sıraya yerleştirmiştir.

Tablo 36.

*Öğrencilerin Oyunları Tercih Etme Sıralaması*

| Oyun/Sıra         | Birinci | İkinci | Üçüncü |
|-------------------|---------|--------|--------|
| Nehir Geçiş Oyunu | 4       | 17     | 0      |
| Çiftçi Oyunu      | 0       | 1      | 20     |
| Koşma Oyunu       | 17      | 3      | 1      |

Öğrencilerin yürüme hareketlerini içeren tüm bedenini kullandığı Koşma oyununu daha çok beğendiği görülmüştür. Öğrencilerin zorlu el görevlerini içeren Çiftçi oyununu ise daha az beğenerek son sıraya koydukları dikkat çekmiştir. Öğretmenlerin bir kısmının görüşlerinden hareketle Çiftçi oyununun zorlayıcı görevler içermesi bakımından öğrencileri bu tercihi yönlendirmiş olabileceği söylenebilir.

Öte yandan yürüme oyunlarında tüm bedenini işe koşulmasının öğrencilerin ilgisini çektiği ve bundan daha çok keyif aldıkları diğer öğretmenlerin görüşlerine yansımıştır.

## BÖLÜM V

### TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde karma yöntem keşfedici sıralı desene göre yürütülen araştırmada her bir araştırma sorusu için tartışma ve sonuç değerlendirmesi yapılmıştır.

#### 5.1. Tartışma ve Sonuç

Deney, gözlem ve görüşmelere dayalı elde edilen bulgular ve yorumlardan hareketle Kinect tabanlı teknolojilerin özel eğitim ortamlarında HZE bireylerin eğitiminde farklı gelişim alanlarını destekleme konusunda etkili olabileceği tespit edilmiştir. Araştırma sonuçları araştırmanın problem durumunda ifade edilen beklentileri doğrulamıştır. Bireyselleştirilmiş eğitim programına uygun olarak geliştirilen, gerçek zamanlı raporlama ve vücut hareketlerini görselleştirme gibi öğrenme ve kinetik analitikleri barındıran Kinect tabanlı çalışan üç dijital eğitsel oyunun kullanıldığı kinestetik öğrenme deneyimlerin etkililik dışında öğrencilerin motivasyon ve ilgilerini artırdığı ve özellikle de dikkatlerini çektiği tespit edilmiştir. Önceki araştırmalarda çoklu engeli bulunan bireylerde etkisi araştırılan oyunlar bu araştırmada ilk defa birbirine benzer gelişim yetersizliği olan HZE bireylerde kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar önceki araştırmalarla uyumlu bulunmuştur. Daha önce ilgili alan yazında ihmal edilen HZE bir popülasyon üzerinde oyunların etkisini araştırmanın alan yazına önemli katkılar sağladığı düşünülmektedir. Bunların dışında harekete duyarlı teknoloji uygulamalarında ilk defa HZE bireylerin dikkat ve meditasyon düzeylerine ilişkin veriler toplanıp analiz edilmiştir.

Erken yaşlarda bedensel hareketler, bilişsel yetenekler ve akademik başarı arasındaki ilişki, araştırma camiasında büyük ilgi görmektedir (Kosmas, Iannou ve Retalis, 2017). Söz konusu ilginin BBT çerçevesinde toplandığı dikkat çekmektedir. Araştırma sonuçları bir bütün olarak ele alındığında BBT ile örtüşen sonuçlara ulaşılmıştır. BBT'ye göre jestler ve diğer

beden hareketlerin kullanıldığı BİT araçları öğrenme sürecini kolaylaştırmada önemli bir rol oynamakta ve öğrenmeyi geliştirebilmektedir (Shapiro ve Stolz, 2019). Buradan hareketle Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunların HZE bireylerin eğitiminde kullanılmasının bedenlenmiş öğrenmeyi desteklediği sonucuna ulaşılmıştır. Araştırma bulguları dolaylı olarak BBT'yi doğrulamaktadır.

Birinci etkililik araştırma sorusunda incelenen el-göz koordinasyon beceri gelişimine ilişkin bulgular ve yorumlar birlikte değerlendirildiğinde Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunların 9-12 yaş grubundaki HZE öğrencilerin el-göz koordinasyon becerisini geliştirmede etkili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bu bulgular ticari ve genel amaçlı oyunların kullanıldığı araştırma bulguları ile örtüşmektedir (Kosmas, Ioannou ve Retalis, 2017; Kourakli vd., 2016). Kourakli vd. (2016) araştırmalarında komorbidite özellik gösteren bireylerle çalışmıştır. Araştırma grubunu otizm, dispraksi, disleksi ve DEHB gibi çoklu öğrenme güçlüğü olan 20 çocuğun oluşturduğu Kinect tabanlı müdahale sonuçlarına göre çocukların bilişsel, motor ve akademik becerilerinin gelişimi üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu göstermişlerdir. Kosmas, Ioannou ve Retalis (2017) ise öğrenme güçlüğü çeken ve motor bozukluğu olan öğrenciler için motor performansı artırmak amacıyla Kinect tabanlı bir müdahale gerçekleştirmişlerdir. Beş aylık bir müdahale sonunda çocukların genel motor performansında, özellikle psikomotor yetenek ve psikomotor hızlarında iyileşmeler ortaya çıktığı rapor edilmiştir. Her iki araştırmada ortaya çıkan sonuçlar kısa ve uzun süreli Kinect tabanlı uygulamaların olumlu etkilerine işaret ederken bu araştırmanın sonucu ile paralellik göstermektedir.

İkinci etkililik araştırma sorusunda Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunların HZE bireylerin eğitiminde geometrik şekilleri ayırt etme başarılarına etkisi araştırılmış, elde edilen bulgulardan hareketle Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunların öğrenme başarılarında etkili olduğu raporlanmıştır. Bu sonuçlara ilişkin ilgili alan yazında örtüşen çalışmalar bulunmaktadır (Kosmas, Ioannou ve Retalis, 2017; Kourakli vd., 2016; Maliverni vd., 2014, Wang vd., 2014). Öğrenme konusunun sık ele alınan bir değişken olması nedeni ile BBT araştırmalarına daha çok konu edildiği görülmektedir. Araştırmada mevcut alan yazından farklı olarak konuşmaya eşlik etmeyen beden hareketlerinin öğrenme üzerindeki etkisi araştırılmıştır. Araştırma sonunda sadece yürüyüş hareketlerinin içeren hareket tabanlı bir oyunun da öğrenmeyi geliştirebileceği ortaya konulmuştur. Bu anlamda alan yazında sıkça ele alınan jest etkisinin diğer beden hareketlerine genişletilebileceği söylenebilir. Novack ve Goldin-Meadow (2015) jestlerin öğrenmeyi desteklemesini duyuşal-motor aktivitelerine

bağlamaktadır. Novack ve Goldin-Meadow’a göre jest vücudun bir eylemi olduğundan, öğrenme üzerindeki etkileri motor sistemi devreye sokma kapasitesinden kaynaklanmaktadır. Bu bakımdan yürüyüş hareketleri de doğrudan bir eylem türü olduğu için duyuşsal motor aktiviteyi destekleyerek öğrenmeyi gerçekleştirebildiği düşünölmektedir.

Üçüncü ve dördüncü etkililik araştırma sorularında ele alınan dikkat ve meditasyona ilişkin bulguların analizinden hareketle öğrencilerin ilk ve son uygulama oturumunda orta düzeyde dikkat ve meditasyon elde ettikleri saptanmıştır. Dikkat ve meditasyon araştırmalarında olağan gelişim gösteren bireylerinde orta düzey dikkat aralığında olduğu gösteren çalışmalar bulunmaktadır (Shadiev ve Huang, 2020). Bu anlamda araştırmaya dâhil edilen HZE öğrencilerin dikkat düzeylerinin söz konusu ortalamalardan uzak olmadığı anlaşılmaktadır. Öte yandan dikkat düzeyine ilişkin bulgular diğer çalışmaların sonuçlarıyla uyumludur (bkz. Altanis vd., 2013). Önceki araştırmalarda Kinems oyunların dikkati çok kolay dağılan, cesareti kırılan veya sıkılan bir popölasyonun ilgisini sürdürmede etkili olduğu raporlanmıştır. Bu araştırmada HZE bireylerde de Kinems oyunlarının dikkati odaklama konusunda etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Dikkat süresi akademik performansın artmasına katkıda bulunabileceğinden özellikle okul çağındaki çocuklarda önemli görölmektedir (Commodari, 2012). Bu bakımdan araştırmada elde edilen dikkat ortalamaları öğretim süreci için değerlidir. Araştırmaya katılan öğretmenlerin uygulama sırasında öğrencilerin ilgi ve konsantrasyonundan etkilendikleri gözlenmiştir. Öğretmen görüşlerine göre öğrenmenin önünde ciddi bir engel olan dikkati yeterince öğretim içeriğine yönlendirememeye engeli HTT uygulamaları ile aşılabilmektedir. Öğretmenler 10 haftalık bir müdahale sonunda da HTT tabanlı uygulamaların dikkati odaklama konusunda sürdürülebilir olduğuna işaret etmişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre öğrenciler hareket tabanlı oyun uygulamalarında dikkatlerini öğrenme içeriğine yeterince yönlendirebilmekte ve dikkatlerini sürdürebilmektedirler. Öte yandan öğrencilerin HTT tabanlı uygulamalarda daha az stres yaşadıkları ve söz konusu uygulamaların sakinleştirici aktiviteler içerdiği nesnel bir ölçüm aracı olan EEG biyosensör ile doğrulanmıştır. Gözlem ve görüşme bulguları ise bunu desteklemiştir. Poltavski (2015)’e göre meditasyon düzeyi yüksek öğrenenler, daha kolay öğrenebilmekte ve öğrenilen içeriği daha fazla akılda tutabilmektedir. Buna göre Kinect tabanlı uygulamalar öğrencilerin öğrenme ve motor gelişim faaliyetlerinde stresi azaltmada etkilidir. Ojeda-Castelo, Piedra-Fernandez ve Iribarne (2021) tarafından benzer bir görüş bildirilmiştir.

Araştırma ikisi özel eğitim ve rehabilitasyon merkezi olmak üzere özel gereksinimli bireylerin eğitim aldığı üç farklı ortamda yürütülmüştür. Araştırmanın hazırlık evresi özel eğitim okulunda, kullanılabilirlik incelemesinin ele alındığı nitel aşama özel eğitim ve rehabilitasyon merkezinde, asıl uygulama ise bir diğer özel eğitim ve rehabilitasyon merkezinde yürütülmüştür. Böylelikle Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunların HZE bireylerin eğitiminde kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi için üç farklı ortamdaki elde edilen deneyimden yararlanılmıştır. Araştırmada nicel ve nitel analiz bulguları alan yazında yer alan uygulamaların yeniden gözden geçirilmesine imkân tanıyacak nitelikte olduğu ifade edilebilir. Özellikle kullanılabilirlik araştırma sonuçları mevcut bilgilerin yeniden gözden geçirilmesini gerektirmektedir. Bulguların analizinden hareketle teknolojinin sağladığı kullanım kılavuzları ve laboratuvar ortamlarında yapılan deneylerin gerçek uygulama ortamlarında yürütülecek müdahaleler için yeterli olmadığını göstermektedir. Nitekim Kinect v2 sensörünün kullanım kılavuzunda belirtilen yansıtıcı yüzey, giyilen kıyafet ve oda içindeki güneş ışığı yansımaları gibi tehditlerin Kinect v2'yi daha az etkilediği ifadesi yanlışlanmıştır. Araştırma bulguları güneş ışığı ve giyilen parlak kıyafetlerin hareket algılama hassasiyetini önemli derece etkilediği gözlenmiştir. Birince sürüme göre iyileştirildiği ifade edilen Kinect v2'nin araştırmada ortam koşullarındaki yoğun gün ışığını tolere etmediğini göstermiştir. Buradan hareketle oyun tabanlı öğretimsel uygulamalarda ortamın fiziksel koşullarını analiz eden bir ön değerlendirme/kontrol aracının bulunması bir gereklilik olarak ortaya çıkmıştır. Araştırmada Kinect'in yazılım geliştirme setinde bulunan Kinect Stüdyo yazılımının uygulamalar öncesi kullanımın yararlı olabileceği gösterilmiştir. Söz konusu yazılımla çoklu kalibrasyon ve uygun ortam ışığı kontrolü gerçekleştirilebilmektedir. Uygulama sırasında sensörün bağlı bulunduğu USB bağlantı portlarındaki veri akışının Kinect'in hareketleri algılamadaki minimum tepki süresini etkilediği gözlenmiştir. Araştırmada USB yoğunluğunu denetlemek için yazılım geliştirme setinde bulunan Kinect Configuration Verifier isimli yazılımın faydalı bulunmuştur. Böylelikle USB bağlantıların doluluk oranları konusunda çıkarım yapmak mümkün olabilmektedir.

Özel eğitim ve rehabilitasyon merkezlerinde destek eğitimleri birebir odalarda gerçekleştiğinden kalabalık sınıflarda yaşanabilecek çoklu/hatalı algılama sorunları söz konusu ortamda gözlenmemiştir. Araştırmada 4x4 m genişliğinde bir oda içerisinde aynı anda 5 kişinin öğretim uygulamasında yer alabileceği bir ortam düzenlemesi yapılmıştır. Ioannou, M., Ioannou, A., Georgiou ve Retalis'in (2020) hareket tabanlı öğretim

uygulamalar için önerdiği sınıf yerleşim düzeninin geniş bir alan gerektirmesi ve ekran ile öğrenci arasındaki mesafeyi artırması nedeni ile sorunlu olabileceği düşünülmüştür. Özellikle özel gereksinimli bireylerin çoklu gelişimsel yetersizliklere meyilli olması nedeniyle az gören öğrencilerde bu yerleşim düzeni verimli kullanılamamaktadır. Hsu (2011) çalışmasında sınıf ortamlarının Kinect uygulamaları için yeterli genişlikte olmadığına dikkat çekmiştir. Bu anlamda günümüze gelindiğinde yeni Kinect sürümlerinde bu sorunun aşılamadığı görülmektedir. Bu durumun teknolojinin çalışma biçimi ile doğrudan ilgisi olduğu söylenebilir. Söz konusu teknolojide bireyin ön yüzündeki hareketler algılanmaktadır. Bu durumda sensörün görüş alanı etkili olmaktadır. Temassız etkileşimin doğası gereği kameranın gördüğü açı içerisinde gerçek oyuncu ve diğerleri arasındaki fark algılanamamaktadır. Bu nedenle Kinect görüş alanının oyuncu için düzenlenmesi gerekmektedir. Bilgisayarla görüş alanındaki mühendislik çalışmalarında hareket eklemlerinin üst üste geldiği hareket görevlerinde algılamaların sorunlu olması nedeniyle cepheden algılama yapan Kinect vb. sensörlerinin ideal bir hareket yakalama aracı olmadığı belirtilmektedir. Fischer (2020) farklı sensörlerin hareket yakalama ve izleme durumlarını incelediği deneylerinde Kinect v3 için benzer bir değerlendirmede bulunmuştur. Ancak teknik ölçümlerin daha az önemli olduğu eğitsel uygulama sahasında Kinect makul ve kullanılabilir bir araç olarak görülmektedir.

Li ve Ip (2013) araştırmalarında etrafa bakmak, ellerini havada sallamak, eğitmene uzanmak ve hareketsiz tutmak gibi jest olmayan hareketlerin de yanlış tetikleyici olarak algılandığı üzerinde durmuştur. Ayrıca öğrencilerin hareket eklemlerinin üst üste gelerek algılamada tıkanmaya neden olduğunu ve söz konusu durumun taramada güvenilirliği etkilediğine işaret etmişlerdir. Li ve Ip'in araştırmalarında ifade ettiği jest olmayan hareketlerin algılanması durumu bu araştırmada nadiren gözlenmiştir. Bunun nedeni HZE öğrencilerin olağan gelişim gösteren bireylere yakın davranış göstermesi olabilir. Ancak rehberli uygulama adımlarında öğretmenin müdahale etmesi gerektiği durumlarda zorluk yaşanmıştır. Öğretmenin öğrenciye uygun hareket davranışını gösterebilmek için öğrencinin yakınında bulunması ve ihtiyaç olması durumunda öğrenciye temas etmesi gerekmektedir. Ancak Kinect uygulamalarında öğrenciye temas ederek rehberli uygulamaları yönetmek şu an için mümkün görünmemektedir. Bu nedenle araştırmada öğrenci uzaktan yönlendirilmiştir. Bunların dışında el-göz koordinasyon becerilerinin incelendiği oyunlarda bazı öğrencilerin ellerini daha hassas hareket ettirmek için iki elini birlikte tutturmak istedikleri gözlenmiştir. Bu durumda hareket noktaları üst üste gelerek hassas noktaların oluşmasına neden olmuştur.

Öğrencinin sergilediği bu davranışın bilişsel süreçlerindeki yönlendirmenin beklenen motor koordinasyona dönüşmediğinin bir göstergesi olarak yorumlanmıştır. Bazı öğrencilerin Koşma oyununda yan yürüme hareketi yapmak yerine rakunun koştuğu yöne doğru (Kinect'e doğru) koşmaya meyilli oldukları gözlenmiştir. Kinect'in algılamayacağı kadar yakınına gelen öğrenciler zaman zaman oturumların durmasına sebep olmuşlardır. Öğrencilerin derinlik algısı ve zihinsel rotasyon becerilerindeki yetersizliğin bu davranışa sebep olabileceği düşünülmüştür. Bunların dışında Kinect uygulamalarında bir nesneyi bulunduğu yerden hareket ettirmek için gerekli olan boşlukta bekleme hareketini öğrencilerin anlamakta zorlandıkları tespit edilmiştir. Öğrencilerin gerçek hayattaki gibi nesneleri avuç içine alıp tutma eğiliminde oldukları gözlenmiştir. Kinect for Windows v2'nin iskelet tarama özelliği kapsamlı el hareketlerinin algılanması için yeterli olmadığından avuç içine alma davranışı oyunlara dâhil edilememektedir. Norman (2010)'un ifade ettiği gibi NUI tabanlı sistemlerde jeste dayalı teknolojilerin sunduğu etkileşimin henüz hedeflendiği ölçüde doğal etkileşimi içermediği söylenebilir. Kullanılabilirlik bağlamında ulaşılan bulgular Kinect tabanlı öğretimsel uygulamaların özel eğitim ve rehabilitasyon merkezlerinde etkili olabileceğini göstermiştir. Ancak sensörlerin algılamasını olumsuz yönde etkileyebilecek durumlara karşı önlemler alınmalıdır. Bununla birlikte, tüm müdahale oturumlarına bakıldığında, öğrencilerin oyunu başarıyla tamamlamak için akademik, bilişsel ve motor becerilerde maksimum çaba göstermesi müdahalenin en değerli yönü olarak yorumlanmıştır. Öte yandan Kinect tabanlı öğretimsel uygulamalar öğretmenin daha az müdahil olduğu oturumlara dönüşmüş, bir bakıma öğretmenin iş yükünü azaltmıştır. Özel gereksinimli bireylerin eğitiminde davranışçı öğretim yaklaşımının doğası gereği sıklıkla soyut ve somut pekiştireçlere yer verilmelidir. Kinect tabanlı dijital eğitsel oyunlarda somut pekiştireçlere ihtiyaç duyulmamıştır. Öğrencilerin daha kolay içsel motive oldukları gözlenmiştir. Bu durum öğretmen görüşlerine de yansımıştır.

Ele alınan araştırma ve diğer mevcut çalışmalar göstermektedir ki, jestler ve hareketlerle desteklenmiş dijital oyun uygulamaları hem öğretim hem de öğrenme sürecini kolaylaştırmada önemli bir rol oynamaktadır. Ancak bu araçların karmaşıklığı, yazılım geliştirme süreçlerinin zorluğu ve öğretimsel uygulamalarda kullanılabilirliğini etkileyebilecek potansiyel tehditlerin varlığına bağlı olarak öğrenme ortamlarında söz konusu teknolojilerin henüz yeterli yaygınlığa ulaştığını söylemek mümkün değildir. Temassız etkileşime dayalı teknolojiler daha yaygın hale geldikçe, onların özel eğitime entegrasyonunu konu eden araştırmalar da yaygınlaşacaktır.

## 5.2. Öneriler

Bu araştırmada kullanılabilirlik bağlamında incelenen araştırma soruları doğrudan uygulayıcılara yönelik öneriler içermektedir. Bu nedenle öncelikle öneriler için söz konusu bölüm incelenmelidir. Öte yandan hareket tabanlı dijital eğitsel oyun uygulamalarında etki ve kullanılabilirliği daha da doğrulamak için boylamsal çalışmaların yapılmasına ihtiyaç vardır. Bunların dışında araştırma sonuçlarından ve alan yazın değerlendirmelerinden yola çıkarak aşağıdaki öneriler araştırmacılara, oyun tasarımcılarına ve öğretmenlere sunulmuştur.

### 5.2.1. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

- Söz konusu araştırmada öğrencilerin rekabetçi özelliklerinin ortaya çıktığı nitel verilere yansımıştır. Oyun sırasını bekleyen öğrencilerin, arkadaşının puanını merak ettiği, öğrendiğinde ise arkadaşından daha yüksek puan alma gayretinde olduğu gözlenmiştir. Sonraki araştırmalarda başta rekabet ve liderlik tahtası olmak üzere oyunlaştırma öğelerinin farklı etkileri incelenebilir.
- Araştırmada el-göz koordinasyon becerilerin ölçümünde görsel algı testleri kullanılmamıştır. Çünkü kâğıt ve kalem ile yapılan geleneksel ölçüm yöntemleri farklı bir etkileşim içeren hareket tabanlı görevlerin ölçümleri için yetersiz kalabilmektedir. Bu nedenle boşluktaki becerileri ölçecek ölçme araçlarının geliştirmesi üzerine araştırmalar yürütülebilir.
- Araştırmada dikkat ölçümleri EEG biyosensörün teknik özelliklerine bağlı olarak ilk ve son uygulamada tek bir oyun için toplanabilmiştir. Sonraki araştırmalarda daha kapsamlı veriler sunabilecek çok noktalı biyosensörler kullanılabilir. Özellikle koşma ve yürüme gibi tam vücut etkileşimi sırasındaki dikkat ve meditasyon değerleri araştırılabilir.

### 5.2.2. Özel Eğitim Öğretmenleri ve Terapistlere Yönelik Öneriler

- Kinect tabanlı uygulamalarda hareketleri yaparken algılanan hareket eklemlerinin üst üste gelmemesine dikkat edilmelidir. Yan duruş, ellerin vücudunu önüne getirme, bulunduğu yerden dönme gibi hareketler algılamayı zorlaştırmaktadır.

- Kullanılabilirlik bağlamında raporlaştırılan durumlar gözden geçirilmeli, araştırmada geliştirilen ideal uygulama ortamında müdahaleler yürütülmelidir.

### **5.2.3. Oyun Tasarımcılarına Yönelik Öneriler**

- Teknolojinin kullanıcı rehberleri ya da laboratuvar ortamında yürütülen deneyler kullanılabilirlik konusunda yeterince bilgi vermemektedir. Oyun tasarım aşamalarının değerlendirilmesi için gerçek ortamda yürütülecek kullanılabilirlik incelemesi önemli görülmelidir.
- Çok hızlı hareketler için saniye başına kare sınırlamaları dikkate alınmalıdır. Kinect for Windows'un (v2) izleyebileceği en hızlı görüntü akışı saniyede 30 karedir.
- Yorgunluğun jestler üzerine etkisi (uygulama süresi) dikkate alınmalıdır. Oyunda hedeflenen görevlerde kullanıcı sergilediği jestler nedeniyle yorulmamalıdır. Yorgunluk kötü bir kullanıcı deneyimine yol açabilir.
- Araştırmalar, insanların HTT uygulamalarında en fazla altı hareketi hatırlayabildiğini göstermektedir (Fu vd., 2018). Söz konusu ZE bireylerde hatırlanabilen hareket sayısının daha az olacağı açıktır. Bu nedenle oyunlar tasarlanırken her aşamada tek bir hareket görevinin yer almasına dikkat edilmelidir.
- Hareketler arasında "yanlış pozitif" tetikleyiciler tespit edilmeli bu durum tolere edilebilmelidir.
- Özel eğitim sahası için oyunlarda öğretimsel ve kinetik analitikler bulunmalıdır.
- Oyunlar seviye temelli ve aşamalı olmalıdır.
- Oyun raporları kayıt altına alınmalıdır.
- Oyun içerisinde öğrenene anlık geri bildirim sağlanmalıdır.
- Oyunlarda müzik ve ses efektleri bulunmalıdır.

## KAYNAKLAR

- Adams Becker, S., Brown, M., Dahlstrom, E., Davis, A., DePaul, K., Diaz, V. & Pomerantz, J. (2018). *NMC Horizon Report: 2018 Higher Education Edition*. Louisville, CO: EDUCAUSE, 2018. <https://library.educause.edu/~media/files/library/2018/8/2018horizonreport.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Adams Becker, S., Cummins, M., Davis, A., Freeman, A., Glesinger Hall, C. & Ananthanarayanan, V. (2017). *NMC Horizon Report: 2017 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium. <https://www.learntechlib.org/p/174879> sayfasından erişilmiştir.
- Akbulut, A. (2015). "Computer aided autism threapy system design," in *Medical Technologies National Conference (TIPTEKNO)*, 2015, vol., no., pp.1-4, 15-18 <https://doi.org/10.1109/TIPTEKNO.2015.7374615>
- Altanis, G., Boloudakis, M., Retalis, S., & Nikou, N. (2013). Children with motor impairments play a kinect learning game: first findings from a pilot case in an authentic classroom environment. *Interaction Design and Architecture(s) Journal*, 19, 91-104
- American Association on Intellectual and Developmental Disabilities. (2010). *Intellectual Disability: Definition, Classification, and Systems of Supports* (11. Baskı). Washington, DC: American Association on Intellectual and Developmental Disabilities
- American Psychiatric Association. (2000). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-IV-TR)*. Washington DC: American Psychiatric Association. doi: 10.1176/appi.books.9780890423349.
- American Psychiatric Association. (2013). DSM-5 Task Force. (5th ed.). *American Psychiatric Publishing, Inc.* <https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596>

- Arzarello, F., & Robutti, O. (2004). Approaching functions through motion experiments. *Educational Studies in Mathematics*, 57(3), 305-308.
- Azure Kinect DK. (2022, Eylül 2). Azure Kinect gövde izleme bağlantıları. <https://learn.microsoft.com/tr-tr/azure/kinect-dk/body-joints> sayfasından erişildi
- Baki, A., & Gökçek, T. (2012). Karma yöntem araştırmalarına genel bir bakış. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(42), 1-21.
- Ballester, J., & Pheatt, C. B. (2012). Data acquisition using Xbox kinect sensor. *The Physics Teacher*, 50(9), 531-533. <https://doi.org/10.1119/1.4767483>
- Barsalou, L. W. (1999). Perceptual symbol systems. *Behavioral and brain sciences*, 22(4), 577-660.
- Barsalou, L. W. (2008). Grounded cognition. *Annual Review of Psychology*, 59, 617–645.
- Bartoli, L., & Lassi, S. (2015). Experimental Study of Results Obtained from the Interaction with Softwares Motion-based Touchless Created for Habilitation-rehabilitation in users with Diagnosis of Autism Spectrum Disorders. *Procedia Manufacturing*, 3, 5176–5183. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.566>
- Bavelas, J., Gerwing, J., Sutton, C., & Prevost, D. (2008). Gesturing on the telephone: Independent effects of dialogue and visibility. *Journal of Memory and Language*, 58(2), 495-520. <https://doi.org/10.1016/j.jml.2007.02.004>
- Beaudoin-Ryan, L., & Goldin-Meadow, S. (2014). Teaching moral reasoning through gesture. *Developmental science*, 17(6), 984–990. <https://doi.org/10.1111/desc.12180>
- Beilock, S. (2015). *How the body knows its mind: The surprising power of the physical environment to influence how you think and feel*. New York, NY: Atria Books.
- Beirne-Smith, M., Patton, J. R., & Kim, S. H. (2006). *Mental retardation: An introduction to intellectual disabilities*. (7<sup>th</sup> ed.). Upper Saddle River, NJ: Pearson.prentice Hall.
- Birchfield, D., Thornburg, H., ColleenMegowan-Romanowicz, M., Hatton, S., Mechtley, B., Dolgov, I., & Burleson, W. (2008). Embodiment, multimodality, and composition: Convergent themes across HCI and education for mixed-reality learning environments. *Advances in Human-Computer Interaction*, 2008, Article 874563. <https://doi.org/10.1155/2008/874563>

- Blasi, F. D. D., Elia, F., Buono, S., Ramakers, G. J., & Nuovo, S. F. D. (2007). Relationships between visual-motor and cognitive abilities in intellectual disabilities. *Perceptual and motor skills*, 104(3), 763-772. <https://doi.org/10.2466/pms.104.3.763-772>
- Boat, T. F., & Wu, J. T. (2015). *Mental disorders and disabilities among low-income children*. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK332882/sayfasından> erişilmiştir.
- Bratitsis, T., & Kandroudi, M. (2014). Motion sensor technologies in education. *EAI Endorsed Transactions on Serious Games*, 1(2). <https://eudl.eu/doi/10.4108/sg.1.2.e6>
- Brehmer, Y., Westerberg, H., & Bäckman, L. (2012). Working-memory training in younger and older adults: training gains, transfer, and maintenance. *Frontiers in human neuroscience*, 6, 63. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2012.00063>
- Broaders, S. C., Cook, S. W., Mitchell, Z., & Goldin-Meadow, S. (2007). Making children gesture brings out implicit knowledge and leads to learning. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(4), 539– 550. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.136.4.539>
- Campion, J., & Rocco, S. (2009). Minding the mind: the effects and potential of a school-based meditation programme for mental health promotion. *Advances in School Mental Health Promotion*, 2(1), 47– 55. <https://doi.org/10.1080/1754730x.2009.9715697>
- Carmeli, E., Bar-Yossef, T., Ariav, C., Levy, R., & Liebermann, D. G. (2008). Perceptual-motor coordination in persons with mild intellectual disability. *Disability and Rehabilitation*, 30(5), 323–329. <https://doi.org/10.1080/09638280701265398>
- Cassar, A. G., & Jang, E. E. (2010). Investigating the effects of a game-based approach in teaching word recognition and spelling to students with reading disabilities and attention deficits. *Australian Journal of Learning Difficulties*, 15(2), 193–211. <https://doi.org/10.1080/19404151003796516>
- Cavkaytar, A., Melekoğlu, M., & Yıldız, G. (2014). Geçmişten günümüze özel gereksinimli olma ve zihin yetersizliği: Dünya’da ve Türkiye’de kavramların evrimi. *Anadolu Üniversitesi sosyal bilimler dergisi, (Özel Sayı)*, 111-122.

- Chang, C.-Y., Chien, Y.-T., Chiang, C.-Y., Lin, M.-C., & Lai, H.-C. (2013). Embodying gesture-based multimedia to improve learning. *British Journal of Educational Technology*, 44(1), E5–E9. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2012.01311.x>
- Chang, Y. H., Hwang, J. H., Fang, R. J., & Lu, Y. T. (2017). A Kinect-and game-based interactive learning system. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(8), 4897- 4914. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00972a>
- Chang, Y. J., Chen, S. F., & Huang, J. D. (2011). A Kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities. *Research in developmental disabilities*, 32(6), 2566- 2570. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2011.07.002>
- Chang, Y. J., Chou, L. D., Wang, F. T. Y., & Chen, S. F. (2013). A kinect-based vocational task prompting system for individuals with cognitive impairments. *Personal and ubiquitous computing*, 17(2), 351-358. <https://doi.org/10.1007/s00779-011-0498-6>
- Chao, K. J., Huang, H. W., Fang, W. C., & Chen, N. S. (2013). Embodied play to learn: exploring kinect-facilitated memory performance. *British Journal of Educational Technology*, 44(5), 151–155. <https://doi.org/10.1111/bjet.12018>
- Cheon, J., & Grant, M. (2012). Examining the relationships of different cognitive load types related to user interface in web-based instruction. *Journal of Interactive Learning Research*, 23(1), 29-55.
- Clark, J. M., & Paivio, A. (1991). Dual coding theory and education. *Educational Psychology Review*, 3(3), 149–210. <https://doi.org/10.1007/BF01320076>
- Commodari E. (2012). Attention skills and risk of developing learning difficulties. *Curr. Psychol.* 31 17–34. [10.1007/s12144-012-9128-3](https://doi.org/10.1007/s12144-012-9128-3)
- Costanzo, F., Varuzza, C., Menghini, D., Addona, F., Ganesini, T., & Vicari, S. (2013). Executive functions in intellectual disabilities: a comparison between Williams syndrome and Down syndrome. *Research in developmental disabilities*, 34(5), 1770–1780. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2013.01.024>
- Creswell, J. W. (2008). *Educational research planning, conducting and evaluating quantitative and qualitative research*. Lincoln: Pearson.

- Creswell, J. W., & Plano Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Del Rio Guerra, M. S., & Martin-Gutierrez, J. (2020). Evaluation of full-body gestures performed by individuals with down syndrome: proposal for designing user interfaces for all based on kinect sensor. *Sensors*, 20(14), 3930. <https://doi.org/10.3390/s20143930>
- Deutsch, C. K., Dube, W. V., & McIlvane, W. J. (2008). Attention deficits, attention-deficit hyperactivity disorder, and intellectual disabilities. *Developmental Disabilities Research Reviews*, 14(4), 285–292. <https://doi.org/10.1002/ddrr.42>
- Djuric-Zdravkovic, A., Japundza-Milisavljevic, M., & Macesic-Petrovic, D. (2010). Attention in children with intellectual disabilities. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 5, 1601-1606.
- Dolva, A., Coster, W., & Lilja, M. (2004). Functional performance in children with Down syndrome. *American journal of occupational therapy*, 58(6), 621-629. pmid:15568546. doi:10.5014/ajot.58.6.621
- Dourish, P. (2001). *Where the action is: the foundations of embodied interaction*. Cambridge: MIT press.
- Dunn, W. (1997). The impact of sensory processing abilities on the daily lives of young children and their families: A conceptual model. *Infants and young children*, 9, 23-35.
- Durkin MS, Schneider H, Pathania VS, Nelson KB, Solarsh GC, Bellows N, Scheffler RM & Hofman KJ. (2006) Learning and Developmental Disabilities. In: *Disease Control Priorities in Developing Countries*, 2nd Edition, Editors: Jamison DT et al. Oxford University Press and World Bank, 2006; Chapter 49: pp:934
- Elliott, D. (1990). Intermittent visual pickup and goal directed movement: a review. *Human Movement Science*, 9(3–5), 531–548. [https://doi.org/10.1016/0167-9457\(90\)90013-4](https://doi.org/10.1016/0167-9457(90)90013-4)
- Engelbart, D. C., (1970). X-y position indicator for a display system x-y position indicator for a display system. *U.S. Patent No US3541541A*. California, USA: United States Patent and Trademark Office.

- Erbay, F. (2013). Predictive Power of Attention and Reading Readiness Variables on Auditory Reasoning and Processing Skills of Six-Year-Old Children. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 13 (1), 422–429.
- Fischer, B. (2020, October 8). Digits. *A Short Introduction to Motion Capture and Showcase of Different Systems* [Video]. Retrieved September 17, 2022, from <https://www.youtube.com/watch?t=704&v=NJ7-27xRv6w&feature=youtu.be>
- Fogtmann, M. H., Fritsch, J., & Kortbek, K. J. (2008, December). *Kinesthetic interaction: revealing the bodily potential in interaction design*. In Proceedings of the 20th Australasian conference on computer-human interaction: designing for habitus and habitat (pp. 89-96). <https://doi.org/10.1145/1517744.1517770>
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E., & Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education* (Vol. 7, p. 429). New York: McGraw-hill.
- Fu, L. P., Landay, J., Nebeling, M., Xu, Y., & Zhao, C. (2018, April). *Redefining natural user interface*. In Extended Abstracts of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 1-3).
- Georgiou, Y., & Ioannou, A. (2019). Embodied learning in a digital world: A systematic review of empirical research in K-12 education. *Learning in a digital world*, 155-177.
- Glenberg, A. M. (2008). Toward the integration of bodily states, language, and action. In G. R. Semin & E. R. Smith (Eds.), *Embodied grounding: Social, cognitive, affective, and neuroscientific approaches* (ss. 43–70). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511805837.003>
- Goldin-Meadow, S. (2003). *Hearing gesture: How our hands help us think*. Cambridge, MA: Harvard University Press
- Goldin-Meadow, S. (2011). Learning through gesture. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science*, 2(6), 595-607.
- Goldin-Meadow, S. (2014). Widening the lens: what the manual modality reveals about language, learning and cognition. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 369(1651), <https://doi.org/10.1098/rstb.2013.0295>

- Goldin-Meadow, S., & Alibali, M. W. (2013). Gesture's role in speaking, learning, and creating language. *Annual review of psychology*, 64, 257–283. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143802>
- Goldin-Meadow, S., & Beilock, S. L. (2010). Action's influence on thought: The case of gesture. *Perspectives on psychological science*, 5(6), 664-674.
- Goldin-Meadow, S., & Butcher, C. (2003). Pointing toward two-word speech in young children. In S. Kita (Ed.), *Pointing: Where language, culture, and cognition meet* (p. 85–107). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Goldin-Meadow, S., & Iverson, J. M. (2010). Gesturing across the life span. In W. F. Overton & R. M. Lerner (Eds.), *The handbook of life-span development*, Vol. 1. Cognition, biology, and methods (pp. 754–791). John Wiley & Sons, Inc.. <https://doi.org/10.1002/9780470880166.hlsd001021>
- Goldin-Meadow, S., Cook, S. W., & Mitchell, Z. A. (2009). Gesturing gives children new ideas about math. *Psychological Science*, 20(3), 267–27, doi:10.1111/j.1467-9280.2009.02297
- Goldin-Meadow, S., Goodrich, W., Sauer, E., & Iverson, J. M. (2007). Young children use their hands to tell their mothers what to say. *Developmental Science*, 10, 778.
- Goldin-Meadow, S., Kim, S., & Singer, M. (1999). What the teachers' hands tell the students' minds about math. *Journal of Educational Psychology*, 91, 720–730.
- Goldin-Meadow, S., Nusbaum, H., Kelly, S. D., & Wagner, S. (2001). Explaining math: Gesturing lightens the load. *Psychological science*, 12(6), 516-522. doi:10.1111/1467-9280.00395.
- Gosling, J. (2004). *Introductory statistics: a comprehensive, self-paced, step by step statistics course for tertiary students*. Australia, Glebe: Pascal Press.
- Guzsvinecz, T., Szucs, V., & Sik-Lanyi, C. (2019). Suitability of the kinect sensor and leap motion controller—a literature review. *Sensors*, 19(5), 1072. <https://doi.org/10.3390/s19051072>
- Hinton, P. R., McMurray, I., & Brownlow, C. (2014). (2nd ed.). *SPSS explained*. London: Routledge.

- Hosch, W. L. (2022, May 12). Ivan Sutherland. Encyclopedia Britannica. <https://www.britannica.com/biography/Ivan-Sutherland> sayfasından erişilmiştir.
- Hostetter, A. B. (2011). When do gestures communicate? A meta-analysis. *Psychological bulletin*, 137(2), 297.
- Hostetter, A. B., & Alibali, M. W. (2004). On the tip of the mind: Gesture as a key to conceptualization. In *Proceedings of the Annual Meeting of the Cognitive Science Society* (Vol. 26, No. 26).
- Houwen, S., Visser, L., van der Putten, A., & Vlaskamp, C. (2016). The interrelationships between motor, cognitive, and language development in children with and without intellectual and developmental disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 53–54, 19–31. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2016.01.012>
- Hsiao, H. S., & Chen, J. C. (2016). Using a gesture interactive game-based learning approach to improve preschool children's learning performance and motor skills. *Computers & Education*, 95, 151-162. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.01.005>
- Hsu, H. M. J. (2011). The potential of kinect in education. *International Journal of Information and Education Technology*, 1(5), 365. <http://dx.doi.org/10.18178/ijiet>
- Huang, Z., Nagata, A., Kanai-Pak, M., Maeda, J., Kitajima, Y., Nakamura, M., ... Ota, J. (2014). Self-Help Training System for Nursing Students to Learn Patient Transfer Skills. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 7(4), 319–332. <https://doi.org/10.1109/tlt.2014.2331252>
- Huettig, F., & Janse, E. (2016). Individual differences in working memory and processing speed predict anticipatory spoken language processing in the visual world. *Language, Cognition and Neuroscience*, 31(1), 80- 93. <https://doi.org/10.1080/23273798.2015.1047459>
- Hwang, W.-Y, Shih, T. K., Yeh, S.-C., Chou, K.-C., Ma, Z.-H., & Sommoool, W. (2014). Recognition-Based Physical Response to Facilitate EFL Learning. *Educational Technology & Society*, 17(4), 432- 445. <http://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.17.4.432>
- Ioannou, M., Ioannou, A., Georgiou, Y., & Retalis, S. (2020). *Designing and Orchestrating the Classroom Experience for Technology-Enhanced Embodied Learning*. In Gresalfi, M. and Horn, I. S. (Eds.), *The Interdisciplinarity of the Learning Sciences*,

- 14th International Conference of the Learning Sciences (ICLS) 2020, Volume 2 (pp. 1079-1086). Nashville, Tennessee: International Society of the Learning Sciences.
- Ionescu, T., & Vasc, D. (2014). Embodied cognition: challenges for psychology and education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 128, 275-280.
- Iverson, J. M., & Goldin-Meadow, S. (1998). Why people gesture when they speak. *Nature*, 396(6708), 228. <https://doi.org/10.1038/24300>
- Jacob, U. S., Pillay, J., & Oyefeso, E. O. (2021). Attention Span of Children with Mild Intellectual Disability: Does Music Therapy and Pictorial Illustration Play Any Significant Role? *Frontiers in psychology*, 12, 677703. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.677703>
- Johnson, L., Adams, S. & Cummins, M. (2012). *NMC Horizon Report: 2012 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium. <https://www.learntechlib.org/p/48964/> sayfasından erişilmiştir.
- Johnson, L., Levine, A., Smith, R. & Stone, S. (2010). *NMC Horizon Report: 2010 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium. <https://www.learntechlib.org/p/182021/> sayfasından erişilmiştir.
- Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A. & Haywood, K. (2011). *NMC Horizon Report: 2011 Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium. <https://www.learntechlib.org/p/182018/> sayfasından erişilmiştir.
- Johnson, R. B., & Onwuegbuzie, A. J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational researcher*, 33(7), 14- 26. <http://dx.doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Kandroudi, M., & Bratitsis, T. (2012). Exploring the educational perspectives of XBOX kinect based video games. *Proc.ECGBL 2012*, 219-227. ACPI
- Kendon, A. (1988). How gestures can become like words. In F. Poyatos (Ed.), *Cross-cultural perspectives in nonverbal communication* (pp. 131–141). Hogrefe & Huber Publishers
- Kendon, A. (1996). An agenda for gesture studies. *Semiotic review of books*, 7(3), 8-12.
- Kinems Akademi (t.y.). *Kinems academy river crossing*. <https://academy.kinems.com/games/river-crossing> sayfasından erişilmiştir.

- Kinems Learning Games (t.y.). *Kinems learning games user guide*. <https://platform.inteled.org/wp-content/uploads/2019/06/KinemsUserGuide.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Koçak, O. M. (2018). Bedenselleşmiş biliş. *TPD Bülteni*, 21(1). <https://www.psikiyatri.org.tr/uploadFiles/publicationsFile/file/2142018135815-ttpdbulten.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Kontra, C., Goldin-Meadow, S., & Beilock, S. L. (2012). Embodied learning across the life span. *Topics in cognitive science*, 4(4), 731–739. <https://doi.org/10.1111/j.1756-8765.2012.01221.x>
- Kosmas P., Ioannou A., Retalis S. (2017). Using Embodied Learning Technology to Advance Motor Performance of Children with Special Educational Needs and Motor Impairments. In: Lavoué É., Drachsler H., Verbert K., Broisin J., Pérez-Sanagustín M. (eds) *Data Driven Approaches in Digital Education*. EC-TEL 2017. Lecture Notes in Computer Science, vol 10474. Springer, Cham
- Kosmas, P., Ioannou, A., & Retalis, S. (2018). Moving Bodies to Moving Minds: A Study of the Use of Motion-Based Games in Special Education. *TechTrends*, 62(6), 594–601. <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0294-5>
- Kosmas, P., Ioannou, A., & Zaphiris, P. (2019). Implementing embodied learning in the classroom: effects on children’s memory and language skills. *Educational Media International*, 56(1), 59-74. <https://doi.org/10.1080/09523987.2018.1547948>
- Kourakli, M., Altanis, I., Retalis, S., Boloudakis, M., Zbainos, D., & Antonopoulou, K. (2017). Towards the improvement of the cognitive, motoric, and academic skills of students with special educational needs using Kinect learning games. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 11, 28-39.
- Krebs, P. (2000) Mental retardation. In: *Adapted Physical Education and Sport*. Ed: Winnick, J.P. Champaign, IL: Human Kinetics. 111-126
- Kress, G., Charalampos, T., Jewitt, C., & Ogborn, J. (2006). *Multimodal teaching and learning: The rhetorics of the science classroom*. London: Continuum.
- Kruschke, J. K., Kappenman, E. S., & Hetrick, W. P. (2005). Eye gaze and individual differences consistent with learned attention in associative blocking and highlighting. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 31(5), 830–845. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.31.5.830>

- LaBerge, D. (2014). Perceptual learning and attention. In W. K. Estes (Ed.), *Handbook of learning and cognitive processes: Attention and memory* (pp. 237–273). London, UK: Psychology Press.
- Lacombe, N., Dias, T., & Petitpierre, G. (2022). Can Gestures Give us Access to Thought? A Systematic Literature Review on the Role of Co-thought and Co-speech Gestures in Children with Intellectual Disabilities. *Journal of Nonverbal Behavior*, 46(2), 119–136. <https://doi.org/10.1007/s10919-022-00396-4>
- Lauenroth, A., Ioannidis, A. E., & Teichmann, B. (2016). Influence of combined physical and cognitive training on cognition: a systematic review. *BMC Geriatrics*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s12877-016-0315-1>
- Lee, H., Huang, Y., & Sheu, T. (2013). An Interactive Training Game Using 3D Sound for Visually Impaired People. *International Association for Development of the Information Society*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED562281.pdf> sayfasından erişilmiştir.
- Leech, N. L., & Onwuegbuzie, A. J. (2009). A typology of mixed methods research designs. *Quality & Quantity: International Journal of Methodology*, 43(2), 265–275. <https://doi.org/10.1007/s11135-007-9105-3>
- Leonard, T., & Cummins F (2011): The temporal relation between beat gestures and speech. *Lang Cogn Process* 26:1457–1471.
- Levy, S. (2018, March 29). graphical user interface. *Encyclopedia Britannica*. <https://www.britannica.com/technology/graphical-user-interface>
- Li, C., & Ip, H. H. S. (2013, November). “AIMtechKinect: A Kinect based interactionoriented gesture recognition system designed for students with severe intellectual disabilities,” in *Proceedings - 13th International Conference on Computer-Aided Design and Computer Graphics, CAD/Graphics 2013, 2013*, pp. 322–329.
- Li, P. L., Wang, J. C., Wu, C. H., & Chen, C. H. (2014). The design of motion-sensing computer games applying on the physical education curriculum for students with special needs. *Special Education & Assistive Technology*, 10, 41-51.

- Lozada-Yáñez, R.; Palomino, N.L.; Veloz-Cherrez, D.; Molina-Granja, F.; Santillán-Lima, J.C. Azure-Kinect and Augmented Reality for learning Basic Mathematics - A Case Study. Preprints 2020, 2020090752 doi: 10.20944/preprints202009.0752.v1.
- MacCormick, J. (2011). How does the Kinect work. Dickinson College. <http://users.dickinson.edu/~jmac/selected-talks/kinect.pdf> sayfasından erişildi.
- Macedonia M. (2019). Embodied learning: why at school the mind needs the body. *Frontiers in psychology*, 10, 2098. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.02098>
- Malinverni, L., & Pares, N. (2014). Learning of abstract concepts through full-body interaction: A systematic review. *Journal of Educational Technology & Society*, 17(4), 100-116.
- Marsden, E., & Torgerson, C. J. (2012). Single group, pre-and post-test research designs: Some methodological concerns. *Oxford Review of Education*, 38(5), 583-616.
- Maulik, P. K., Mascarenhas, M. N., Mathers, C. D., Dua, T., & Saxena, S. (2011). Prevalence of intellectual disability: a meta-analysis of population-based studies. *Research in developmental disabilities*, 32(2), 419–436. <https://doi.org/10.1016/j.ridd.2010.12.018>
- Mayer, R. E. (1997). Multimedia learning: are we asking the right questions? *Educational psychologist*, 32(1), 1-19. [https://doi.org/10.1207/s15326985ep3201\\_1](https://doi.org/10.1207/s15326985ep3201_1)
- McKenzie, K., Milton, M., Smith, G., & Ouellette-Kuntz, H. (2016). Systematic review of the prevalence and incidence of intellectual disabilities: current trends and issues. *Current Developmental Disorders Reports*, 3(2), 104-115.
- McLaren, J., & Bryson, S. E. (1987). Review of recent epidemiological studies of mental retardation: Prevalence, associated disorders, and etiology. *American Journal on Mental Retardation*, 92(3), 243–254.
- McNeill, D. (1992). *Hand and mind: what gestures reveal about thought*. University of Chicago Press.
- McNeill, D. (2005). *Gesture and thought*. Chicago, IL: University of Chicago Press
- Mendel, J., & Pak, R. (2009). The Effect of Interface Consistency and Cognitive Load on User Performance in an Information Search Task. *Proceedings of the Human Factors*

- and *Ergonomics Society Annual Meeting*, 53(22), 1684–1688.  
<https://doi.org/10.1177/154193120905302206>
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded Sourcebook*. (2<sup>nd</sup> ed). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Morse, J. M. (2003). Principles of mixed methods and multi-method research design. In C. Teddlie, & A. Tashakkori (Eds.), *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (pp. 189-208). Thousand Oaks, CA: Sage Publication.
- Myers, B. A. (1998). A brief history of human-computer interaction technology. *Interactions*, 5(2), 44–54. <https://doi.org/10.1145/274430.274436>
- Napoli, M. (2004). Mindfulness Training for Teachers: A Pilot Program. *Complementary Health Practice Review*, 9(1), 31–42. <https://doi.org/10.1177/1076167503253435>
- Norman, D. A. (2010). Natural user interfaces are not natural. *Interactions*, 17(3), 6–10. <https://doi.org/10.1145/1744161.1744163>
- Novack, M. A., & Goldin-Meadow, S. (2017). Gesture as representational action: A paper about function. *Psychonomic Bulletin & Review*, 24(3), 652-665.
- Novack, M., & Goldin-Meadow, S. (2015). Learning from gesture: How our hands change our minds. *Educational psychology review*, 27(3), 405-412.
- Ojeda-Castelo, J. J., Piedra-Fernandez, J. A., & Iribarne, L. (2021). A device-interaction model for users with special needs. *Multimedia Tools and Applications*, 80(5), 6675–6710. <https://doi.org/10.1007/s11042-020-10026-0>
- Oviedo, G., Travier, N., & Guerra-Balic, M. (2017). Sedentary and Physical Activity Patterns in Adults with Intellectual Disability. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(9), 1027. <https://doi.org/10.3390/ijerph14091027>
- Özer, D., & Göksun, T. (2020). Gesture use and processing: A review on individual in cognitive resources. *Frontiers in Psychology*, 11. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.573555>
- Özkaya, M. & Şahin, S. (Baskıda). Özel Gereksinimli Bireylerin Eğitiminde Hareket Tabanlı Teknolojilerin Kullanımı: Sistematik Alan Yazın Taraması ve Bibliyometrik Analiz. *Aksaray Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*. 6(2).

- Özoran, D., Çiçek, F., & Çağıltay, K. (2014). First Testing of a Kinect- Based Game in Special Education: “Magic Hands”. Philadelphia, USA: [http://oztek.metu.edu.tr/sites/default/files/aera14\\_magic-hands.pdf](http://oztek.metu.edu.tr/sites/default/files/aera14_magic-hands.pdf). sayfasından erişilmiştir.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods*. SAGE Publications, inc.
- Pinborough-Zimmerman, J., Satterfield, R., Miller, J., Bilder, D., Hossain, S., & McMahon, W. (2007). Communication disorders: prevalence and comorbid intellectual disability, autism, and emotional/behavioral disorders. *American journal of speech-language pathology*, 16(4), 359–367. [https://doi.org/10.1044/1058-0360\(2007/039\)](https://doi.org/10.1044/1058-0360(2007/039))
- Ping, R., & Goldin-Meadow, S. (2010). Gesturing saves cognitive resources when talking about nonpresent objects. *Cognitive science*, 34(4), 602–619. <https://doi.org/10.1111/j.1551-6709.2010.01102.x>
- Puspitasari, W.; Ummah, K.; Pambudy, A.F., "KIDEA: An innovative computer technology to improve skills in children with intellectual disability using Kinect sensor," in *Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM), 2013 IEEE International Conference on*, vol., no., pp.1097-1101, 10-13 Dec. 2013 doi: 10.1109/IEEM.2013.6962580
- Radford, L. (2009). Why do gestures matter? Sensuous cognition and the palpability of mathematical meanings. *Educational studies in mathematics*, 70(2), 111-126. <https://doi.org/10.1007/s10649-008-9127-3>
- Rarick, G. L. (1973). Motor Performance of Mentally Retarded Children. *Physical Activity*, 225–256. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-581550-5.50015-5>
- Rasmussen, C., Stephan, M., & Allen, K. (2004). Classroom mathematical practices and gesturing. *Journal of Mathematical Behavior*, 23, 301-323. doi:10.1016/j.jmathb.2004.06.003
- Reisi Dehkordi, S., Ismail, M., & Mat Diah, N. (2018). A Review of Kinect Computing Research in Education and Rehabilitation. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(3.15), 19. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i3.15.17399>
- Retalis, S., Korpa, T., Skaloumpakas, C., Boloudakis, M., Kourakli, M., Altanis, I., ... & Pervanidou, P. (2014, October). Empowering children with ADHD learning disabilities with the Kinems Kinect learning games. *European conference on games-based learning* (Vol. 2, p. 469). Academic Conferences International Limited.

- Rintala, P., & Loovis, E. M. (2013). Measuring motor skills in Finnish children with intellectual disabilities. *Perceptual and motor skills*, 116(1), 294–303. <https://doi.org/10.2466/25.10.PMS.116.1.294-303>
- Roth, W.-M. (2001). Gestures: Their role in teaching and learning. *Review of Educational Research*, 71(3), 365–392. <https://doi.org/10.3102/00346543071003365>
- Russell, B. ve Purcell, J. (2009). *Online research essentials: designing and implementing research studies*. United States of America: Jossey-Bass, A Wiley Imprint.
- Schalock, R.L.; Borthwick-Duffy, S.; Bradley, V.J.; Buntinx, W.H.E.; Coulter, D.L.; Craig, E.M.; Al., E. (2010). *Intellectual Disability: Definition, Classification and Systems of Supports*, 11th ed.; American Association on Intellectual and Developmental Disabilities: Washington, DC, USA.
- Sears, S. R., Kraus, S., Carlough, K., & Treat, E. (2011). Perceived benefits and doubts of participants in a weekly meditation study. *Mindfulness*, 2(3), 167-174.
- Shadiev, R., & Huang, Y. M. (2020). Investigating student attention, meditation, cognitive load, and satisfaction during lectures in a foreign language supported by speech-enabled language translation. *Computer Assisted Language Learning*, 33(3), 301-326.
- Shadish, W. R., Cook, T. D., & Campbell, D. T. (2002). *Experimental and quasi-experimental designs for generalized causal inference*. Boston: Houghton Mifflin.
- Shakroum, M., Wong, K. W., & Fung, C. C. (2018). The influence of gesture-based learning system (GBLS) on learning outcomes. *Computers & Education*, 117, 75-101.
- Shapiro, L., & Stolz, S. A. (2019). Embodied cognition and its significance for education. *Theory and Research in Education*, 17(1), 19 - 39. <https://doi.org/10.1177/1477878518822149>
- Sharma, S., Srivastava, S., Achary, K., Varkey, B., Heimonen, T., Hakulinen, J., . . . Rajput, N. (2016). Gesture-based interaction for individuals with developmental disabilities in India. *Proceedings of the 18th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility*. <https://doi.org/10.1145/2982142.2982166>
- Shree, A., & Shukla, P. C. (2016). Intellectual Disability: Definition, classification, causes and characteristics. *Learning Community-An International Journal of Educational and Social Development*, 7(1), 9. doi: 10.5958/2231-458X.2016.00002.6

- Singer, M. A., & Goldin-Meadow, S. (2005). Children Learn When Their Teacher's Gestures and Speech Differ. *Psychological Science*, 16(2), 85–89. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2005.00786.x>
- Skulmowski, A., & Rey, G. D. (2018). Embodied learning: introducing a taxonomy based on bodily engagement and task integration. *Cognitive research: principles and implications*, 3(1), 1-10.
- Smeenck, R. (t.y.). *Kinect FOV explorer*. <https://www.smeenck.com/webgl/kinectfovexplorer.html> sayfasından erişilmiştir.
- Stinson, B., & Arthur, D. (2013). A novel EEG for alpha brain state training, neurobiofeedback and behavior change. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, 19(3), 114–118. <https://doi.org/10.1016/j.ctcp.2013.03.003>
- Suarez, J., & Murphy, R. R. (2012, September). Hand gesture recognition with depth images: A review. *2012 IEEE RO-MAN: the 21st IEEE international symposium on robot and human interactive communication*. pp. 411-417, doi: 10.1109/ROMAN.2012.6343787.
- Sucuoğlu, B. (Ed.). (2015). *Zihin engelliler ve eğitimleri*. (5. Baskı). Ankara: Kök Yayıncılık
- Sutherland, I. E. (1964). Sketchpad a Man-Machine Graphical Communication System. *Simulation*, 2(5), R-3. <https://doi.org/10.1177/003754976400200514>
- T.C. Aile ve Sosyal Hizmetler Bakanlığı (2021). *Engelli ve yaşlı istatistik bülteni*. Engelli Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları. [https://www.aile.gov.tr/media/94906/eyhgm\\_istatistik\\_bulteni\\_ekim\\_2021.pdf](https://www.aile.gov.tr/media/94906/eyhgm_istatistik_bulteni_ekim_2021.pdf) sayfasından erişilmiştir.
- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2009). *Foundations of mixed methods research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences*. SAGE Publications, Inc. United States of America
- Tellier, M. (2009). The development of gesture. Retrieved 2022, from <https://hal.archives-ouvertes.fr/hl-00378850/document>
- Tölgyessy, M., Dekan, M., & Chovanec, L. (2021). Skeleton tracking accuracy and precision evaluation of Kinect V1, Kinect V2, and the azure kinect. *Applied Sciences*, 11(12), 5756.

- Töret, Z., & Özdemir, S. (2020). Jest Kullanımının Görme Yetersizliğinden Etkilenmiş ve Gören Yetişkinlerin Leksikal Ulaşım Sürecine Etkisinin Karşılaştırılması. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 1-23.
- Torra Moreno, M., Canals Sans, J., & Colomina Fosch, M. T. (2021). Behavioral and Cognitive Interventions with Digital Devices in Subjects with Intellectual Disability: A Systematic Review. *Frontiers in Psychiatry*, 12. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2021.647399>
- Valenzeno, L., Alibali MW., & Klatzky R. (2003) Teachers' gestures facilitate students' learning: A lesson in symmetry. *Contemporary Educational Psychology*. 28:187–204. doi: 10.1016/s0361-476x(02)00007-3.
- Vicari, S., Costanzo, F., & Menghini, D. (2016). Memory and learning in intellectual disability. *International review of research in developmental disabilities* (Vol. 50, pp. 119-148). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/bs.irrdd.2016.05.003>
- Vuijk, P. J., Hartman, E., Scherder, E., & Visscher, C. (2010). Motor performance of children with mild intellectual disability and borderline intellectual functioning. *Journal of Intellectual Disability Research*, 54(11), 955–965. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2010.01318.x>
- Wakefield, E., Novack, M. A., Congdon, E. L., Franconeri, S., & Goldin-Meadow, S. (2018). Gesture helps learners learn, but not merely by guiding their visual attention. *Developmental science*, 21(6), e12664.
- Williams, W. M., & Ayres, C. G. (2020). Can active video games improve physical activity in adolescents? A review of RCT. *International journal of environmental research and public health*, 17(2), 669.
- Wilson, R. A. & Foglia, K. (2017). Embodied Cognition. The Stanford Encyclopedia of Philosophy. Edward N. Zalta (ed.). <https://plato.stanford.edu/archives/spr2017/entries/embodied-cognition> sayfasından erişilmiştir.
- World Health Organization. (2007). *International classification of functioning, disability and health: ICF*. <http://www.who.int/classifications/icf/en/> sayfasından erişilmiştir.
- Wuang, Y. P., Wang, C. C., Huang, M. H., & Su, C. Y. (2008). Profiles and cognitive predictors of motor functions among early school-age children with mild intellectual

- disabilities. *Journal of Intellectual Disability Research*, 52(12), 1048–1060.  
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2788.2008.01096.x>
- Xu, X., & Ke, F. (2014). From psychomotor to ‘motorpsycho’: Learning through gestures with body sensory technologies. *Educational Technology Research and Development*, 62(6), 711-741. <https://doi.org/10.1007/s11423-014-9351-8>
- Yin, R. K. (2002). *Case study research: Design and methods*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Zhang, Z. (2012, Feb). Microsoft Kinect sensor and its effect. *IEEE MultiMedia*, vol. 19, no. 2, pp. 4-10, <https://doi.org/10.1109/MMUL.2012.24>
- Zhong, B., Su, S., Liu, X., & Zhan, Z. (2021). A literature review on the empirical studies of technology-based embodied learning. *Interactive Learning Environments*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1999274>

## **EKLER**



## EK 1. Uygulama İzni



T.C.  
AKSARAY VALİLİĞİ  
İl Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 85705372-44-E.5437150  
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı Çalışma

16/05/2016

### VALİLİK MAKAMINA

- İlgi:** a) Millî Eğitim Bakanlığı Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 07.03.2012 tarih ve 3616 sayılı 2012/13 Nolu Genelgesi.  
b) Gazi Üniversitesi Rektörlüğü Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünün 22.02.2016 tarihli ve 80287700-302.01-6208 sayılı yazısı.

İlgi (b) yazıda belirtildiği üzere ; Gazi Üniversitesi Rektörlüğü Eğitim Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Anabilim Dalı, Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitim Bilim Dalı doktora öğrencisi Mehmet ÖZKAYA, Doç.Dr. Sami ŞAHİN'in danışmanlığında yürüttüğü "**Zihinsel Engelliler İçin Hareket Algılama Temelli Teknolojiler İle Uyarlanabilir Gelişim İzleme Yazılımının Geliştirilmesi ve Etkililiğinin Değerlendirilmesi**" isimli tezi ile ilgili olarak Aksaray İlinde merkeze bağlı Özel Eğitim Uygulama Okulu, İlkokul ve Ortaokullarda uygulama yapmak istemektedir.

İlgi (a) genelgede "Araştırma önerisi ve veri toplama araçları Anayasa, Millî Eğitim Temel Kanunu ve Türk Millî Eğitiminin genel amaçlarına uygun olacak; millî ve manevi değerlere aykırı, kişilik haklarını ihlal eden; cinsiyet, din, dil, ırk gibi farklılıkları istismar eden, İnsan Hakları Evrensel Beyannamesi ve uluslar arası bağlayıcılığı olan diğer belgelerce suç kabul edilen hususları içeren, kişisel ve ailevi mahremiyeti ifşa eden soru, ifade, resim ve simgeler yer almayacaktır. Veri toplama araçlarında kişi, kurum ve kuruluşların reklâmını veya tanıtımını yapan ifade ve öğeler bulunmayacaktır." denilmektedir.

Bu nedenle; bilimsel ve eğitim amaçlı uygulama yapmak istediği belirtilen doktora öğrencisi Mehmet ÖZKAYA'nın, Doç.Dr. Sami ŞAHİN'in danışmanlığında yürüttüğü "**Zihinsel Engelliler İçin Hareket Algılama Temelli Teknolojiler İle Uyarlanabilir Gelişim İzleme Yazılımının Geliştirilmesi ve Etkililiğinin Değerlendirilmesi**" isimli tezi ile ilgili olarak Aksaray İlinde merkeze bağlı Özel Eğitim Uygulama Okulu, İlkokul ve Ortaokullarda uygulama yapma isteği ; ilgi (a) Genelge esasları dahilinde, eğitim-öğretim faaliyetlerini aksatmamak, rapor sonuçlarının birer örneğinin basılı ve dijital ortamda birer örneğini İl Millî Eğitim Müdürlüğümüze vermek ve sorumluluk okul müdürlerinde olmak koşuluyla Müdürlüğümüzce uygun görülmektedir.

Makamlarınızca da uygun görüldüğü takdirde, olurlarınıza arz ederim.

Hacı Ömer KARTAL  
İl Millî Eğitim Müdürü

OLUR  
16/05/2016  
Kubilay ANT  
Vali a.  
Vali Yardımcısı

ebilir.

## EK 2. Etik Onayı



T.C.  
AKSARAY ÜNİVERSİTESİ  
İnsan Araştırmaları Etik Kurulu

Sayı : 2016/17

02/05/2016

Konu : Başvurunuz hk.

Sayın : *Mehmet ÖZKAYA*

14.04.2016 tarih ve 2016/16 protokol sayılı “Zihinsel Engelliler İçin Hareket Algılama Temelli Teknolojiler İle Uyarlanabilir Bir Gelişim İzleme Yazılımının Geliştirilmesi ve Etkililiğinin Değerlendirilmesi” başlıklı araştırma ile ilgili başvurunuz Üniversitemiz İnsan Araştırmaları Etik Kurulu’nun 29.04.2016 tarihli toplantısında görüşülerek **uygun** bulunmuştur.

Bilgilerinizi rica ederim.

**Prof.Dr. M.Bahaüddin VAROL**  
Akşaray Üniversitesi  
İnsan Araştırmaları Etik Kurul Bşk.

Eki: Kurul karar örneği.

### EK 3. Kinect Sürümlerinin Sistem Gereksinimleri

| Gereksinim      | Sistem Birimi                 | Kinect v1                                                                           | Kinect v2                                                                       | Kinect v3 (Azure Kinect DK)                                                                                                                                                           |
|-----------------|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Donanımsal      | İşlemci                       | Dual-core<br>2.66-GHz                                                               | Dual-core 3.1<br>GHz                                                            | 7. Nesil Intel Core™ i3 işlemci<br>Dual Core 2.4 GHz<br>GPU HD620                                                                                                                     |
|                 | Hafıza                        | 2 GB RAM                                                                            | 4 GB RAM                                                                        | 4 GB RAM                                                                                                                                                                              |
|                 | Ekran Kartı                   | DirectX 11<br>Uyumlu                                                                | DirectX 11                                                                      | NVIDIA GEFORCE GTX 1070<br>veya daha iyi                                                                                                                                              |
|                 | USB                           | 2.0                                                                                 | 3.0                                                                             | 3.1                                                                                                                                                                                   |
| İşletim Sistemi | Windows,<br>Linux             | Windows 7<br>(8,8.1,10)<br>32-bit ve 64-<br>bit işlemci<br>mimaride<br>çalışabilir. | Windows 8<br>(8.1, 10)<br>64-bit<br>mimaride<br>çalışabilir.                    | Windows 10 (x64)<br><br>Linux Ubuntu 18.04 (x64)<br>OpenGLv4.4<br><br>OpenGL 4.4 7. Nesil Intel®<br>Core™ i5 İşlemci<br>(Quad Core 2.4 GHz)<br>4 GB Hafıza<br>NVIDIA GEFORCE GTX 1070 |
|                 |                               | Visual Studio<br>2010,<br>.NET<br>Framework 4,<br>Speech<br>Platform SDK<br>v11     | Visual Studio<br>2012,<br>.NET<br>Framework 4,<br>Speech<br>Platform SDK<br>v11 | Windows API (Win32)<br>C/C++ Windows.                                                                                                                                                 |
| Yazılım         | Yazılım<br>Geliştirme<br>Seti |                                                                                     |                                                                                 |                                                                                                                                                                                       |

#### **EK 4. Özgeçmiş**

##### **Mehmet ÖZKAYA**

Araştırmacı lisans eğitimini 2010 yılında Dokuz Eylül Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi bölümünde, yüksek lisans eğitimini 2013 yılında Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bilim Dalında tamamlamıştır. 2010-2011 Güz döneminde görevlendirme ile Dokuz Eylül Üniversitesinde öğretim görevlisi olarak çalışmıştır. 2011-2021 yılları arasında Aksaray Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümünde araştırma görevlisi olarak görev yapmıştır. Şu an Necmettin Erbakan Üniversitesi Uzaktan Eğitim Uygulama ve Araştırma Merkezinde öğretim görevlisi olarak çalışmaktadır. Çalışma alanları arasında açık ve uzaktan öğrenme, üç boyutlu sanal ortamlar, insan-bilgisayar etkileşimi ve özel eğitimde teknoloji kullanımı yer almaktadır.



*GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR...*