

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

LİSANS TEZİ

MYO KOL BANDI İLE JEST TABANLI BİR DOĞAL
ETKİLEŞİM ÖRNEĞİ

MUHAMMED TAHA METİN
BAHADIR IŞIK

KOCAELİ 2023
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ

BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ

ARAŞTIRMA PROBLEMLERİ

MYO KOL BANDI İLE JEST TABANLI BİR DOĞAL ETKİLEŞİM ÖRNEĞİ

MUHAMMED TAHA METİN

BAHADIR IŞIK

Doç. Dr. Pınar Onay Durdu
Danışman, Kocaeli Üniv.

.....

Prof. Dr. Ahmet Sayar
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.

.....

Arş. Gör. Kübra Erat
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniv.

.....

Tezin Savunulduğu Tarih: 11.01.2023

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Bu tez çalışması MYO kol bandı ile jest tabanlı bir doğal etkileşim örneği oluşturmak amacıyla gerçekleştirilmiştir.

Tez çalışmamda desteğini esirgemeyen, çalışmalarına yön veren, bana güvenen ve yüreklendiren danışmanım Pınar Onay Durdu hocama sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın tüm aşamalarında bilgi ve destekleriyle katkıda bulunan hocam Kübra Erat hocama teşekkür ediyorum.

Tez çalışmamda gösterdiği anlayış ve destek için sayın Pınar Onay Durdu ve Kübra Erat hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Hayatım boyunca bana güç veren en büyük destekçilerim, her aşamada sıkıntılarımı ve mutluluklarımı paylaşan sevgili aileme teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs – 2022

Muhammed Taha Metin

Bu dokümandaki tüm bilgiler, etik ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilip sunulmuştur. Ayrıca yine bu kurallar çerçevesinde kendime ait olmayan ve kendimin üretmediği ve başka kaynaklardan elde edilen bilgiler ve materyaller (text, resim, şekil, tablo vb.) gerekli şekilde referans edilmiş ve dokümanda belirtilmiştir.

Öğrenci No: 190201023

Adı Soyadı: Muhammed Taha Metin

İmza:.....

Öğrenci No: 190201049

Adı Soyadı: Bahadır Işık

İmza:.....

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ	iv
TABLolar DİZİNİ.....	v
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
GİRİŞ	1
1. AMAÇ VE HEDEF.....	2
2. LİTERATÜR TARAMASI	3
3. YÖNTEM	11
3.1. Yazılım ve Donanım Ürünleri	11
3.1.1. MYO Kol Bandı	11
3.1.2. Unity	12
3.2.MYO Kol Bandından Verilerin Alınması.....	12
3.3.Uygulama Tasarımı	13
3.3.1. Oyunun Kontrolleri.....	14
3.3.2. Oyunun Kuralları.....	14
3.3.3. Oyunun Arayüzü.....	14
4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	17
KAYNAKLAR.....	20
EKLER	23
ÖZGEÇMİŞ	27

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	MYO Kol Bandı	11
Şekil 3.2.	MYO Kol Bandının Ön Tanımlı Temel Hareketleri	12
Şekil 3.3.	MYO Kol Bandı ile Unity'nin İletişim Şeması.....	13
Şekil 3.4.	MYO Connect Program Arayüzü	13
Şekil 3.5.	Giriş Ekranı	15
Şekil 3.6.	Bölüm Seçme Ekranı	15
Şekil 3.7.	Oyun İçi Görsel 1	16
Şekil 3.8.	Oyun İçi Görsel 2	16

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 2.1	Literatür Araştırmalarını Karşılaştırma Tablosu.....	10
-----------	--	----

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

İHA	:	İnsansız hava aracı
EOG	:	Elektrokülogram
EMG	:	Elektromiyogram
EEG	:	Elektroensefalogram
EKG	:	Elektrokardiyogram
IMU	:	Inertial Measurement Unit
SDK	:	Software Development Kit
OTD	:	Oyun Tasarım Dokümanı

MYO KOL BANDI İLE JEST TABANLI BİR DOĞAL ETKİLEŞİM ÖRNEĞİ

ÖZET

Teknolojinin gelişmesiyle bilgisayar ve insan etkileşim yöntemleri de gelişmiş ve değişmiştir. Klavye, fare gibi geleneksel girdi araçları yerine doğal insan bilgisayar etkileşimini sağlayan giyilebilir teknoloji araçları geliştirilmiştir. Bu kapsamda geliştirilen teknolojilerden biri de kaslardan gelen biyosinyalleri algılayan ve kontrol etme imkânı sağlayan MYO kol bandıdır.

Bu projede MYO kol bandı kullanılarak, kullanıcının el ve kol hareketlerinin algılanmasıyla doğal bir etkileşim sağlanarak bir bilgisayar oyunu oynanması amaçlanmıştır. 3 boyutlu tasarlanacak oyunda bir İHA'nın belirli bir sürede, belirlenen kurallara göre parkuru tamamlaması gerekmektedir. Bu amaç doğrultusunda MYO kol bandı, Unity ve bu ikisi arasındaki entegrasyonu sağlayacak SDK kullanılmıştır. Oyunda etkileşim için MYO kol bandında ön tanımlı olan temel hareketler kullanılmıştır. Geliştirilecek bilgisayar oyununda bir İHA'nın kontrol edilmesini sağlayacak komutların MYO kol bandından alınarak bilgisayara aktarılması sağlanmıştır. Bu sayede klavye ve fare gibi geleneksel girdi cihazları dışında giyilebilir bir girdi aracı olarak MYO kol bandının doğal bir etkileşim sağlama potansiyeli değerlendirilmiştir.

Anahtar kelimeler: MYO kol bandı, Unity, İHA, İnsan-Bilgisayar Etkileşimi, Giyilebilir Teknoloji

AN EXAMPLE OF GEST-BASED NATURAL INTERACTION WITH MYO ARMBAND

ABSTRACT

With the development of technology, computer and human interaction methods have also evolved and changed. Instead of traditional input devices such as keyboards and mice, wearable technology tools that enable natural human-computer interaction have been developed. One of these technologies developed in this context is the MYO armband, which detects and controls biosignals from muscles.

In this project, it is aimed to play a computer game by providing a natural interaction with the detection of the user's hand and arm movements using the MYO armband. In the 3D designed game, a UAV must complete the course within a certain time, according to the specified rules. For this purpose, the MYO armband, Unity, and the SDK that provides integration between the two have been used. Basic movements predefined in the MYO armband have been used for interaction in the game. In the computer game to be developed, the commands that will control a UAV have been transferred from the MYO armband to the computer. In this way, the potential of the MYO armband as a wearable input device providing natural interaction has been evaluated, apart from traditional input devices such as keyboards and mice.

Keywords: MYO armband, Unity, Drone, Human-Computer Interaction, Wearable Technology

GİRİŞ

Günümüzde bilgisayar teknolojilerinin insan bilgisayar etkileşimi alanındaki gelişmeler hızla artmakta bu da geleneksel etkileşim yöntemlerine ek olarak doğal etkileşim araçlarının geliştirilmesine yol açmaktadır. Bu gelişmeler sonucunda tıp, askeri, sağlık ve endüstri alanları başta olmak üzere birçok alanda giyilebilir teknolojilerin kullanılmaya başlanmıştır. Biyosinyallere dayalı bu giyilebilir teknolojilerde başlıca Elektrokülogram (EOG), Elektroensefalogram (EEG), Elektrokardiyogram (EKG) ve Elektromiyogram (EMG) sinyalleri kullanılmaktadır. MYO kol bandı, kullanıcının koluna takılan ve EMG (Elektromiyogram) sinyallerini algılayarak kullanıcının el ve kol hareketlerini takip eden giyilebilir bir teknolojidir. Bu cihaz kullanıcının hareketlerini kontrol sinyallerine dönüştürür ve bu şekilde etkileşim sağlar.

Geleneksel girdi cihazları, klavye ve fare gibi fiziksel araçlarla kullanıcıların bilgisayarlar ve diğer cihazlarla etkileşime girmesini sağlar. Modern girdi cihazları ise, dokunmatik ekranlar, hareket sensörleri ve giyilebilir teknolojiler gibi daha doğal ve sezgisel etkileşim yöntemleri sunar. Geleneksel girdi cihazları genellikle daha düşük öğrenme eğrisine sahipken, modern girdi cihazları kullanıcı deneyimini zenginleştirir ve daha geniş uygulama alanları sunar.

Geleneksel girdi cihazlarıyla oynanan oyunlar, genellikle düğme ve hareket kombinasyonlarına dayalıdır. Modern girdi cihazlarıyla oynanan oyunlar ise, kullanıcıların doğal hareketlerini ve jestlerini kullanarak daha sezgisel ve gerçekçi etkileşimler sağlar. Bu tür oyunlar, özellikle sanal gerçeklik ve artırılmış gerçeklik uygulamalarında popülerdir ve kullanıcıların deneyimini daha da zenginleştirir.

Bu proje kapsamında geleneksel etkileşim araçları yerine doğal insan bilgisayar etkileşimi sağlama potansiyeli olan MYO kol bandının bir bilgisayar oyunu kapsamında kullanımı gerçekleştirilmiştir. Bu sayede klavye ve fare gibi geleneksel girdi cihazları dışında giyilebilir bir girdi aracı olarak MYO'nun doğal bir etkileşim sağlama potansiyeli değerlendirilmiştir.

1. AMAÇ VE HEDEF

Günümüzde birçok oyun klavye, fare ve joystick gibi birden fazla girdi aracı ile kontrol edilmektedir. Bu çalışmada ise MYO kol bandı ile birden fazla girdi cihazının işlevi tek bir noktadan kontrol edilerek ve daha az uzuv kullanılarak bir oyun kontrol edilmiştir.

Bu sayede engelli bireylerin bu tarz oyunları ve uygulamaları kullanabilmesi için imkân sağlanması, bununla birlikte jest tabanlı kontrol sistemine sahip oyunlar el ve bilek rehabilitasyonunda kullanıldığı için geliştirilecek oyunun el ve bilek rehabilitasyonunda da faydalı olması amaçlanmıştır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

Doğal etkileşim teknolojilerinden biri olan MYO kol bandı Thalmic Labs şirketi tarafından geliştirmiştir. MYO kol bandı üzerinde 8 adet EMG ve 9 eksenli IMU (Inertial Measurement Unit) sensörü, dokunsal geri bildirimi ve bluetooth bağlantısı bulunmaktadır. MYO kol bandında bu EMG sensörleri sayesinde kaslarda oluşan elektriksel ölçülmekte ve kullanıcının kas hareketleri algılanmaktadır. Bu kapsamda MYO kol bandı sağlıklı bireylerde oyun ve uygulamaların kontrolünde [1], İHA kontrolünde, sunum yaparken, müzik uygulamalarını yönetirken [2, 3] hayatlarını kolaylaştırırken ampute bireylerde de kısıtlı olan hareket kabiliyetlerini arttırmakta [4, 5] ya da fizyoterapik sağlık hizmetleri [6,7] alanında önemli rol oynamaktadır.

Unity bilgisayar, mobil, konsol cihazlar için oyun ve simülasyon oluşturmak amacıyla kullanılan bir oyun motorudur. Unity ve MYO kol bandı entegrasyonunu sağlanarak çeşitli çalışmalar yapılmıştır. Örneğin, Filipinler'deki orta okullarda Fizik dersi eğitiminin eksikliğinden dolayı 2017 yılında MYO kol bandı ve Unity kullanılarak MYO Ball adlı bir oyun geliştirilmiştir. Bu uygulama kapsamında Fizik dersinin bir konusu olan fiziksel hareketlerin anlaşılması için oyun tabanlı bir öğrenme sistemi yapılması amaçlanmıştır. MYO Ball top hareketlerini simüle edilmiş ve kullanıcının el hareketleriyle sanal topu kontrol etmesini sağlamıştır. Yazılımın control edilebilirliği, fonksiyonu ve kullanılabilirliği lise öğrencileri ile test edilmiş ve öğretim için kullanılmaya elverişli olduğu sonucuna varılmıştır [8].

2016 yılında yapılan inme yaşayan insanların parmak kaslarının tedavisinin izlenmesi için MYO kol bandı ve Unity kullanılarak yapılan bir uygulamada LOVETT skalası kullanılarak inme sonrası hastaların ellerinin kas gücü belirlenmeye çalışılmıştır. MYO kol bandı ile hastanın ön kolunun kas gücü ve hareketleri ölçülmüştür. Bu ölçüm işlemi Unity3D'de sanal bir kolun kol bandı ile kontrol edilmesi sağlanmıştır. Bu sistemde kol hareketlerini bir doktor uzaktan takip edilmiştir [9].

MYO kol bandı ile motor becerileri zayıf olan çocukların motor becerilerini geliştirmesi için yapılan çalışmalar da bulunmaktadır. Bu çalışmalardan birinde MYO kol bandı ile bir bulmaca oyunu oynanmıştır. Bu oyun 5-15 yaş arası uzuv uçlarında engeli olan katılımcılar ile test edilmiştir. Katılımcılar, oyunu oynamakta fiziksel anlamda zorluk çekmediği için daha çok motive olmuşlardır. Çalışma sonucunda uzun vadede oyunların, hastaları rehabilite etmek için motivasyon sağlayacağı sonucuna varılmıştır [10].

Bu çalışma kapsamında Unity oyun motoru ve MYO kol bandı kullanılarak doğal etkileşim aracı ile kontrol edilebilen bir oyun geliştirilmesi amaçlanmaktadır. Böylece geleneksel girdi araçları dışında bir girdi aracı ile insan bilgisayar etkileşimli bir oyun tasarlanmış olacaktır.

Bu araştırma el kriketi oyunundaki el hareketlerini algılamanın az maliyetli ve sensör tabanlı bir yolunu bulmaya odaklanmıştır. El kriketi oyunu güney Asya'da popüler olan ve genellikle iki kişi arasında el hareketleri ile oynanan bir oyundur. Araştırmada iki oyuncuya MYO kol bandı takılmış ve oyun oynanırken MYO kol bandı yardımıyla kas sinyalleri kaydedilmiştir. Elde edilen verilere makine öğrenmesi teknikleri uygulanarak 5 farklı el hareketini tanıması sağlanmıştır. İki veri grubunda da destek vektör makinesi adlı makine öğrenimi en yüksek başarıyı elde etmiştir. El hareketlerini tanımlama başarısı sırasıyla %92 ve %84'tür. Oyun 2 bilgisayar ve bilgisayarlarda açık olan MATLAB programları sayesinde gerçek zamanlı olarak oynanmaktadır. 2 bilgisayar kullanılmasının sebebi bir bilgisayar ile aynı anda iki el hareketinin tanımlanmasının çok uzun sürmesidir. Oyun oynanırken el hareketleri ve oyuncuların skorları ekranda gösterilmektedir. Bu sayede en yüksek skora sahip oyuncu kazanan olarak belirlenebilmektedir. Araştırma yapılırken 2 ana zorlukla karşılaşmıştır. İlk veri toplarken verinin istenen aralıkta olmamasıdır. İkincisi ise hangi öznelik çıkarma metodunun kullanılacağıdır [11].

MYO kol bandı el hareketleri ile bilgisayar ve telefon gibi cihazların kullanılmasını sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. Ama geliştiricilerin talimatlarına uyarak senkronize edilse bile el hareketlerinin tanımlamada başarısız olabiliyor. Bu çalışma karar ağacı tekniği kullanarak ve 8 EMG sensörünün hepsinden veri alarak el hareketlerini algılamanın farklı bir yolunu sunmayı amaçlamaktadır. MYO kol bandı

eğitimini test etmek için taş kağıt makas oyunu kullanılmıştır. Deney sonucunda, önerilen teknik ile yaklaşık %78 doğruluk oranında el hareketi algılama algoritması elde edilmiştir. Karar ağacı algoritmasının sadece hata kabul edilebilen projelerde MYO kol bandı ile el hareketlerini tanımlamakta kullanılmasının uygun olduğu sonucuna varılmıştır[12].

Bu alışmada MYO kol bandı kullanılarak büyük miktarda EMG verisi toplanılması ve bu veriler ışığında tıbbi anormalliklerin ve el hareketlerinin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. MYO kol bandı kullanımında doktorların tecrübesinin kullanıcı memnuniyeti üzerindeki etkisi etkinlik, yeterlilik ve memnuniyet yönünden incelenecektir. Bu incelemeler görev tamamlama, hata sayısı, görev süresi ve memnuniyet skoru üzerinden sistem kullanılabilirlik anketi ile yapılacaktır. Ankete 24 tıp ğrencisi katılacaktır. Bu anket fizyoterapi doktorları ve hastaları için MYO kol bandı kullanımında ana esasları belirlemede yardımcı olacaktır. Ergonomik (insan faktörü) sorunlara yönelik başka bir anket ile de sosyal kabul edilebilirlik, kullanım kolaylığı, kullanmayı öğrenme kolaylığı ve rahatlığıyla ilgili konular aydınlatılmaya çalışılacaktır. Bu çalışmanın sonuçları interaktif fizyoterapi analizinin evde hastalar tarafından yapılmasını mümkün kılmaya çalışan araştırmalara yardım edebilir[6].

Bu alışmada MYO kol bandı ile bir masa üstü uygulaması kontrol edilerek hastanın elindeki ve n kolundaki kasların gücünün ölçülmesi amaçlanmıştır. Eldeki ve n koldaki kasların gücü LOVETT derecelendirmesi ile tespit edilecektir. LOVETT derecelendirmesi hastalarda özellikle fel sonrası eldeki kasların gücünü ölçmeye yarayan bir parametredir. MYO kol bandından gelen veriler ile Unity 3D ile yapılmış bir sanal kol kontrol edilmektedir. Bu sanal kol MYO kol bandının sensörleri sayesinde hareket ettiği için doktor hastasının hareketlerini uzaktan görüntüleyebilir. Bu araştırma MYO kol bandı ve Unity 3D kullanılarak taşınabilir bir el rehabilitasyonu sistemi yapılabilceğini göstermektedir[9].

Jest tanıma sağlık ve mühendislik alanında çokça kullanılmaktadır. Jest tanıma problemi herhangi bir anda yapılan jesti tanımlamaktan oluşur. Bu çalışmada gerçek zamanlı jest tanıma için yeni bir model önerilmektedir. Bu model n kola yerleştirilen MYO kol bandı ile ölçülen yüzey elektromiyografisini kullanarak jest tanımaktadır. Önerilen model en yakın komşu ve dinamik zaman atlama algoritmaları temel alınarak

oluşturulmuştur. Bu model herhangi bir jesti tanımayı öğrenebilmektedir. Bu modelin performansını değerlendirmek için MYO kol bandında ön tanımlı olan 5 jesti öğrettik ve tanımlama başarısını ölçüp tescilli MYO kol bandı sistemi ile karşılaştırdık. Geliştirilen modelin (%86 tanımlama başarısı) MYO sisteminden (%83 tanımlama başarısı) daha başarılı olduğu sonucuna varılmıştır[13]. Bu yöntem ile ön tanımlı olmayan jestlerin yüksek tanımlama başarısı ile tanımlanması mümkün kılınmıştır.

Uzaktan kumandalı robot sistemleri birçok alanda insanlara işlerinde yardım etmektedir. Ama uzaktan kumandalı sistemlerin performansı insan operatörlerin motor fonksiyonlarından çokça etkilenmektedir. Bu araştırmada operatörlerin kasıtsız davranışlarından kaynaklanan yanlış kullanımları azaltmak için Leap Motion ve MYO kol bandı kullanılarak geliştirilmiş bir uzaktan kumanda tasarımı önerilmiştir. Önerilen metodu kullanarak insan operatör ve endüstriyel robot kol arasında gerçek zamanlı bir etkileşim sağlanabilir. Ayrıca önerilen metot istenmeyen kol titremelerinin sebep olduğu yanlış kullanımları önleyebilmektedir. Deneysel sonuçlar kumanda ile çalışan bir robot sistemi için yöntemin etkinliğini göstermiştir[14].

Jest tanımlama sistemleri el tarafından yapılan hareketleri tanımlamaktadır. Bu çalışma Türkçe işaret dilindeki rakamları MYO kol bandı kullanarak sınıflandırmayı ve tanımlamayı amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda makine öğrenimi teknikleri kullanılmıştır. Kayan pencere yaklaşımı ile EMG sinyallerinden 7 farklı öznelik çıkarılmıştır. Sonrasında karmaşıklığı azaltmak için temel bileşen analizi ile matrisin boyutu azaltılmıştır. Çalışmada en yakın komşu, destek vektör makinesi ve yapay sinir ağı kullanılmıştır. Sonuçlar en yüksek tanımlama başarısının (0.87 F skoru) elde edildiği yönündedir[15].

Bu çalışma engellilerin mümkün olduğu kadar normal yaşayabilmesi için MYO kol bandı ile el kontrolcüsü yapmayı amaçlamaktadır. Önerilen cihaz jestleri MYO kol bandının üzerindeki EMG sensörlerinden algılamaktadır ve mekanik elin kontrolünde kullanılmaktadır. Mekanik el Arduino ile kontrol edilmektedir. El ve parmak modelleri 3 boyutlu yazıcı ile tasarlanmıştır. MYO kol bandı ile yumruk ve parmak hareketleri yapılması hedeflenmektedir. Sonuçlar bu modelin belirli şartlar altında çalışabileceğini ve engelli insanlara yardımcı olabileceğini göstermektedir. İleriki

adımlarda modelin performansının artırılması için test verileri değerlendirilecek ve modifikasyonlar yapılacaktır[16].

2015 yılında MYO kol bandı ve Unity 3D kullanılarak bir oyun yapılmıştır. Oyunda MYO kol bandı ile yaptığımız hareketlerin aynısını yapan Unity 3D içinde bulunan sanal bir kol vardır. MYO kol bandı, yapılan hareketlerin elektriksel sinyallerini algılayarak Unity içindeki sanal kolu hareket ettirmemize olanak tanımaktadır. Bu çalışma daha çok rehabilitasyon ve sağlık amaçlı kullanılsa da MYO kol bandının nasıl çalıştığını da incelemektedir. Çalışmada MYO kol bandının temel hareketleri kullanılmaktadır. Bu hareketler yumruk, içeri salla, dışarı salla, parmak açma ve çift dokunuştur. MYO kol bandı kullanılmasının sebebi diğer hareket sistemlerinin hala kamera kullanmasıdır. Zayıf ışık, mesafe ve basit engeller nedeniyle ortaya çıkabilecek sorunları MYO kol bandı ortadan kaldırır ve rahat bir kullanım sunar[17].

1998 ve 2004 yılında şeytan taşlama sırasında bazı kazalar meydana gelmiştir. Bu sebeple böyle kazaları en aza indirmek ve önlemek için 2019 yılında yapılan bir çalışmada MYO kol bandı ve Unity 3D kullanılarak şeytan taşlama simüle edilmiştir. Bu simülasyonda şeytan taşlama ve fırlatma konusunda hacıların bilgilendirilmesi amaçlanmaktadır. Simülasyon Unity içinde gerçeği yansıtmaları açısından modellenmiş ve yine gerçekçi olması açısından yapay zeka kullanılmıştır. Yapay zeka NavMesh ve Navigation Mesh sistemlerini kullanmıştır. NavMesh Unity içinde bulunan yol bulma yapay zekasıdır ve A* algoritmasını kullanmaktadır. Kamera birinci şahıs kamerası olarak kullanılmıştır. Taş atmayı doğru bir şekilde simüle etmek için ilk başta elin boş olup olmadığına bakılmaktadır. Bunun anlaşılması için de jiroskop kullanılmaktadır. Sonrasında ise taş atımı yapılır ve taşın hareketi için de matematiksel modeller kullanılır. Oyun içinde kullanıcının doğru bir şekilde ilerlemesi için oyunda çeşitli yönlendiriciler mevcuttur. Yapay zeka da bu ritüele kullanıcı ile birlikte katılır ve simülasyonu daha gerçekçi bir hale getirir[18].

2015 yılında yapılan bir çalışmada ise Leap Motion ve MYO kol bandı kullanılarak hem parmak hareketlerini hem de kol hareketlerini algılayan ve bu iki sensörden gelen verileri birleştiren bir çalışma yapılmıştır. Bu veriler birleştirilerek gerçek zamanlı 3D bir simülasyon gerçekleştirilmiştir. Bu kombinasyonun amacı tek başlarına kullanıldıklarında ortaya çıkan sınırlamaların üstesinden gelmek ve performansı

iyileştirmektedir. Bu kombinasyonu sağlamak için Kalman filtresi kullanılmaktadır. Kalman filtresi bir tahmin algoritması olarak tanımlanmaktadır. Mevcut duruma ve önceki duruma bakarak gelecekteki durumu özyinelemeli olarak tahmin etmeye çalışmaktadır. Bu tahmin mevcut duruma ve mevcut durumu etkilemeye çalışan herhangi bir değişkene bağlıdır. Bu hesaplamalardan sonra yapılan hareketler Unity içindeki modelde aynen yapılmaya çalışılmaktadır[19].

2020 yılında ise MYO elektrik protezin kullanılmasını öğreten bir oyun yapılmıştır. Geleneksel rehabilitasyon yöntemlerinin sorunlarından biri protez cihazın fazla reddedilme oranına sahip hastalar için motivasyon eksikliğine sebep olmasıdır. Bu oyun müzik tabanlı bir uygulamadır. MYO kol bandı ve Unity 3D kullanılmıştır. MYO kol bandının 5 temel hareketi tanımlanmıştır. Tasarlanan oyun dairelere, kaydırıcılara ve döndürücülere tıklanıldığı ve müzik ritmi ile oynanan, Osu adlı oyuna benzer bir oyundur. Kullanılan 5 temel hareket 5 farklı meyveye denk gelmektedir. Amaç müziğin ritmine göre zamanlanmış hareketleri doğru bir şekilde gerçekleştirmesidir. Ne kadar iyi zamanlamayla hareket doğru yapılırsa o kadar çok puan alınmaktadır. Bu şekilde protez kullanımı eğlenceli hale getirilmeye amaçlanmıştır. SUS anketinde başarı oranı 69,64 olarak elde edilmiştir[20].

2017 yılında Filipinler'de MYO kol bandı ve Unity 3D kullanılarak MYO Ball adlı bir oyun yapılmıştır. Bu oyunun yapılma amacı okullardaki teknoloji yetersizliği sebebiyle bazı derslerin yeterli şekilde anlatılamamasıdır. MYO Ball kullanıcının el hareketlerini algılayarak sanal bir topu kullanmasına olanak tanıyarak mermi hareketini simüle etmesini sağlar. Simülasyonda topu kapmak, topu fırlatmak ve topu geri çağırmak gibi eylemler vardır. Oyunda yer alan serbest mod son atışı tekrarlar ve bu atışın ilk hız, ilk yükseklik, fırlatma açısı, son hızı ve menzili gibi çeşitli özelliklerini gösterir. Oyunda iki farklı kamera vardır. Oyunun daha gerçekçi olması açısından birinci şahıs kamera ve fırlatıştan sonra topu takip eden ikinci bir kamera mevcuttur. Oyun zorluklarına göre 4 farklı bölüm barındırır. Oyunda MYO kol bandı ve Unity 3D'nin yanında bunların entegrasyonu için MYO SDK ve modellerin yapımı için blender kullanılmıştır. Bu şekilde de öğrenmenin daha eğlenceli ve daha kapsamlı hale getirilmesi amaçlanmıştır. Yapılan anketler sonucunda oyunun kullanılabilirlik, işlevsellik ve öğreticilik gibi yönlerinden çok olumlu sonuçlar alındığı gözlemlenmiştir[8].

2018 yılında MYO kol bandı kullanılarak bir müzik uygulaması gerçekleştirilmiştir. Diğer giyilebilir teknolojilerde ekran zorunluluğu olduğundan kullanıcı cihaza cebinden veya çantasından erişmek zorundadır. Aynı zaman bu daha fazla pil ömrünü harcayacaktır. Bu gibi problemlerin önüne geçmek için jest tabanlı MYO kol bandı kullanılmaktadır. Müzik uygulamasını kontrol etmek için üç hareket tanımlanmıştır. Bunlardan çift tıklama oynatma/duraklatma geçişini uygular, içeri salla önceki dosyaya geçmek ve şarkıyı 5 saniye geri sarmak için uygulanır, dışarı salla sonraki dosyaya geçmek ve şarkıyı 5 saniye ileri sarmak için kullanılmaktadır. Uygulama bisiklet sürerken test edilmiştir. Test sonuçlarında kullanıcıların uygulamayı kullanmak için daha az dikkat gerektirdiği ve aynı şekilde şarkıyı değiştirmek için durmak veya yavaşlamak gerektirmediği ortaya çıkmıştır[3].

2020 yılında MYO kol bandı ve Unity 3D kullanılarak nörorehabilitasyon hastaları için tedavi amaçlı bir oyun yapılmıştır. Bu oyunda kuvvet, dayanıklılık, el-göz koordinasyonu, yürüme ve denge gibi çeşitli nörolojik durumlar için tedavi niteliğinde birbirinden farklı mini oyunlar oluşturulmuştur. Bunlar arasında el-göz koordinasyonu için deliklere top sokma oyunu, denge ve el-göz koordinasyonu için teneke vurma oyunu, yürüme ve denge için engeller barındıran bir parkta yürüme oyunu, kasların çalıştırılması, denge ve koordinasyon için boks oyunu gibi çeşitleri mevcuttur. Bu oyunlar kolay, orta ve zor şeklinde sınıflandırılmıştır. Yapılan testler sonucunda da katılımcıların çeşitli oyunlar için gösterdikleri başarılar grafik üzerinde gösterilmiştir[21].

ARAŞTIRMALAR	REHABİLİTASYON	MEKANİK KONTROL	ÖĞRETİCİ	OYUN	UNITY	MAKİNE ÖĞRENMESİ	LEAP MOTİON	E
El Kriketi Oyunu-[11]	●	●	●	●	●	●	●	
Taş-Kağıt-Makas-[12]	●	●	●	●	●	●	●	
Jest Tanıma-[6]	●	●	●	●	●	●	●	
LOVETT-[9]	●	●	●	●	●	●	●	
Jest Tanıma-[13]	●	●	●	●	●	●	●	
Robot Kol-[14]	●	●	●	●	●	●	●	
İşaret Dili Rakamları-[15]	●	●	●	●	●	●	●	
Mekanik El-[16]	●	●	●	●	●	●	●	
Sanal Kol Rehabilitasyon-[17]	●	●	●	●	●	●	●	
Şeytan Taşlama-[18]	●	●	●	●	●	●	●	
Leap Motion ve MYO-[19]	●	●	●	●	●	●	●	
Elektrik Protez-[20]	●	●	●	●	●	●	●	
MYO Ball-[8]	●	●	●	●	●	●	●	
Müzik Uygulaması-[3]	●	●	●	●	●	●	●	
Nörorehabilitasyon-[21]	●	●	●	●	●	●	●	

Tablo 2.1 Literatür Araştırmalarını Karşılaştırma Tablosu

3. Yöntem

Bu uygulama kapsamında Unity kullanılarak bir oyun tasarlanacak ve oyundaki komutlar için etkileşim mekanizması olarak da MYO kol bandı kullanılacaktır. Böylece bir bilgisayar oyunu ve MYO kol bandı arasındaki entegrasyon sağlanarak geleneksel girdi araçları dışında bir girdi aracı kullanılması ile daha doğal bir insan bilgisayar etkileşimi sağlanacaktır.

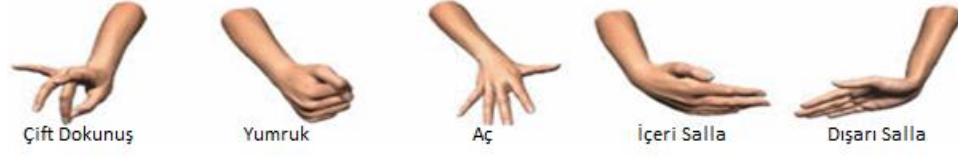
3.1 Yazılım ve Donanım Ürünleri

3.1.1 MYO Kol Bandı

Bu projede geleneksel girdi araçlarından farklı olarak, doğal insan bilgisayar etkileşiminin sağlanması ve daha gerçekçi bir deneyim için MYO kol bandı kullanılacaktır. Thalmic Labs firması tarafından geliştirilmiş olan Şekil 3.1’de görülen MYO kol bandı dirseğin altına takılan giyilebilir bir cihazdır. Bu kol bandı el ve kol hareketlerini tanımaya yarayan 8 EMG sensöründen ve algılayama yarayan 9 eksenli Atalet Ölçüm Birimi’nden oluşmaktadır [22]. MYO kol bandının çevresi 19 – 34 cm arasında değişmekte ve ağırlığı yaklaşık 93 gramdır. MYO kol bandının Şekil 3.2’de görülen ön tanımlı 5 temel hareketi vardır. Bunlar; içeri salla, dışarı salla, aç, yumruk ve çift dokunuştur [13].



Şekil 3.1 MYO Kol Bandı [13]



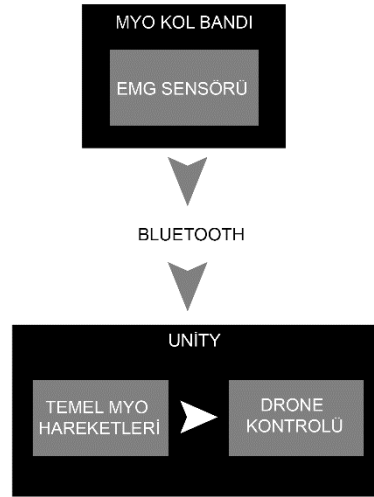
Şekil 3.2 MYO Kol Bandının Ön Tanımlı Temel Hareketleri [13]

3.1.2 Unity

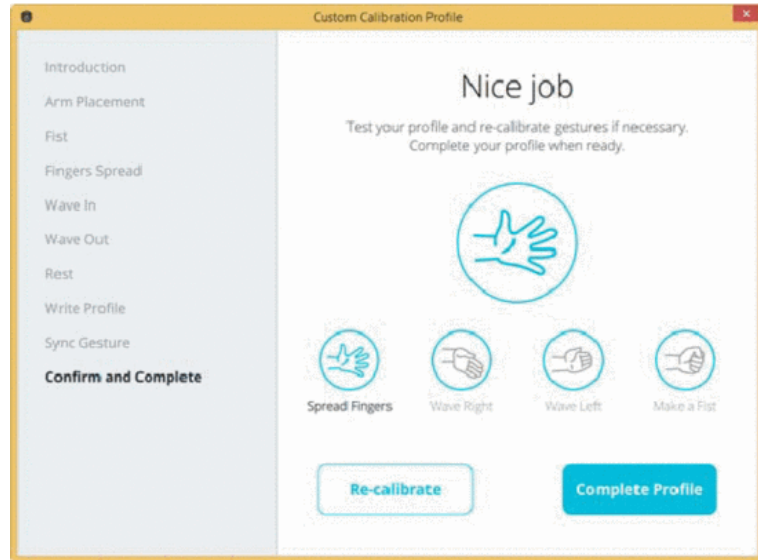
Çalışma kapsamında geliştirilecek olan bilgisayar oyunu için Unity geliştirme ortamı kullanılacaktır. Unity Technologies tarafından geliştirilen Unity mimarlık, sanat, animasyon, film, eğitim gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Çapraz platform özelliğinin olması ve bu özellik sayesinde aynı kodu kullanarak farklı bir işletim sisteminde uygulama çalıştırılabilir olmasından dolayı oldukça popüler bir oyun motorudur. Unity’de, program geliştirme için yazılım geliştiriciler yaygın olarak Unity Javascript, C# ve Boo kullanmaktadır[23]. Ayrıca Unity içinde fizik motoru, shader yazılımı ve animasyon editörü gibi özellikler barındırmaktadır. Bu çalışma kapsamında Unity’nin fizik motoru ve MYO kol bandından gelen veriler entegre edilecektir. MYO kol bandından gelen veriler Unity içerisinde yazılan C# kodlarıyla anlamlandırılıp oyundaki kullanıcı komutları için kullanılacaktır. Gerçekçi bir ortam oluşturulması için oyun 3 boyutlu olarak tasarlanacaktır.

3.2. MYO Kol Bandından Verilerin Alınması

MYO kol bandı, kol kaslarında oluşan EMG sinyallerindeki değişimi algılamaktadır. MYO kol bandında ön tanımlı temel hareketlere ait veriler, Şekil 3.3’te görüldüğü gibi Bluetooth aracılığıyla bağlandığı Unity programına iletilmektedir [14]. EMG sensöründen alınan bu verilerin ön tanımlı hareketler ile konfigürasyonu ise Şekil 3.4’teki MYO Connect uygulaması aracılığıyla gerçekleştirilmektedir [15].



Şekil 3.3 MYO Kol Bandı ile Unity'nin İletişim Şeması



Şekil 3.4 MYO Connect Program Arayüzü [16]

3.3 Uygulama Tasarımı

Oyun tasarım dokümanı (OTD) oyunlar geliştirilmeden önce oyunun sahip olacağı özellikleri ve genel akışını belirlemeye yardımcı olmaktadır. OTD hazırlanmadan ya da kötü hazırlanarak oyun geliştirmeye başlanması durumunda geliştiricilerin oyunu farklı anlaması veya anlayamaması durumları oluşmaktadır. Bunların önlenmesi ve projenin kapsamının ve gidişatının anlaşılır olması için OTD düzgün bir şekilde oluşturulmalıdır [24]. Bu çalışmada da öncelikle OTD hazırlanacaktır.

OTD göre geliştirilecek olan oyunda bir İHA'nın en kısa sürede belirlenen duraklara uğrayarak bitiş çizgisine ulaştırılması hedeflenmektedir. Oyunla kullanıcının etkileşimini arttırmak ve MYO kol bandının daha efektif kullanılmasını sağlamak için süre takibi ve tasarımında çeşitli engeller (nesneler ve figürler) eklenmesi planlanmaktadır.

3.3.1 Oyunun Kontrolleri

İHA'nın yönünü belirlemek için MYO kol bandındaki yön sensörleri kullanılacaktır. Sağa ya da sola yönelme için sağa ya da sola bilek bükme hareketi uygulanacaktır. İHA'nın pervane hızını düşürüp alçalması yumruk hareketi ile pervane hızını arttırıp yükselmesi ise el açma hareketi ile gerçekleştirilecektir. İleriye yönelme için çift dokunuş hareketi uygulanacaktır.

3.3.2 Oyunun Kuralları

Belirtilen manevralar ile belirlenen süre içerisinde ve engellere çarpmadan parkuru tamamlayan oyuncu başarılı olacaktır. Bölüm tamamlandığında sonraki bölüme geçilecektir. Her bölümde farklı bir çevre tasarımı olacaktır ve farklı rotalar izlenecektir.

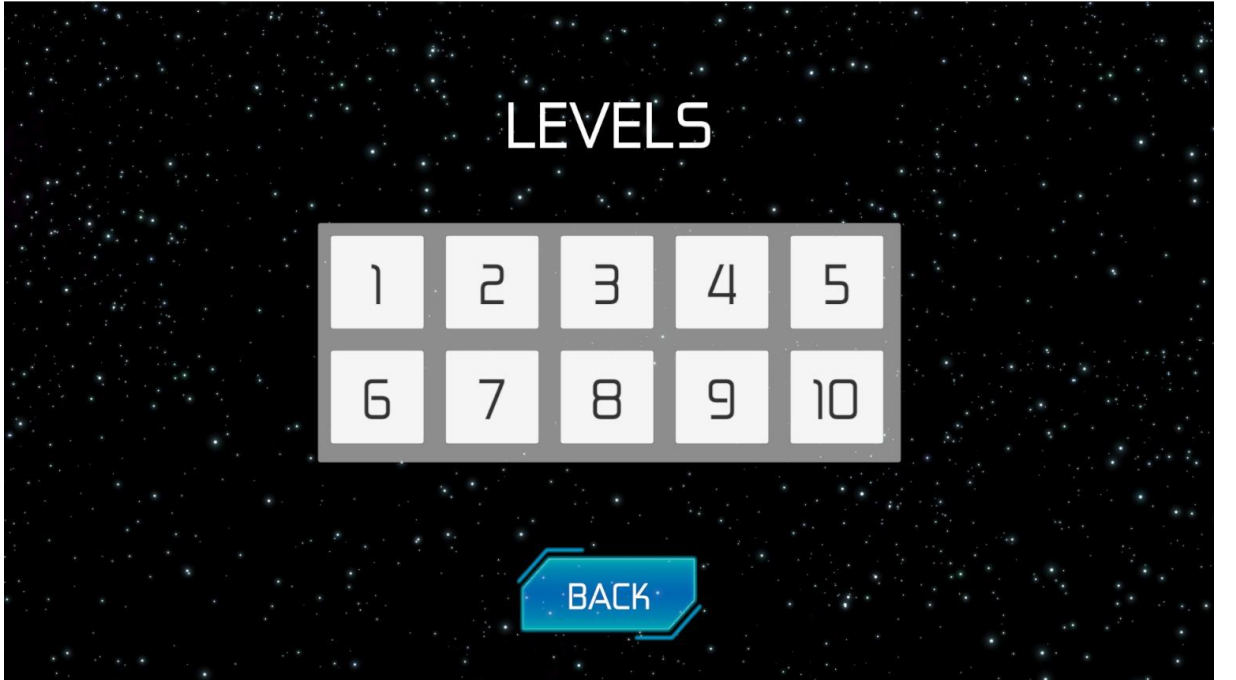
3.3.3 Oyunun Arayüzü

Oyunumuz MYO kol bandı kullanarak İHA'mızın engellere çarpmasını engelleyecek şekilde kontrol edilmesini amaçlamaktadır. Sırasıyla içe çevirme, dışa çevirme, yumruk, el açma işaret komutları sola, sağa, aşağı, yukarı ilerleme hareketlerinin yapılmasını sağlamaktadır.

Oyun ilk açıldığında şekil 3.5'teki menü bizi karşılamaktadır. "PLAY" butonuna tıklayarak oyunu oynamaya başlayabiliriz. "OPTIONS" butonuna tıklayarak ayarlar menüsüne gidebiliriz. "QUIT" butonuna tıklayarak oyundan çıkabiliriz. Şekil 3.6'te görüldüğü gibi oyun bölümler halinde tasarlanmıştır. Oynanmak istenen bölümün numarasına tıklayarak bölüme erişim sağlanabilir. "BACK" butonuna tıklanarak da ana menüye dönülebilir. Şekil 3.7 ve şekil 3.8'de oyun içinden alınan ekran görüntüleri yer almaktadır.



Şekil 3.5 Giriş Ekranı



Şekil 3.6 Bölüm Seçme Ekranı



Şekil 3.7 Oyun İçi Görse1



Şekil 3.8 Oyun İçi Görse1 2

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tür bir oyun deneyimi, klasik bir klavye veya fare kullanımına göre daha fazla vücut hareketine dayalı olacağı için daha etkileşimli ve eğlenceli olabilir. Ayrıca, MYO kol bandı kullanılarak geliştirilen bir oyun, özellikle fiziksel engelli ya da hareket kısıtlı olan kişiler için de önemli bir fırsat ve fizyoterapi tedavisine teşvik olabilir. Bu cihaz sayesinde, fiziksel engelli bireyler de oyun oynayabilir ve bu sayede daha fazla sosyal etkileşim içine girebilirler.

Oyun söz konusu olduğunda, bir oyunun ortamı üzerinde tam kontrole sahip olmak kadar tatmin edici hissettiren çok az şey vardır. Sanal gerçeklik teknolojisinin ve MYO kol bandı gibi hareket algılayan çevre birimlerinin ortaya çıkmasıyla, oyuncular artık gerçek kontrole mümkün olduğunca yaklaşabilirler.

Bu bağlamda, Unity'de MYO kol bandı ile yapılan bir IHA kontrol oyunu, yeni bir sürükleyici kontrol seviyesi sunabilir. IHA'ları gerçek dünyada olduğu gibi oyun dünyasında kol hareketlerinizle kontrol edebileceğiniz için hareket algılama teknolojisi için doğal bir uyum.

Son olarak, oyunun görselleri, oyunun kapsamının kritik bir yönü olacaktır. Çarpıcı 3B ortamlar yaratma söz konusu olduğunda Unity mükemmel bir motordur ve bu oyun da bir istisna olmamalıdır. Oyunun sanat tarzı, renk paleti ve genel tasarımı, oyuncuların ilgisini çekmede ve onları oyun dünyasının içine çekmede çok önemli bir rol oynayacak.

Klavye, bilgisayarlar ve diğer cihazlarla etkileşimde en yaygın kullanılan girdi cihazlarından biridir. Klavye, kullanıcıların yazı yazmasını, komutlar vermesini ve oyunlarda hareketleri kontrol etmesini sağlar. Klavyenin avantajları arasında, kullanımının yaygın olması, hızlı doğru veri girişi sağlaması ve kullanıcıların alışkın olması sayılabilir. Ancak, klavye kullanımı, kullanıcıların belirli bir beceri seviyesine sahip olmasını gerektirir ve doğal bir etkileşim yöntemi değildir.

MYO kol bandı ise, kullanıcıların doğal hareketlerini kullanarak etkileşimlerine olanak tanır. Bu cihaz, EMG sinyallerini kullanarak kullanıcının el ve kol hareketlerini algılar ve bu hareketleri oyunlarda veya diğer uygulamalarda kontrol sinyallerine dönüştürür. MYO kol bandının avantajları arasında, doğal ve sezgisel etkileşim sağlaması, haptic geri bildirim özelliği sayesinde kullanıcılara geri bildirim sağlaması ve oyun deneyimini zenginleştirmesi sayılabilir. Ancak, MYO kol bandı kullanımı, EMG sinyallerinin doğruluğu ve hassasiyeti gibi bazı zorluklarla da karşılaşabilir.

İHA uçurma oyunu gibi bir oyunu klavye veya MYO kol bandı ile oynamak, kullanıcının tercihiine bağlıdır. Klavye, oyunlarda hareketleri kontrol etmek için yaygın olarak kullanılan bir girdi cihazıdır ve kullanıcıların alışkın olduğu bir araçtır. Ancak, MYO kol bandı gibi giyilebilir teknolojiler, oyun deneyimini daha doğal ve sezgisel hale getirir ve kullanıcıların oyunlara daha kolay adapte olmasını sağlar.

Sonuç olarak, klavye ve MYO kol bandı gibi girdi cihazları, farklı avantaj ve dezavantajlara sahiptir. Klavye, hızlı ve doğru veri girişi sağlar, ancak doğal bir etkileşim yöntemi değildir. MYO kol bandı ise, doğal ve sezgisel etkileşim sağlar, ancak EMG sinyallerinin doğruluğu ve hassasiyeti gibi bazı zorluklarla karşılaşabilir. Hangi girdi cihazının kullanılacağı, kullanıcının tercihiine bağlıdır ve oyun veya uygulamanın gereksinimlerine göre değişebilir.

MYO kol bandı kullanılarak geliştirilen oyunların daha ileri götürülmesi için bazı önerileri şu şekilde sıralayabiliriz. MYO kol bandının daha fazla oyuna entegre edilmesi: MYO kol bandının kullanımı, şu anda sadece bazı oyun türlerinde mümkündür. Ancak bu cihazın daha fazla oyuna entegre edilerek kullanılması, oyun deneyimini daha da gerçekçi ve etkileşimli hale getirebilir. Oyun tasarımlarının MYO kol bandına göre optimize edilmesi: MYO kol bandının kullanımı, oyun tasarımına da etki edebilir. Örneğin, oyun mekaniklerinin MYO kol bandının algıladığı kas hareketlerine göre tasarlandığı oyunlar daha yüksek bir etkileşim seviyesi sunabilir. MYO kol bandının hareket algılama kapasitesinin artırılması: MYO kol bandının kullanımı, şu anda sadece belirli kas hareketlerini algılayarak mümkündür. Ancak, bu

cihazın daha farklı kas hareketlerini algılama yeteneğine sahip hale getirilerek yeni yöntemler geliştirilebilir. Bu sayede, MYO kol bandı kullanımı daha da yaygın hale gelebilir. MYO kol bandının kullanımı ile ilgili eğitimlerin verilmesi: MYO kol bandının doğru bir şekilde takılıp çalıştırılması gerektiğinden, oyunun öğretici bölümünde MYO kol bandının kullanımı ile ilgili olarak bir eğitim verilmesi, kullanıcıların daha iyi bir deneyim yaşamasını sağlayabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Z. Lu, X. Chen, Q. Li, X. Zhang and P. Zhou, "A Hand Gesture Recognition Framework and Wearable Gesture-Based Interaction Prototype for Mobile Devices," in *IEEE Transactions on Human-Machine Systems*, vol. 44, no. 2, pp. 293-299, April 2014, doi: 10.1109/THMS.2014.2302794.
- [2] M. Woźniak, P. Pomykalski, D. Sielski, K. Grudzień, N. Paluch, and Z. Chaniecki, "Exploring EMG gesture recognition-interactive armband for audio playback control," *Proc. 2018 Fed. Conf. Comput. Sci. Inf. Syst. FedCSIS 2018*, vol. 15, pp. 919–923, 2018.
- [3] M. Woźniak, P. Pomykalski, D. Sielski, K. Grudzień, N. Paluch and Z. Chaniecki, "Exploring EMG Gesture Recognition-Interactive Armband for Audio Playback Control," *2018 Federated Conference on Computer Science and Information Systems (FedCSIS)*, 2018, pp. 919-923.
- [4] P. Visconti, F. Gaetani, G. A. Zappatore, and P. Primiceri, "Technical features and functionalities of Myo armband: An overview on related literature and advanced applications of myoelectric armbands mainly focused on arm prostheses," *Int. J. Smart Sens. Intell. Syst.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–25, 2018.
- [5] F. Gaetani, G. A. Zappatore, P. Visconti, and P. Primiceri, "Design of an Arduino-based platform interfaced by Bluetooth low energy with Myo armband for controlling an under-actuated transradial prosthesis," *ICICDT 2018 - Int. Conf. IC Des. Technol. Proc.*, pp. 185–188, 2018.
- [6] M. Sathiyarayanan and S. Rajan, "MYO Armband for physiotherapy healthcare: A case study using gesture recognition application," *2016 8th International Conference on Communication Systems and Networks (COMSNETS)*, 2016, pp. 1-6, doi: 10.1109/COMSNETS.2016.7439933.
- [7] F. Gaetani, G. A. Zappatore, P. Visconti and P. Primiceri, "Design of an Arduino-based platform interfaced by Bluetooth low energy with Myo armband for controlling an under-actuated transradial prosthesis," *2018 International Conference on IC Design & Technology (ICICDT)*, 2018, pp. 185-188, doi: 10.1109/ICICDT.2018.8399787.
- [8] N. P. Brillantes, H. Kim, R. Feria, M. R. Solamo and L. L. Figueroa, "Evaluation of a 3D physics classroom with Myo gesture control armband and unity," *2017 8th International Conference on Information, Intelligence, Systems & Applications (IISA)*, 2017, pp. 1-6, doi: 10.1109/IISA.2017.8316417.
- [9] A. A. Hidayat, Z. Arief and H. Yuniarti, "LOVETT scalling with MYO armband for monitoring finger muscles therapy of post-stroke people," *2016 International*

Electronics Symposium (IES), 2016, pp. 66-70, doi: 10.1109/ELECSYM.2016.7860977.

[10] An Acad Bras Cienc (2020) 92(1): e20190273 DOI 10.1590/0001-3765202020190273 Anais da Academia Brasileira de Ciências | Annals of the Brazilian Academy of Sciences Printed ISSN 0001-3765 I Online ISSN 1678-2690

[11] K. S. Krishnan, A. Saha, S. Ramachandran and S. Kumar, "Recognition of human arm gestures using Myo armband for the game of hand cricket," 2017 IEEE International Symposium on Robotics and Intelligent Sensors (IRIS), 2017, pp. 389-394, doi: 10.1109/IRIS.2017.8250154.

[12] Y. Ploengpit and T. Phienthrakul, "Rock-paper-scissors with Myo Armband pose detection," 2016 International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC), 2016, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICSEC.2016.7859949.

[13] M. E. Benalcázar, A. G. Jaramillo, Jonathan, A. Zea, A. Páez and V. H. Andaluz, "Hand gesture recognition using machine learning and the Myo armband," 2017 25th European Signal Processing Conference (EUSIPCO), 2017, pp. 1040-1044, doi: 10.23919/EUSIPCO.2017.8081366.

[14] Y. Fan, C. Yang and X. Wu, "Improved Teleoperation of an Industrial Robot Arm System Using Leap Motion and MYO Armband," 2019 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO), 2019, pp. 1670-1675, doi: 10.1109/ROBIO49542.2019.8961758.

[15] E. Kaya and T. Kumbasar, "Hand Gesture Recognition Systems with the Wearable Myo Armband," 2018 6th International Conference on Control Engineering & Information Technology (CEIT), 2018, pp. 1-6, doi: 10.1109/CEIT.2018.8751927.

[16] T. Boonlar and W. Prasatkaew, "The Development of Hand Controller for Persons with Disabilities by Myo Sensor," 2018 14th International Conference on Signal-Image Technology & Internet-Based Systems (SITIS), 2018, pp. 375-379, doi: 10.1109/SITIS.2018.00065.

[17] Advanced Science and Technology Letters Vol.113 (Art, Culture, Game, Graphics, Broadcasting and Digital Contents 2015), pp.38-43 <http://dx.doi.org/10.14257/astl.2015.113.09>

[18] I. Sabilirasyad, M. Zikky and R. Y. Hakkun, "Jamarat Ritual Simulation with Myo Armband for Precise Throws Speed," 2018 International Electronics Symposium on Knowledge Creation and Intelligent Computing (IES-KCIC), 2018, pp. 205-209, doi: 10.1109/KCIC.2018.8628557.

- [19] E. C. P. Silva, E. W. G. Clua and A. A. Montenegro, "Sensor Data Fusion for Full Arm Tracking Using Myo Armband and Leap Motion," 2015 14th Brazilian Symposium on Computer Games and Digital Entertainment (SBGames), 2015, pp. 128-134, doi: 10.1109/SBGames.2015.24.
- [20] D. Bessa, N. F. Rodrigues, E. Oliveira, J. Kolbenshag and C. Prahm, "Designing a Serious Game for Myoelectric Prosthesis Control," 2020 IEEE 8th International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH), 2020, pp. 1-5, doi: 10.1109/SeGAH49190.2020.9201812.
- [21] Rev. Roum. Sci. Techn.– Électrotechn. et Énerg.Vol. 65, 1-2, pp. 139–144, Bucarest, 2020
- [22] S. Rawat, S. Vats and P. Kumar, "Evaluating and exploring the MYO ARMBAND," 2016 International Conference System Modeling & Advancement in Research Trends (SMART), 2016, pp. 115-120, doi: 10.1109/SYSMART.2016.7894501.
- [23] Haas, J. (2014). A History of the Unity Game Engine. Worcester: Worcester Polytechnic Institute.
- [24] M. G. Salazar, H. A. Mitre, C. L. Olalde and J. L. G. Sánchez, "Proposal of Game Design Document from software engineering requirements perspective," 2012 17th International Conference on Computer Games (CGAMES), 2012, pp. 81-85, doi: 10.1109/CGames.2012.6314556.

EKLER

EK-1: Unity’de bölümler arasında geçişi sağlayan kod

```
Unity Script | 0 references
public class Fader : MonoBehaviour
{
    public Animator anim;
    0 references
    public void LoadNextLevel()
    {
        StartCoroutine(LoadLevel(SceneManager.GetActiveScene().buildIndex + 1));
    }

    0 references
    public void LoadLevelByIndex(int index)
    {
        StartCoroutine(LoadLevel(index));
    }

    2 references
    IEnumerator LoadLevel(int index)
    {
        anim.SetTrigger("Start");

        yield return new WaitForSeconds(1f);

        SceneManager.LoadScene(index);
    }
}
```

EK-2: Kamera sallanma efekti

```
Unity Script | 1 reference
public class CameraShaker : MonoBehaviour
{
    [SerializeField] private Transform _camera;
    [SerializeField] private Vector3 _positionStrength;
    [SerializeField] private Vector3 _rotationStrength;

    private static event Action Shake;

    1 reference
    public static void Invoke()
    {
        Shake?.Invoke();
    }

    Unity Message | 0 references
    private void OnEnable() => Shake += CameraShake;
    Unity Message | 0 references
    private void OnDisable() => Shake -= CameraShake;

    2 references
    private void CameraShake()
    {
        _camera.DOComplete();
        _camera.DOShakePosition(0.3f, _positionStrength);
        _camera.DOShakeRotation(0.3f, _rotationStrength);
    }
}
```

EK-3: Kol bandından 3 boyutlu hareket verisini alıp konum ve dönüş verisine çeviren kod. Thalmic Lab’ın sağladığı dll’ler yardımı ile çalışmaktadır.

```
Unity Message | 0 references
void Update() {
    lock (_lock) {
        armSynced = _myoArmSynced;
        arm = _myoArm;
        xDirection = _myoXDirection;
        if (_myoQuaternion != null) {
            transform.localRotation = new Quaternion(_myoQuaternion.Y, _myoQuaternion.Z, -_myoQuaternion.X, -_myoQuaternion.W);
        }
        if (_myoAccelerometer != null) {
            accelerometer = new Vector3(_myoAccelerometer.Y, _myoAccelerometer.Z, -_myoAccelerometer.X);
        }
        if (_myoGyroscope != null) {
            gyroscope = new Vector3(_myoGyroscope.Y, _myoGyroscope.Z, -_myoGyroscope.X);
        }
        pose = _myoPose;
        unlocked = _myoUnlocked;
    }
}
```

EK-4: Kol bandından kas sinyallerinin verisini alıp poz bilgisine çeviren kod. Thalmic Lab'ın sağladığı dll'ler yardımı ile çalışmaktadır.

```
// armband controls
if (thalmicMyo.pose != _lastPose)
{
    _lastPose = thalmicMyo.pose;

    // Vibrate the Myo armband when a fist is made.
    if (thalmicMyo.pose == Pose.Fist)
    {
        //thalmicMyo.Vibrate(VibrationType.Medium);

        ExtendUnlockAndNotifyUserAction(thalmicMyo);
        moveDirMYO = new Vector3(0, 1, 0);
        // Change material when wave in, wave out or double tap poses are made.
    }
    else if (thalmicMyo.pose == Pose.WaveIn)
    {
        //WaveIn Action
        Debug.Log("wave in");
        moveDirMYO = new Vector3(-1, 0, 0);
        ExtendUnlockAndNotifyUserAction(thalmicMyo);
    }
    else if (thalmicMyo.pose == Pose.WaveOut)
    {
        // wave out action
        Debug.Log("wave out");
        moveDirMYO = new Vector3(1, 0, 0);
        ExtendUnlockAndNotifyUserAction(thalmicMyo);
    }
    else if (thalmicMyo.pose == Pose.FingersSpread)
    {
        // double tap action
        moveDirMYO = new Vector3(0, -1, 0);
        ExtendUnlockAndNotifyUserAction(thalmicMyo);
    }
    else if (thalmicMyo.pose == Pose.Rest)
    {
        // double tap action
        moveDirMYO = new Vector3(0, 0, 0);
        ExtendUnlockAndNotifyUserAction(thalmicMyo);
    }
}
```

ÖZGEÇMİŞ

Muhammed Taha Metin 2001’de İstanbul’da doğdu. Lise öğrenimini Mehmet Tekinalp Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2019 yılında girdiği Kocaeli Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Bölümü’nde okumaya halen devam etmektedir.