



**T.C.
BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
BİLİMSEL ARAŞTIRMA PROJESİ
SONUÇ RAPORU**

**OMUZ EKLEMİ, KAS VE TENDON HASARLI
HASTALAR İÇİN MS KINECT İLE MENTÖR
UYGULAMASI**

**PROJE YÖNETİCİSİ: DOÇ. DR. UĞUR YÜZGEÇ
PROJE NUMARASI: 2017-01.BŞEÜ.03-04
ARAŞTIRMACILAR: DR. ÖĞR. ÜYE. RAİF ZİLELİ,
ÖĞR. GÖR. BURAKHAN ÇUBUKÇU,
AHU ZİLELİ**

**BAŞLAMA TARİHİ: 01.08.2017
BİTİŞ TARİHİ : 01.08.2018**

**BİLECİK ŞEYH EDEBALI ÜNİVERSİTESİ
BİLECİK 2018**

İçindekiler

1. Giriş.....	1
2. I. Ara Döneminde Yapılan Çalışmalar.....	3
2.1. Temin Edilen Malzemeler.....	3
2.2. Çalışma Planı	4
2.3. Web Sayfasının Tasarımı	5
2.4. Web Sayfası	6
2.5. Omuz Eklemi, Kas Tendon Hastaları için Geliştirilmiş Fizyoterapi Uygulaması (GOFU)	7
3. II. Ara Dönemde Yapılan Çalışmalar.....	14
3.1. GOFU'nun Test Grubu Üzerinde Denenmesi ve Uygulamanın Güncellenmesi .	15
3.1.1. Web Sayfasında Yapılan Güncellemeler	15
3.1.2. GOFU'da Yapılan Güncellemeler	20
3.2. Geçerlilik Güvenirlilik Testleri	23
4.Sonuç.....	29
5. Bilimsel Etkinlikler	30
6. Kaynaklar	30

1. Giriş

Dünya sağlık örgütü medya bölümünün yaptığı bir araştırmaya göre; Dünya üzerinde bir milyardan fazla insan, yaklaşık dünya nüfusunun %15i, bir çeşit fiziksel engel ile hayatını sürdürüyor[1]. Fiziksel engel durumunun giderek arttığı dünyamızda, engelli insanların ömür boyu sürdürmesi gereken bir fizik tedavi süreci bulunmaktadır.

Günümüzde insanlar fizik tedavi alanında sağlık hizmeti alabilmek için hastanelere gitmektedir. Yaşlıların ve engellilerin bir bölümü hastaneye gidememektedir, bir kısmı da hastaneye girmekte zorluk yaşamaktadır. Hastaneye ulaşabilen hastalarda, hastanede bir takım sorunlar ile karşılaşmaktadır. Birçok hastane de fizik tedavi bölümü bulunmamaktadır. Ayrıca çalışmalar göstermektedir ki sağlık çalışanlarının yeterli bilgi ve becerisi olmaması rehabilitasyon sürecini kötü etkilemektedir.[2] Bu durumlar Dünya'nın bazı yerlerinde kaliteli fizik tedaviye ulaşamayan bir çok hastanın olduğunu göstermektedir. Hastaneye ulaşım, kalifiye sağlık çalışanı bulmak dışında hastanelerde yaşanan bir başka sorun ise hastanelerde oluşan hasta yoğunluğudur.

Dünya nüfusunun %15'inin fiziksel bir engele sahip olduğunu [1] dolayısı ile bu hastaların fizik tedaviye ihtiyacı olduğunu düşünürsek, hastanelerin bu konuda yaşadıkları yoğunluğu anlayabiliriz. Bu sorunlarla karşılaşan hastalar fizik tedavi görememekte veya iyileşme sürecini tamamlayamamaktadır. Örneğin, Avrupa'da kısmi felç hastalarının yarısı iyileşme sürecini tam olarak tamamlayamamaktadır. Bu hastalar günlük hayatlarına devam edebilmek için bir yardımcıya ihtiyaç duymaktadırlar[3]. Aynı şekilde başka bir çok hastalık için fizik tedavisini tamamlayamayan bir çok hasta bulunmaktadır. Bir diğer önemli fizik tedavi problemi ise evde yapılacak egzersizler ile alakalıdır. Fizik tedavi süreci sadece hastanede bitmeyen, hastanın evde de yapacağı egzersizlerle tamamlanan bir süreçtir. Fizik tedavi uygulamasının başarıya ulaşabilmesi için, uzman fizyoterapist tarafından verilen hareketlerin doğru bir şekilde binlerce tekrarının yapılması gerekmektedir. Yine evde yapılacak hareketlerle ilgili başka bir sorun daha vardır. Fizik tedavi süresi boyunca, tedavinin etkinliğinin artması için fizyoterapist hastanın hareketlerini yapma oranını ve doğruluğunu izlemek zorundadır. Bu gözlemler sonucunda hastaya hareketlerini tekrar ettirebilmekte veya yeni hareketler isteyebilmektedir. Fizik tedavi uzmanına sahip olan hastaların bile tedavi sırasında ki

gelişimini ve durumunu izlemek konusunda sorunlar vardır. Aynı şekilde fizyoterapistlere de hasta durumu hakkında geri bildirim sunan olanaklar kısıtlıdır.

MS Kinect de telerehabilitasyon alanında kullanılabilen teknolojilerden biridir. MS Kinect skeleton tracking özelliği sayesinde etkin olarak kullanılabilmektedir. Kinect'in yeterliliği ile ilgili yapılan bir çalışmada[4] gösterilmiştir ki; görsel gerçekliğin fizik tedavide kullanılması klasik rehabilitasyona göre bazı avantajlar doğurmaktadır. Windows Kinect'in vücut izleme araçları olması ve bunların klinik sorunlarda kullanılması gayet dengeli ve başarılı sonuçları da beraberinde getirmiştir[5,6].

Bu projede; hasta ve fizyoterapi uzmanlarının sorunları ve bunlara karşı üretilen telerehabilitasyon yöntemlerinden yola çıkılarak, hasta ve fizyoterapistin etkileşim kurabildiği, omuz kas ve tendon hasarlı hastalarının MS Kinect kamerası gözetiminde egzersizlerini doğru yapabildiği, fizyoterapistlerinde anlık olarak bu gelişimleri izleyebildiği bir sistem kurulması üzerine çalışılmaktadır.

Projenin ilk 6 aylık döneminde MS Kinect ile hastaların egzersizlerini doğru yapabilmesi ve egzersizlerin kayıtların tutabilmesi için bir Windows Presentation Form (WPF) kullanılarak **Geliştirilmiş Omuz Fizyoterapi Uygulaması (GOFU)** geliştirilmiştir. Fizyoterapistlerin hastanın ilerleme durumunu izleyebileceği, hasta ile etkileşim kurabileceği, egzersizlerini yönlendirebileceği bir web sayfasının da tasarımı tamamlanmış, geliştirilmesi noktasında da mesafe alınmıştır.

Projenin ikinci 6 aylık döneminde web sayfasının geliştirilmesi tamamlanmış, fizyoterapistlerden görüşler alınarak güncellemeler yapılmıştır. Geliştirilen GOFU'yu öncelikle fizyoterapistlere gösterilerek geri dönüşler alınmış ve güncellemeler yapılmıştır. Daha sonra GOFU'nun kullandığı algoritmalar ile yeni bir uygulama geliştirilmiş ve bu uygulama aracılığıyla GOFU'nun geçerlilik güvenilirlik testleri yapılmıştır. Bu testler sırasında GOFU'da yine güncellemelere devam edilmiştir. Sistem testleri 40 sağlıklı birey üzerinde geçerlik güvenilirlik testleri yapılarak tamamlanmıştır. Bir sonraki aşamada hastanede hasta bireyler üzerinde sistemin test edilmesi hedeflenmektedir. Gerekli hastane izinleri için başvurular tamamlanmış, cevap beklenmektedir.

2. I. Ara Döneminde Yapılan Çalışmalar

2.1. Temin Edilen Malzemeler

Bu dönem içerisinde aşağıda belirtilen malzemelerin teminine gidilmiştir.

- (Dönüştürücü Adaptör) Xbox Kinect Adapter For Xbox One S And Windows Pc
- Alüminyum Mini Soğutucu Seti (Heat Sink)
- Raspberry Dokunmatik Tuş Takımı
- Raspberry Kamera için İnfrared Led Kartı (Çift)
- Logitech K400 Plus Kablosuz Klavye Mouse
- 30cm 40 Pin Ayrılabilen Dişi-Dişi F-F Jumper Kablo-300 mm
- 30cm 40 Pin Ayrılabilen Erkek-Erkek M-M Jumper Kablo-300 mm
- 30cm 40 Pin Ayrılabilen Dişi-Erkek M-F Jumper Kablo-300 mm
- ProLink Siyah İnce HDMI Kablo PB358B-0150
- Orange Pi için HDMI -> VGA Dönüştürücü
- Mikro HDMI Kablo (Micro)
- HDMI Kablo - 1,5m, GS 160
- Raspberry Pi Kamera / Ekran Esnek Kablosu - 50mm
- Raspberry Pi Kamera / Ekran Esnek Kablosu - 100mm
- Raspberry Pi Kamera / Ekran Esnek Kablosu - 200mm
- Raspberry Pi Kamera / Ekran Esnek Kablosu - 300mm
- Raspberry Pi Kamera / Ekran Esnek Kablosu - 2metre
- Pimoroni Skywriter Raspberry 3D Hareket Sensör Kartı
- Raspberry Pi VGA Monitör Adaptörü
- GP Taşınabilir Şarj Cihazı (PowerBank) 12000 mAh - GP302
- TP-Link TL-WN725N WiFi Adaptörü (Windows 10 IoT uyumlu)
- Breadboard
- (Aparat) Raspberry Pi Resmi Ekran Case
- Xbox 360 Kinect Zoom Aparatı Nyko
- Kinect Sensor TV Aparatı TV Mounting Clip XBOX
- Kamera (MS Xbox One Kinect Sensor)
- Kamera (Leap Motion Controller for PC)
- Monitör (LG 24MN48A 24 inc LED Ekran)

- Board (Raspberry Pi 3 Kombokit)
- Board (BeagleBone Black Rev.C)
- 4.3" Dokunmatik BeagleBone Black Ekranı - 4DCAPE-43T
- 7" Dokunmatik HDMI Ekran
- Raspberry Pi Kızılötesi Kamera Modülü V2
- Raspberry Pi Resmi Dokunmatik Ekran
- Raspberry Pi Kamera - Ayarlanabilir Foküs + Kızılötesi LED Modülü
- Board (Asus Tinker Board)

2.2. Çalışma Planı

Çalışma planına göre ilk 6 aylık süreçte yapılması planlanan iş paketleri Tablo1'de verilmiştir. Bu plana göre bu dönem içinde, literatür taramalarının yapılması, sistem içerisinde kullanılacak web sayfasının tasarımının yapılması, omuz eklemi, kas ve tendon hasarlı hastalar için MS Kinect ile mentor uygulamasının geliştirilmesi ve web sayfasının yapılması hedeflenmekteydi.

Tablo 1. Proje çalışma planı (ilk 6 aylık dönem)

İş Paketi No	İş Paketi Adı / Tanımı	AYLAR					
		01	02	03	04	05	06
1	Literatür Taraması	✓	✓				
2	Donanım ve Yazılım Analizinin Yapılması		✓				
3	Web Tasarımının Yapılması			✓			
4	Omuz Eklemi, Kas ve Tendon Hasarlı Hastalar için Ms Kinect ile Mentör Uygulamasının Geliştirilmesi			✓	✓	✓	✓
5	Web Sayfasının yapılması			✓	✓	✓	✓

2.3. Web Sayfasının Tasarımı

Web sayfasının tasarımı, Metronic Template (v4) kullanılarak yapılmıştır. FizMenU web sayfasında, Metronic Template'in içinde bulunan kütüphaneler ve araçlar kullanılmıştır. Sayfanın tasarımında belirlenen kullanıcı girişi sayfası Şekil 1'de, tüm sayfalarda kullanılan layout bölümü de Şekil 2'de L ile işaretlenerek gösterilmiştir.

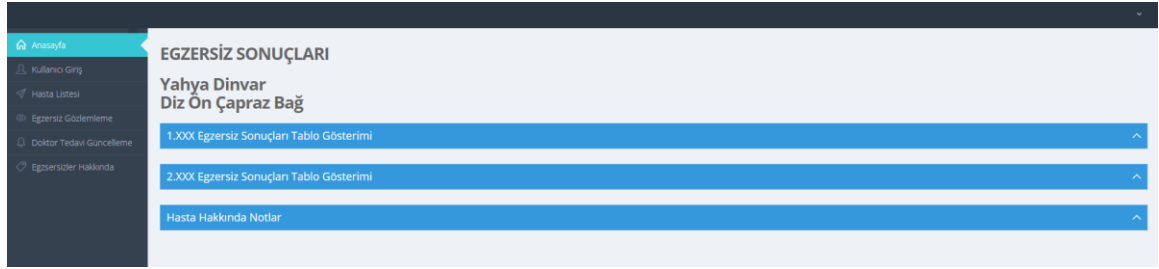
Şekil 1. FizMenU kullanıcı giriş sayfası

Şekil 2. FizMenU web sayfası tasarımı (Layout)

2.4. Web Sayfası

Web sayfası, Visual Studio ortamında, C# ve javascript dilleri kullanılarak MVC mimarisi ile geliştirilmektedir. Sayfa yazılımı; veri tabanı bağlantısını sağlayacak olan DataModel, modellerin oluşturulduğu VeriModel, işlemlerin yapıldığı, metotların yazıldığı Islem, MVC ile kurgulanmış web tarafı FizmenuWeb olmak üzere 4 alt başlıkta yapılmaktadır.

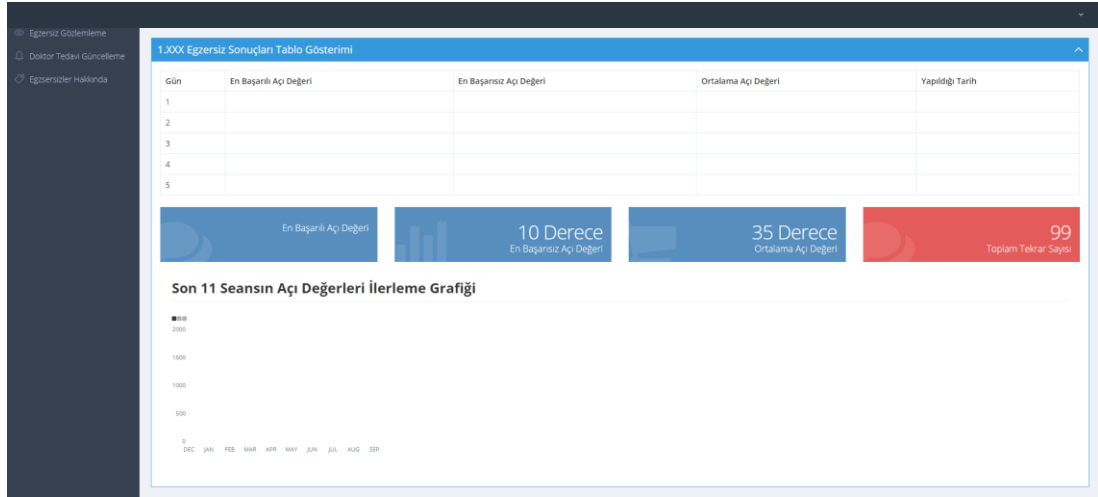
Web sayfasının fizyoterapistin göreceği ana ekranında, Şekil 2'de gösterildiği üzere özet bilgilerden oluşan, egzersiz yapmayan hastaların listesi ve fizyoterapistin tedavi programı atamasını bekleyen hastaların listesinden oluşmaktadır. Fizyoterapistin kullanacağı ana alanlardan biri olan egzersiz gözleme sayfasına kullanıcıların isimlerine tıklayarak gidilmesi hedeflenmektedir. Egzersiz gözleme sayfası Şekil 3'de görüleceği üzere hastanın yaptığı her egzersiz için detay sonuç gösterimlerini izleme bölümleri ve hastaya özel not verebilmeye ve bu notları izlemeye imkan sağlayan bölümlerden oluşmaktadır.



Şekil 3. FizMenU egzersiz gözleme sayfası

Fizyoterapist bu sayfaya girdiğinde ilk bakışta hastaya verdiği egzersizleri görebilmektedir. Bu sayfaya hasta hakkında, egzersize başlama tarihi, kan grubu gibi fizyoterapistlerin ihtiyacı olacak verileri içeren bir bölüm de eklenerek, fizyoterapistin hasta hakkında ihtiyacı olan tüm verilere bu sayfadan ulaşabilmesi hedeflenmektedir. Şekil 4'de görüldüğü gibi her bir egzersiz için tablolar ayrı olarak açılmakta ve fizyoterapist, hastanın ilgili egzersizi ne zamanlarda yaptığını, hastanın bir gün içinde yaptığı egzersizlerin en başarılı, en başarısız ve ortalama değerlerini izleyebilmektedir. Bu değerler aynı bölüm içinde grafik ile de desteklenmiştir. Aynı zamanda fizyoterapist hastanın egzersize başladığı ilk tarihten beri en başarılı, en başarısız, ortalama açılma değerlerini görebilmekte, ilgili egzersizin toplam kaç kez yapıldığını farklı bir tasarım ile izleyebilmektedir. Aynı sayfa içinde bulunan, fizyoterapistin hasta hakkında not tutma ve bunları izleyebilmesine imkan sağlayan bölüm de bulunmaktadır.

Sisteminin, fizyoterapistin hastanın egzersizlerini her an güncelleyebilir şekilde yapılması hedeflenmektedir. Bu kapsamda yapılan tedavi güncelleme sayfası da web sitesinin içinde bulunmaktadır. Bu sayfada fizyoterapist istediği hastayı seçerek, bu hastanın egzersizleri üzerinde tekrar sayısı ve hedeflenen açı değeri gibi güncellemeler yapabilecek aynı zamanda da hastaya değişiklikle alakalı vermek istediği bir bilgi var ise yine bu sayfadan gönderebilecektir.



Şekil 4. FizMenU egzersiz detay bölümü

2.5. Omuz Eklemi, Kas Tendon Hastaları için Geliştirilmiş Fizyoterapi Uygulaması (GOFU)

Omuz eklemi, kas tendon hastaları için Geliştirilmiş Omuz Fizyoterapi Uygulaması GOFU Kinect One (Kinect v2) ve Kinect SDK 2.0 kullanılarak geliştirildi. GOFU'yu Omuz Fizyoterapi Uygulaması OFU'ya benzer olarak Visual Studio ortamında, Windows Presentation Form (WPF) olarak tasarlandı ve C# dili ile geliştirildi. Ekran görüntüsü Şekil 5'de verilen GOFU'nun ara yüzü 4 ana bölümden oluşmaktadır.



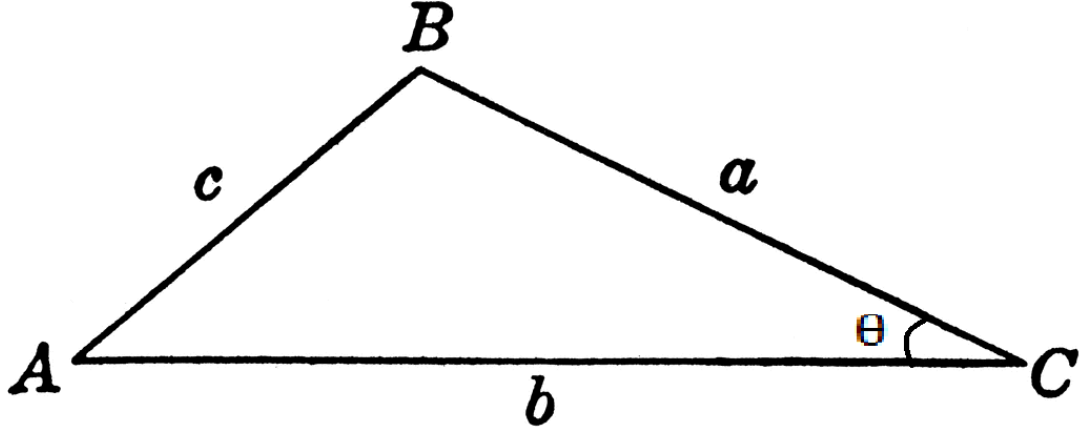
Şekil 5. GOFU Arayüzü

Ekranın üst sol tarafında bulunan kullanıcının hareketlerini gösteren izleme bölümü, üst sağ tarafta egzersizlerin doğru yapılışını gösteren gif resmi bölümü, alt sol tarafta egzersiz ve süre bilgilendirmesi bölümü, alt sağ tarafta yönlendirme bölümü bulunmaktadır.

GOFU'nun sol omuz kas, tendon hastaları için geliştirilmesinde dördü başlangıç pozisyonu altısı egzersiz olmak üzere toplam 10 pozisyon için koşullar oluşturulmuştur. Bunlar ile kullanıcıların omuz abdüksiyon, omuz fleksiyon, omuz dış rotasyon, omuz iç rotasyon, omuz ekstansiyon gibi omuz fizyoterapi hareketlerini yapması amaçlanmıştır.

Bütün egzersizlerde, iskelet üzerinde Kinect sensörlerinden alınan konum noktaları kullanılmaktadır. Yapılacak omuz egzersizi için ilgili üç konum noktası $A=(x_1, y_1, z_1)$, $B=(x_2, y_2, z_2)$, $C=(x_3, y_3, z_3) \in R^3$ olmak üzere bir üçgen oluşturulur (bkz. Şekil 6) ve bu üçgenin her bir kenar uzunluğu Eşitlik 1-3 kullanılarak hesaplanır. Kosinüs teoremi (Eşitlik 4) yardımıyla yapılan egzersiz için gerekli açı değeri bulunur. Bazı egzersizler için Kinect v2'nin sağladığı, Şekil 7'da gösterilen 25 nokta yeterli gelmemiştir. Bu durumlarda da R^3 uzayında noktaların iz düşümleri alınarak Eşitlik 1-3 ile uzaklıklar hesaplanmıştır. Uzaklıkları hesaplanan noktalar ile oluşturulan kenarlardan üçgenler elde edilerek, $a, b, c \in R$ olmak üzere, Eşitlik 4 ile açılar hesaplanmıştır. Bu açılar tam

sayı değerlerine yuvarlanarak fizyoterapistlerin istediği koşulları sağlamada kullanılmıştır.



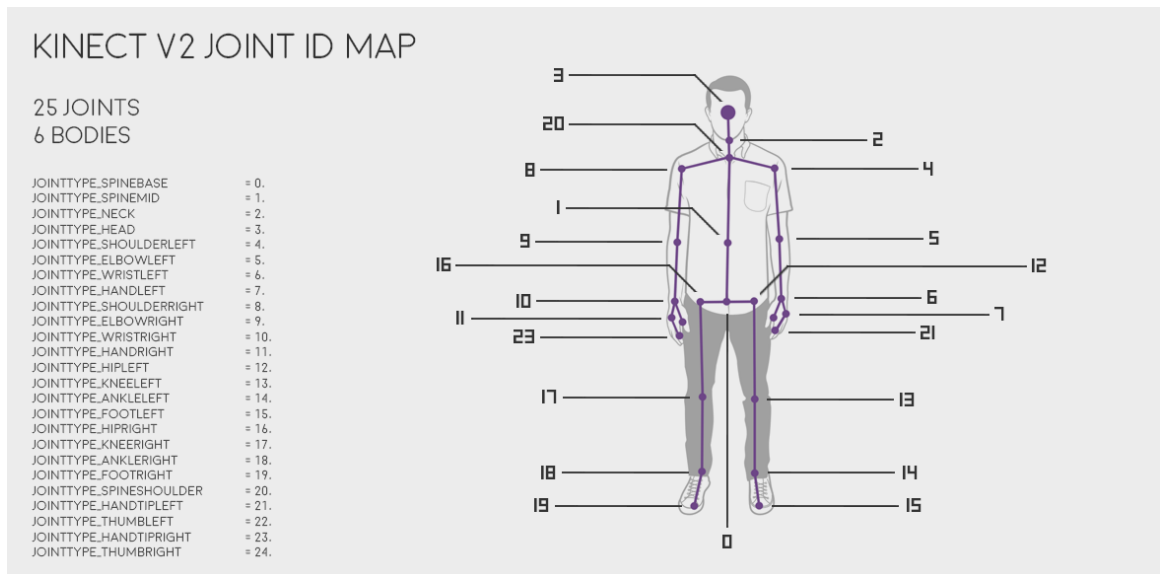
Şekil 6. Oluşturulan Üçgen

$$a = \sqrt{(x_2 - x_3)^2 + (y_2 - y_3)^2 + (z_2 - z_3)^2} \quad (1)$$

$$b = \sqrt{(x_1 - x_3)^2 + (y_1 - y_3)^2 + (z_1 - z_3)^2} \quad (2)$$

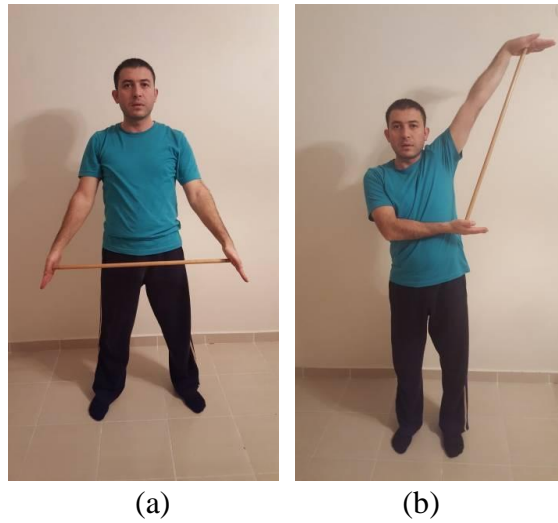
$$c = \sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2 + (z_1 - z_2)^2} \quad (3)$$

$$\theta = \hat{C} = \arccos\left(\frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}\right) \quad (4)$$



Şekil 7. MS Kinect v2 İskelet İzleme Noktaları [7]

Bütün egzersizler başarıma ulaşamaması durumunda, 40 saniye sonunda diğer egzersizin başlangıç koşuluna geçilecek şekilde ayarlanmıştır. Omuz abdüksiyon egzersizi Şekil 8'de gösterilmiştir. Bu egzersizin başarımlı koşulunu oluşturabilmek için, 1 numaralı omurga ortası noktasının y, z koordinatları ve 4 numaralı sol omuz noktasının x koordinatları alınarak yeni bir nokta elde edilmiştir. Yeni oluşturulan bu nokta ile 4 numaralı sol omuz ve 6 numaralı sol bilek noktalarının birbirleri arasındaki uzaklıklar Eşitlik 1-3 ile hesaplanıp, oluşan üçgende sol omuzu köşe kabul eden açı Eşitlik 4 ile hesaplanmıştır. Omuz abdüksiyon egzersizinin başarımlı koşulu olarak bu açının 170den büyük olması ayarlanmıştır. İkinci olarak yaptırılan Şekil 9'daki egzersiz omuz fleksiyon egzersizi için omuz abdüksiyon ile aynı başarımlı koşulu uygulanmıştır. Şekil 10'daki dış rotasyon egzersizi için omurga ortası (1), sol dirsek (5), sol bilek(6) noktaları kullanılarak Eşitlik 1-4 yardımları ile oluşan üçgende sol dirsek noktasının açısı hesaplanmıştır. Bu açıdan 90 çıkartılarak istenen açı değeri bulunmuş ve burada başarımlı koşulu olarak 70 derece üstü ayarlanmıştır. Şekil 10'daki iç rotasyon egzersizi için aynı açı değeri hesaplanmış 90 çıkarılmadan kullanılmıştır. Bu egzersizde başarımlı koşulu ise açının 50 den küçük olması olarak belirlenmiştir. 5. egzersiz olan omuz ekstansiyonu Şekil 11'de gösterilmiştir. Omurga tabanı, sol omuz, sol bilek noktaları arasındaki uzaklıklar Eşitlik 1-3 ile hesaplanıp, elde edilen üçgende sol omuz noktasının açısı Eşitlik 4 ile bulunarak başarımlı koşulu bu açının 45ten büyük olması olarak uygulanmıştır. Son egzersiz olan Şekil 12'de başlangıç bitiş pozisyonu verilen egzersiz için başarımlı koşulu koyulmamış kullanıcıdan 40 saniye boyunca yapması istenmiştir.



Şekil 8. Omuz abdüksiyon a. başlangıç pozisyonu b. bitiriş pozisyonu



(a)

(b)

Şekil 9. Omuz fleksiyon a. başlangıç pozisyonu b. bitiriş pozisyonu



(a)

(b)

(c)

Şekil 10. Omuz rotasyon a. başlangıç pozisyonu b. dış rotasyon bitiriş pozisyonu c. iç rotasyon bitiriş pozisyonu



(a)

(b)

Şekil 11. Omuz ekstansiyon a. başlangıç pozisyonu b. bitiriş pozisyonu



(a)

(b)

Şekil 12. Egzersiz I a. başlangıç pozisyonu b. bitiriş pozisyonu

Şekil 13'de örnek olarak omuz ekstansiyon hareketinin doğru yapılışının resmi üzerinde, Kinect v2 'den alınan noktalar ile oluşturulan üçgen ve Eşitlik 1-4 yardımları ile hesaplanan A açısı gösterilmektedir. Hesaplanmış olan A açısı omuz ekstansiyon egzersizinin başarımlarından biri olarak kullanılmaktadır. Egzersizi uygulayan kullanıcı A açısını 45 derece ve üzerine çıkardığında bu başarımlar koşulunu sağlamış olarak kabul edilmektedir.



Şekil 13. Omuz Ekstansiyon Egzersizi İçin Oluşturulan Üçgen ve Hesaplanan Açısı

Uygulama yazılım işleyişinde öncelikle kameranın karşısında bir insanın olmasını beklemektedir. Bu koşul sağlandıktan sonra saniyede 30 frekans ile egzersizlerin doğruluğunun kontrol edildiği kod bloğuna geçmektedir. Burada kullanıcıdan ilgili egzersizin başlangıç pozisyonunu alması isteniyor, bunu başarabilen kullanıcı her egzersizin kendisine özgü başarımlarının kontrol edildiği kod bloğuna yönlendiriliyor.

Algoritma 1'de örnek olarak omuz abdüksiyon egzersizin başarıml kontrolünü yapan kaba kod verilmiştir.

Algoritma 1. Omuz Abdüksiyon Egzersizi Kaba Kodu

Omuz Abdüksiyon Egzersizi Kaba Kodu

Giriş: *EgzersizSayısı, KalanSüre, GovdeDikMi, IkiOmuzParalelMi, GerçekleştirilenAciDegeri, AciListesi, BasarimIcinGerekliAci*

Çıkış: *MaksimumAci, BasariliYapildiMi, UyarıBir, UyarıIki,*

Başla

eğer(*EgzersizSayısı* = 1)

eğer(*GovdeDikMi* = yanlış)

UyarıBir = Gövdenizi Dik Konuma Getirin

eğer_bitir

eğer(*IkiOmuzParalelMi* = yanlış)

UyarıIki = Omuzlarınızı Paralel Konuma Getirin

eğer_bitir

eğer(*GovdeDikMi* = doğru ve *IkiOmuzParalelMi* = doğru)

AciListesi = Ekle(*GerçekleştirilenAciDegeri*)

eğer_bitir

ProcessBar = *BasarimIcinGerekliAci* - *GerçekleştirilenAciDegeri*

eğer((*GovdeDikMi* = doğru ve *IkiOmuzParalelMi* = doğru ve

GerçekleştirilenAciDegeri > *BasarimIcinGerekliAci*) veya *KalanSure* = 0)

eğer(*KalanSure* = 0)

MaksimumAci = EnYüksekDeger(*AciListesi*)

eğer_bitir

Sonraki_Egzersiz_Baslangic_Resmini_Ekrana_Bas

EgzersizSayısı = *EgzersizSayısı* + 1

UyarıBir, UyarıIki = boş

KalanSure = *SonrakiEgzersizinSuresi*

GeriSayimiDurdur()

AciListesi = boş

eğer_bitir

eğer_bitir

Her ne kadar fizik tedavi egzersizlerinin başlangıç pozisyonları ayrı birer egzersiz olarak sayılmasa da, yazılımsal olarak Şekil 8-12(a)'da verilen başlangıç pozisyonları GOFU'da birer hareket olarak değerlendirilmiş ve geçiş koşulları oluşturulmuştur. Fizik tedavi egzersizlerinde istenen açı değerlerine ulaşmaya çalışırken vücut şeklinin de belli kısıtlar içinde düzgün durması gerekmektedir. Fizyoterapistin belirlediği kısıtlar GOFU'da Tablo 2'de gösterildiği gibi kullanılmıştır.

Tablo 2. GOFU için kullanılan koşullar

İstenen Koşul	Uygulandığı Egzersiz ve Başlangıç Pozisyonları	Koşul sağlanmadığında Yönlendirme
Gövdenin dik olması	Tüm egzersizler ve başlangıç pozisyonları	Gövdenizi dik pozisyona getiriniz
Ayakta olunması	Omuz Ekstansiyon egzersizi ve başlangıç pozisyonunda	Ayağa kalkınız
İki el arası uzaklığın yakın olmaması	Omuz abdüksiyon, fleksiyon, dış rotasyon, iç rotasyon ve be egzersizlerin başlangıç pozisyonlarında	Ellerinizi birbirinden uzaklaştırınız
Ellerin vücudun yanında olması	Omuz abdüksiyon, fleksiyon egzersizleri ve bu egzersizlerin başlangıç pozisyonlarında	Ellerinizi vücudunuzun yanına getiriniz
Ellerin vücuda dik olması	İç ve dış rotasyon ve bunların başlangıç pozisyonlarında	Ellerinizi vücudunuza dik tutunuz
Kameraya doğru sola dönülmesi	Omuz ekstansiyon egzersizi ve başlangıç pozisyonunda	Sol tarafınızı kameraya dönünüz
Kameraya doğru arkanın dönülmesi	Egzersiz 1 ve başlangıç pozisyonu	Arkanızı kameraya dönünüz
Omuz Dirsek ve Bileğin düz olması	Egzersiz 1 ve başlangıç pozisyonu	Omuz dirsek ve bileğinizi düz konuma getiriniz
İki omuzun birine paralel olması	Omuz abdüksiyon, fleksiyon egzersizleri	Omuzlarınızı paralel konuma getiriniz

3. II. Ara Dönemde Yapılan Çalışmalar

Çalışma planına göre ikinci 6 aylık süreçte yapılması planlanan iş paketleri Tablo 3'de verilmiştir. Bu plana göre bu dönem içinde, egzersizlerin test grubu üzerinde denenmesi, bu test sonuçlarına göre GOFU uygulamasının ve web sayfasının güncellenmesi, tamamlanan sistemlerin gönüllüler üzerinde denenmesi ve sonuçların değerlendirilmesi hedeflenmekteydi.

Ancak yapılan literatür araştırmaları sonucu öncelikle oluşturulan sistemin geçerlilik güvenilirlik testlerinin yapılması gerektiği görülmüştür. GOFU geçerlilik testlerinde klinik onaylı gonyometre ve dijital gonyometre ile kıyaslanmıştır. Sistemin gönüllüler üzerinde denenmesi bu test sonuçlarından sonra yapılması gerektiğinden başka bir zamana ertelenmiştir.

Tablo 3. Proje çalışma planı (İkinci 6 aylık dönem)

İş Paketi No	İş Paketi Adı / Tanımı	AYLAR					
		07	08	09	10	11	12
6	Egzersizlerin test grubu üzerinde denenmesi	✓					
7	Test sonuçlarına göre uygulamanın güncellenmesi		✓				
8	Egzersizlerin gönüllüler üzerinde denenmesi			✓	✓		
9	Sonuçların değerlendirilmesi					✓	
10	Öneriler ve sonuç					✓	✓

3.1. GOFU'nun Test Grubu Üzerinde Denenmesi ve Uygulamanın Güncellenmesi

GOFU öncelikle proje yürütücüsü ve araştırmacıları da dahil olmak üzere 7 kişi üzerinde farklı zamanlarda defalarca test edilmiştir. Daha sonra Bilecik Devlet Hastanesinde 2 fizyoterapi doktoruna gösterilip görüşleri alınmıştır. Bu testler ve görüşler sonucunda GOFU'da ve web sayfasında bazı değişikliklere karar verilmiştir.

3.1.1. Web Sayfasında Yapılan Güncellemeler

Yapılan testler sonucu alınan geri dönüşler sonucunda web sayfasının tasarımı aynı kalmış ancak sayfalar tamamen değiştirilmiştir. Fizyoterapistlerin temel isteği bir hasta hakkında tüm bilgileri tek bir sayfada görebilmek ve mümkün olan tüm hasta işlemlerini aynı sayfa üzerinde yapabilmek olmuştur. Hasta tarafından görülebilen sayfalardaki bilgilerin ise çok fazla olduğu bunların hastanın kafasını karıştıracığı belirtilmiş, sadece hastanın yapacağı egzersizleri ve tekrar sayılarını görmeleri istenmiştir. Bu görüşler ve istekler doğrultusunda, 2. ara dönemde, web sayfası tekrar yazılmıştır. Web projesinin 2 farklı tip kullanıcısı bulunmaktadır: Hasta ve fizyoterapist.

Sisteme kayıt olacak kullanıcının kaydını kendi yapmasına karar verilmiştir. Bu kayıt ekranı Şekil 14'de gösterilmektedir. Ancak hastalar kayıt olduktan sonra sisteme giriş yapamamakta, ilgili doktorun hastaya onay vermesi gerekmektedir. Bu onay işleminden sonra hastalar giriş yapabilmektedir.

Kayıt

Bilgilerinizi Giriniz

▼

▼

Hesap Bilgileriniz:

Şekil 14. Oturum Açma Ekranı

Hasta kullanıcı tipine sahip kullanıcılar giriş yaptıktan sonra Şekil 15'deki ekrana yönlendirilmektedir. Hastaların 2 sayfası bulunmaktadır. Ana sayfalarında doktorlarına ait isim ve e-posta bilgileri ile birlikte, hangi egzersizden günde kaç adet yapmaları gerektiğini gösterilmektedir. Egzersiz bilgilerinde ise statik olarak girilmiş olan video linki veya egzersiz bilgileri ile ilgili metinleri görüntüleyebilmektedirler.

FİZMENU

- Ana Sayfa
- Egzersiz Bilgileri

Doktorunuzun Bilgileri

Ad :	DrBrkhn
Soyad :	Cbck
Eposta :	burakhan.cubukcu@bilecik.edu.tr

EGZERSİZLERİNİZ

Egzersiz Adı	Günlük Tekrar Sayısı
Ekstansiyon	5
İç Rotasyon	20
Dış Rotasyon	5

Şekil 15. Hasta Bilgilendirme Sayfası

2. kullanıcı olan fizyoterapistlerin ana sayfası Şekil 16’da verilmiştir. Bu sayfada fizyoterapistler, toplam hasta sayılarını, onaylanmamış hasta sayılarını ve bilgilerini, 1 haftadır en az 1 egzersizini hiç yapmayan hasta bilgilerini gözlemleyebilmektedir.

7
Toplam Hasta Sayınız

1
Onay Bekleyen Hasta Sayısı

EGZERSİZ ATANMAMIŞ HASTALAR

TC Kimlik	Ad	Soyad	Hastalık
9999999999	Mehmetcan	Candan	

1 HAFTADIR EGZERSİZ YAPMAYAN HASTALAR

TC Kimlik	Ad	Soyad	Son Giriş
55544444444	Hstlki	HstlkiSoyad	22.02.2018
55555555555	HstBrk	HstSoyad	10.02.2018
33333333333	hst3	hst3soy	
44444444444	HST6	SYD6	
11111111111	Tam	surum	
11111111112	asd	asd	

Şekil 16. Fizyoterapist Ana Sayfa

Fizyoterapistlerin 2. sayfası hastalarının özet bilgilerini görebilecekleri hasta bilgileri sayfasıdır (Şekil 17). Bu sayfada fizyoterapistler daha önce egzersiz atamadıkları (onay vermedikleri) hastaları da ayrı olarak görmektedirler. Bu sayfadan istenilen hastaya egzersiz ata butonuna basarak egzersiz atama sayfasına gidilebilmektedir.

HASTA LİSTESİ PDF

10 kayıt Ara:

#	Tc Kimlik	Ad	Soyad	Hastalık	Doğum Tarihi
Egzersiz Ata	11111111111	Tam	surum	Donuk Omuz	8.03.2018
Egzersiz Ata	11111111112	asd	asd		15.03.2018
Egzersiz Ata	33333333333	hst3	hst3soy	Omuz Kırığı	6.01.1992
Egzersiz Ata	44444444444	HST6	SYD6	Omuz Kırığı	8.01.1993
Egzersiz Ata	55544444444	Hstlki	hstlkiSoyad	Donuk Omuz	5.01.1990
Egzersiz Ata	55555555555	HstBrk	HstSoyad	Omuz Kırığı	Belirsiz

6 kaydın 1 den 6 a kadar gösteriliyor Page 1 of 1

HİÇ EGZERSİZ ATANMAMIŞ HASTALAR

#	Tc Kimlik	Ad	Soyad	Hastalık	Doğum Tarihi
Egzersiz Ata	99999999999	Mehmetcan	Candan		30.12.1992

Şekil 17. Hasta Listesi Sayfası

Şekil 18’de gösterilen egzersiz atama sayfasında hastaların, hastalık bilgileri ve egzersizleri değiştirilebilmektedir.

HASTA EGZERSİZ ATA

Hasta Adı - Soyadı
Tam surum

Hastalığı
Donuk Omuz

Egzersizler
 SolAbduksiyon SolEkstansiyon SolDiş Rotasyon SolÇ Rotasyon

Şekil 18. Egzersiz Atama Sayfası

Fizyoterapistlerin hastanın yaptığı egzersizleri gözlemleyebileceği, hasta egzersiz bilgileri sayfası Şekil 19'da gösterilmiştir. Bu sayfa fizyoterapistlerin isteği doğrultusunda, hasta ile ilgili her şeyi gözlemleyebilecekleri ve işlem yapabilecekleri bir sayfa olarak tasarlanmıştır. Şekil 19'da görünen ilk bölümde hasta ile ilgili bilgiler gözlemlenebilmektedir. Bu bölümde hasta ile ilgili not alınabilmekte ve daha önce alınan notların gözlemlenebileceği bir sekme bulunmaktadır. Alt kısımda hastaya verilen egzersizler ayrı sekmeler içinde gösterilmektedir. Hastanın daha önce hiç yapmadığı egzersizler kırmızı sekmeler ile, en az 1 kez yaptığı egzersizler ise mavi sekmeler ile resimlenmiştir.

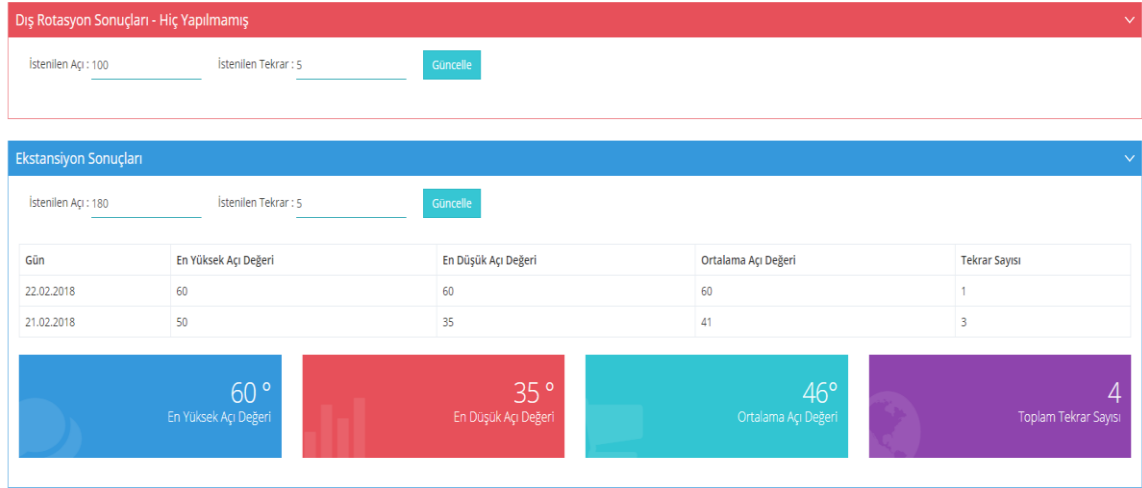
The screenshot displays a web interface for patient exercise information. It features a blue header bar with the title 'Hstiki hstikiSoyad Bilgileri'. Below this is a table with patient details:

Kan Grubu:	B-
Cinsiyet:	Erkek
Doğum Tarihi:	5.01.1990
Eposta:	iki@hasta.com
Telefon:	4444444444
Adres:	iki@hasta.com

Below the table is a 'Notlar' (Notes) section with a blue header and a white body. Underneath are four exercise category tabs: 'Dış Rotasyon Sonuçları - Hiç Yapılmamış' (red header), 'Ekstansiyon Sonuçları' (blue header), 'İç Rotasyon Sonuçları' (blue header), and another blue header tab.

Şekil 19. Egzersiz Bilgileri Sayfası

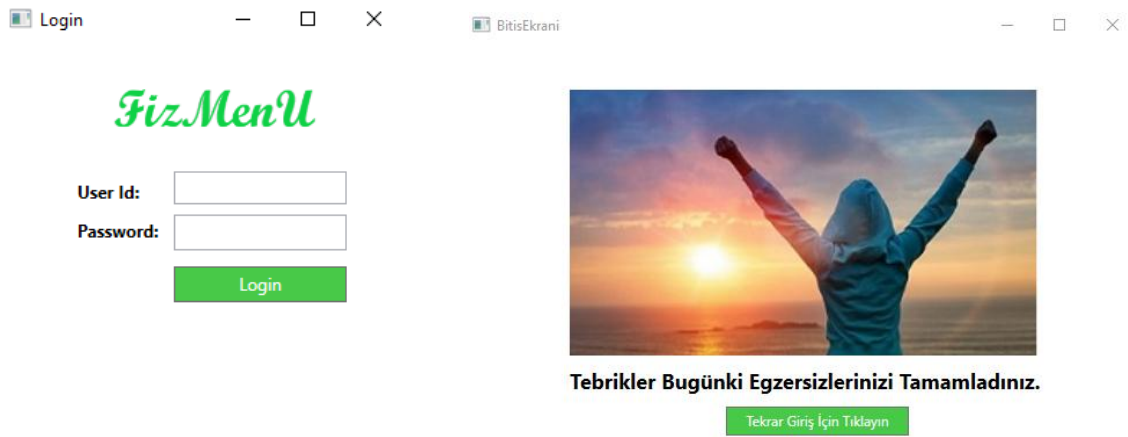
Her bir egzersizin sekmesinde ise Şekil 20'de gösterildiği üzere hastanın yaptığı her egzersizin bilgileri kendi sekmesi içinde gösterilmektedir. Bu bilgiler, hastanın 1 gün içinde yaptığı en yüksek, en düşük, ortalama açılı değerleri ve o gün içinde yapılan tekrar sayısı olarak liste görünümünde gösterilmektedir. Sekmenin alt kısmında da hastanın tedaviye başladığı günden beri yaptığı en düşük, en yüksek, ortalama açılı değeri ve o güne kadar yaptığı toplam tekrar sayısı gösterilmektedir. Sekmelerin en üst kısmından hastaların yapması istenen açılı değeri ve tekrar sayıları güncellenebilmektedir.



Şekil 20. Egzersiz Bilgi Sekmeleri

3.1.2. GOFU’da Yapılan Güncellemeler

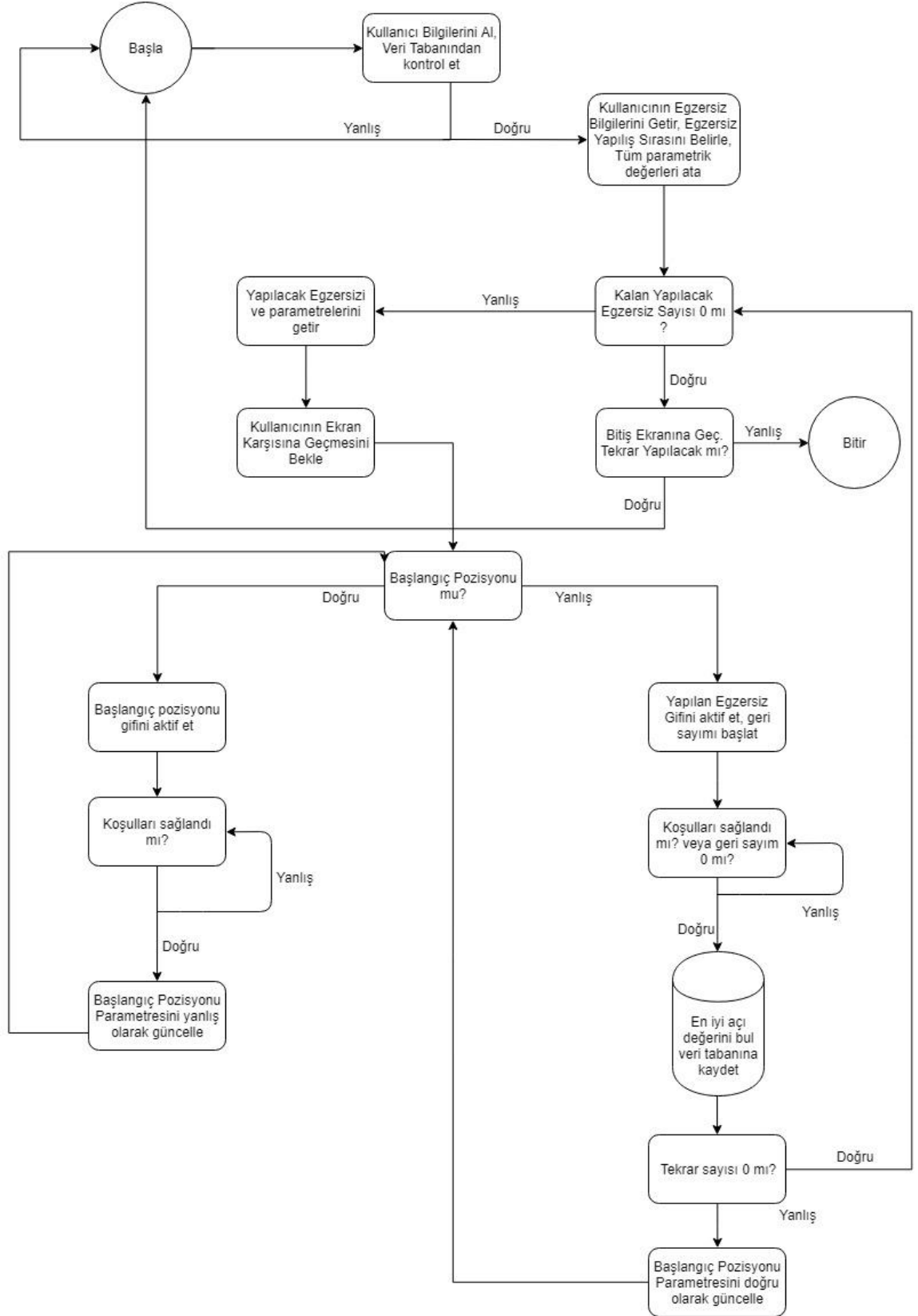
GOFU’nun 2. ara denemde, tasarımı değiştirildi, veri tabanına bağlanarak giriş ekranı (Şekil 21) sayesinde kullanıcı temelli çalışması sağlandı. Aynı zamanda hasta özelinde istenilen egzersizlere, bu egzersizlerin açı ve tekrar değerlerine göre parametrik olarak çalışması sağlandı. GOFU hastaların egzersizlerde yaptığı açı değerlerini de veri tabanına kaydederek fizyoterapistlere ulaştırması ile, bütünlük fizik tedavi uygulaması FizMenU’nun tamamlanmasını sağladı. Egzersizleri tamamlanan kullanıcılar için de bitiş ekranı (Şekil 21) koyuldu. Yine 2. ara döneminde fizyoterapistler ile yapılan testler ile GOFU’da yaptırılan egzersizler ile ilgili olan açı hesaplamalarında güncellemeler yapıldı. GOFU’nun akış şeması Şekil 22’de verilmiştir. FizMenU web projesi ve GOFU tarafından kullanılan veri tabanı diyagramı da Şekil 23’de gösterilmiştir.



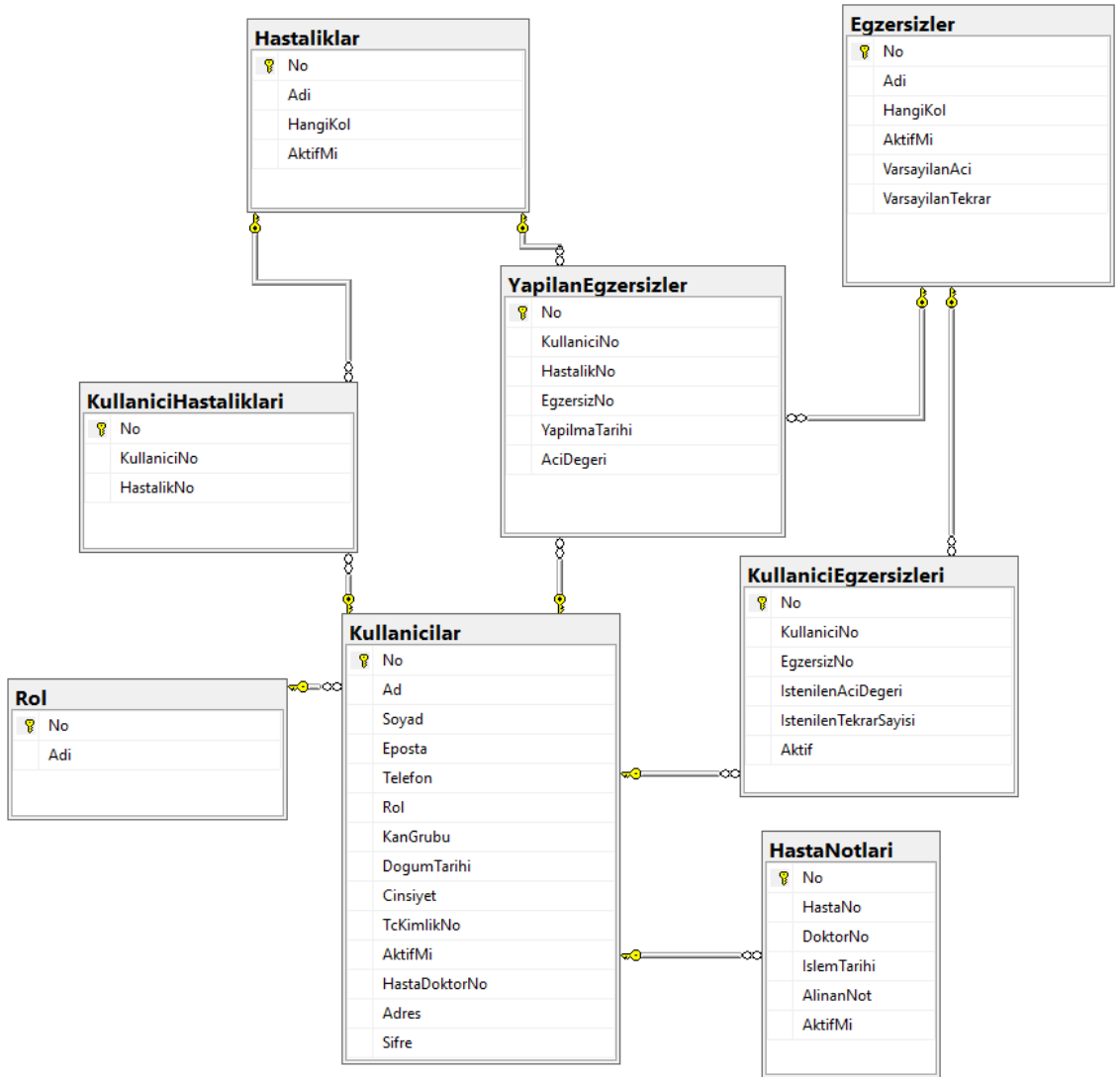
(a)

(b)

Şekil 21. (a) Giriş ekranı (b) Bitiş ekranı



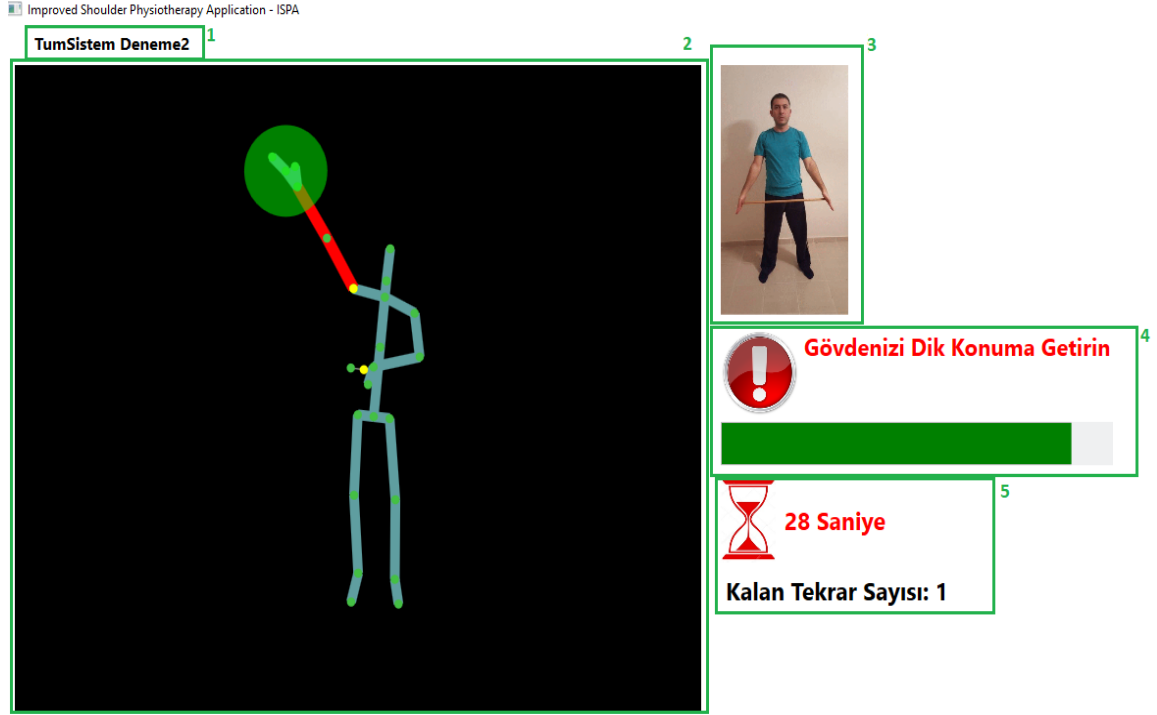
Şekil 22. GOFU Akış Şeması



Şekil 23. GOFU ve Web Uygulaması Veri Tabanı Diyagramı

Ekran görüntüsü Şekil 24'de verilen GOFU'nun yenilenen ara yüzü 5 bölümden oluşmaktadır. Bu yeni ara yüzde fizyoterapistlerin talepleri doğrultusunda, kullanıcının dikkati dağılmaması ve sadece kendi yaptığı egzersiz görüntüsüne odaklanabilmesi için, hastanın modellendiği görüntüsü büyütülmüş diğer kısımlar sadeleştirilmiştir. Şekil 24'de yeşil kareler şeklinde işaretlenmiş olan görüntünün, 1 numaralı kısmında kullanıcının isim bilgisi, 2 numaralı kısmında kullanıcının modellenmiş görüntüsü, 3 numaralı bölümünde yapılan egzersizin veya başlangıç pozisyonunun doğru yapılışını anlatan Gif görüntüsü, 4 numaralı kısımda kullanıcının yerine getiremediği kısıtlar hakkında bilgilendirmeler ve egzersizi yapması için kolunu ne kadar daha açması

gerektiği hakkında süreç barı ile verilen bilgilendirmeler, 5 numaralı bölümde ise yapılan egzersiz için kaç tekrarı kaldığı ve ilgili tekrarı tamamlaması için ne kadar süresi kaldığına yönelik bilgiler gösterilmektedir.



Şekil 24. Güncellenen GOFU Arayüzü

3.2. Geçerlilik Güvenirlilik Testleri

Literatür çalışmaları sırasında sistemin geçerlilik ve güvenirlilik testlerinin yapılması gerektiği ortaya çıkmıştır. Ve bu kapsamda literatür de ki Kinect ile yapılan geçerlilik güvenirlilik testleri incelenmiştir.

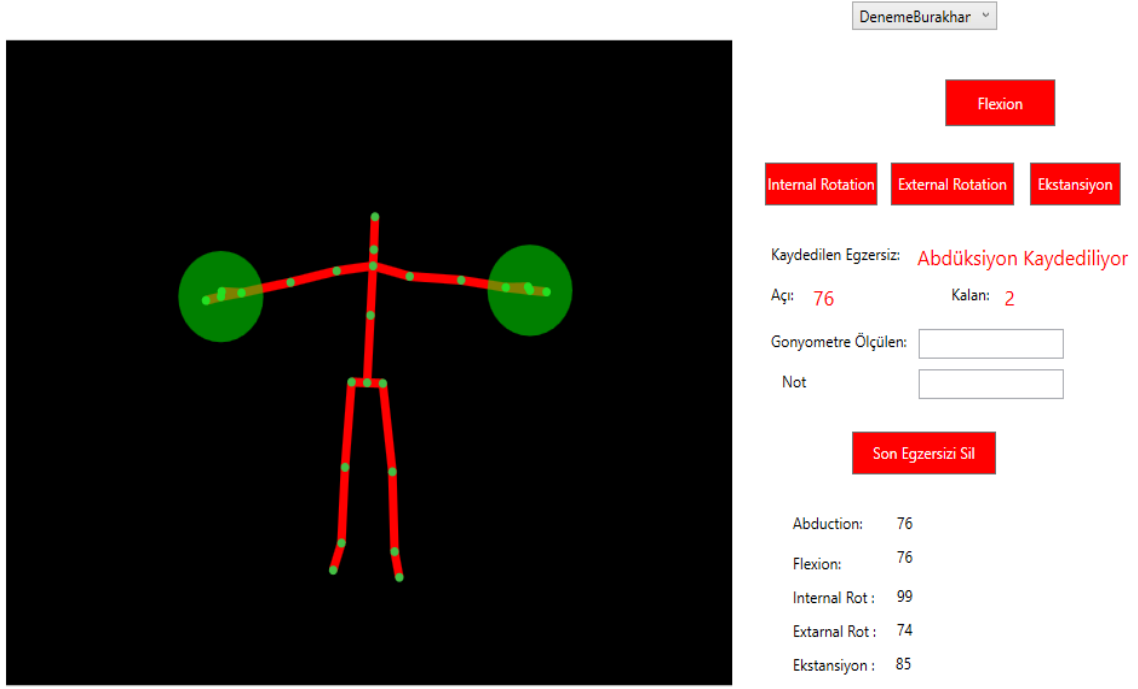
M. E. Huber ve diğerleri, yaptıkları çalışmada, Kinect'in aldığı noktalar üzerinde geçerlilik ve güvenirlilik çalışması yapmıştır. Abdüksiyon, fleksiyon, iç ve dış rotasyon üzerinde incelemeler yapan Huber ve diğerleri gonyometre ile Kinect 2'yi kıyaslayarak sonuçlar elde etmişlerdir. Kinect ile deneklerin yan tarafından ve karşı tarafından olmak üzere 2 farklı şekilde ölçümleri alınarak birbirleri ile kıyaslanmıştır. Güvenirlilik için, sınıf içi korelasyon kat sayısını (ICC) hesaplamışlardır. Bağlı güvenirlilik için, ölçülen standart hata (SEM) ve minimum tespit edilebilir değişiklik (MDC) hesaplamaları yapılmıştır. Geçerlilik testlerinde ise ortalama fark parametresi kullanılmıştır. Huber ve arkadaşlarının bulgularına göre, Kinect 2'nin kısıtları olduğu, eklem açılarının

ölçümlerinde geçerli ve güvenilir olduğu tespit edilmiştir [8]. Benzer yöntemler kullanılarak yapılan bir çalışmada bu sefer Kinect hem gonyometre ile hem de 3d manyetik izleyici ile kıyaslanmıştır. Bu çalışmasında bir önceki çalışmasına ek olarak Huber, Kinect 2'nin bazı hareketlerdeki farkın izlenmesinde kısıtları olduğu vurgusu yapmıştır [4].

Yukarıda ki 2 literatür çalışmasının benzeri incelenen çalışmalarda, Kinect 2'nin gonyometre ve 3d hareket analizi yapan cihazlar ile karşılaştırılarak geçerlilik testlerinin yapıldığı gözlemlenmiştir. Omuz egzersizlerini konu alan çalışmaların bazıları 1 egzersiz için, bazıları 2-4 egzersiz için geçerlilik güvenilirlik testleri yapmıştır. Omuz egzersizleri için yapılan bu testler ağırlıklı olarak abduksiyon, fleksiyon, iç ve dış rotasyon üzerine yoğunlaşmıştır. Bu çalışmaların bazılarında testlerin, egzersizlerin farklı farklı açıları üzerinde yapıldığı gözlemlenmiştir. Örnek olarak İ. Kösesoy'un geçerlilik güvenilirlik testlerinde, kullanıcıların 45 – 90 -135 -180 derecelik açıları için ölçümler almıştır. Güvenirlik için çalışmalarda sınıf içi korelasyon kat sayısının (ICC) temel alınarak yapıldığı gözlemlenmiştir. Genel kabul ise ICC'nin 0.80'nin üzerinde çıkmasının mükemmel düzeyde güvenilirlik olduğudur. Çalışmalarda güvenilirliği desteklemek için SEM ve MDC hesaplamaları da yapılmıştır. Geçerlilik testlerinde ise kabul edilebilir aralık (LOA) hesaplaması en çok kullanılan ve kabul gören test sonucudur. Yine bu geçerlilik sonuçları ortalama fark, standart sapma verileri ile desteklenmektedir. Bazı çalışmalarda da sınıf arası korelasyon hesaplamalarının yapıldığı gözlemlenmiştir [9-13].

Yapılan bu çalışmalarda en dikkat çeken durum aynı iki ölçüm aleti, (örneğin gonyometre, Kinect 2) aynı egzersiz için kıyaslanırken farklı çalışmalarda farklı sonuçlar çıkmaktadır. Bunun temel sebebinin, Kinect 2 ile ölçüm yapılırken kullanılan parametrelerin yazılım ile belirlenmesi olarak düşünülmektedir. Yani bu testler için asıl farklılık yaratan durum geliştirilen yazılımdır. Bu da her yazılım için geçerlilik güvenilirlik testlerinin ayrı olarak yapılması gerektiği sonucuna götürmektedir. Farklı sonuçların elde edilmesinin yan sebepleri olarak da, ölçüm yapan kişilerin farklı olması, yaptırılan tekrar sayılarının farklı olması, gonyometre ölçümlerinde farklı pozisyonlar kullanması sıralanabilir.

Geliştirilen sisteminde yaptırılan abdüksiyon, fleksiyon, iç rotasyon, dış rotasyon, ekstansiyon egzersizleri için geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır. Bu çalışmanın yapılabilmesi için FizMenU'daki egzersiz açı hesaplamaları aynen kullanılarak, ara yüzü Şekil 25'de gösterilen, yeni bir WPF uygulaması geliştirilmiştir. Bu uygulama GOFU ile benzer şekilde Kinect 2.0 SDK kullanılarak, Visual Studio ortamında, C# ile geliştirilmiştir.



Şekil 25. Geçerlilik güvenilirlik testi uygulama Arayüzü

Geliştirilen uygulamada öncelikle egzersizi yapılan kişi bilgisi dropdownlistden seçilmektedir. Fizyoterapist kullanıcının egzersizi doğru yaptığına kanı getirdikten sonra ilgili egzersizin butonuna basılmakta ve 3 saniyelik kayıt süresi başlamaktadır. Bu 3 saniye içinde 90 adet açı değeri alınmaktadır (kamera saniyede 30fps ile çalışmakta). Bu değerlerin hepsi veri tabanına küçükten büyüğe sıralanarak yazılmaktadır. İlgili egzersizin kayıt butonuna basıldığında yanlışlıkla tekrar basılmaması için ilgili egzersizin kayıt buton görünmez hale getirilmektedir. Kayıt işlemi tamamlandıktan sonra diğer egzersizler içinde aynı kayıt işlemleri yapılmaktadır. Bütün egzersizler bittikten sonra yeni kullanıcı seçilmesiyle tüm kayıt butonları tekrar aktif hale getirilmektedir. Egzersizleri kayıt ederken yapılabilecek hatalara önlem olarak son yapılan egzersizi de veri tabanından silme butonu koyulmuştur.

Geçerlilik güvenilirlik çalışması için açı hesaplamalarının doğruluğunu kontrol etmek üzere proje kapsamında bulunan yürütücü ve araştırmacılar üzerinde (4 kişi) testler yapılmıştır. Daha sonra dışarıdan rasgele seçilen 7 kişi üzerinde sistem test edilmiş ve açı hesaplama değerleri tekrar güncellenmiştir.

Geçerlilik testi için, Kinect 2'nin açı değerleri ile klinik onaylı gonyometre ve dijital gonyometre ile kıyaslanmıştır. Öncelikle fizyoterapist tarafından gonyometre ile ölçüm yapılmış, daha sonra Kinect 2 ile fizyoterapist gözetiminde ölçüm yapılmıştır. Güvenirlilik testi için kullanıcılara, her egzersiz için 3er tekrar yaptırılmış ve Kinect 2 ile açı ölçümleri alınmıştır. Testler 22 erkek 18 kadın olmak üzere 40 sağlıklı kişi üzerinde yapılmıştır. Ölçüm yapılan grubun yaş aralığı 19-33, yaş ortalaması 21,98'dir. Boy uzunlukları 1,55m – 1,92m aralığında olup ortalaması 170,82'dir. Grubun ağırlıkları 45kg – 115kg, arasında değişmekte ve ortalaması 68,25 kilogramdır. Alınan sonuçların minimum, maksimum, ortalama, medyan değerleri, ortalamanın standart hatası(SE ortalama) ve standart sapma değerleri Tablo 4'de verilmiştir. Q1, sıralı sıralı veri kümesinin ilk yarısındaki "orta" değeri ve Q3, sıralı veri kümesinin ikinci yarısındaki "orta" değeri temsil eder.

Tablo 4. Gonyometre, Dijital Gonyometre, Kinect V2'den alınan değerler

	Metot	Ortalama	SE Ortalama	StSap	Minimum	Q1	Medyan	Q3	Maksimum
Abdüksiyon	D. Gonyometre	179.10°	0.530°	3.35°	159.00°	180.00°	180.00°	180.00°	180.00°
	Gonyometre	178.32°	0.580°	3.67°	160.00°	177.25°	180.00°	180.00°	180.00°
	Kinect V2	178.00°	0.467°	2.95°	163.00°	178.00°	179.00°	179.00°	180.00°
Fleksiyon	D. Gonyometre	175.72°	0.643°	4.07°	159.00°	174.00°	176.00°	178.75°	180.00°
	Gonyometre	174.57°	0.647°	4.09°	160.00°	172.25°	175.00°	177.25°	180.00°
	Kinect V2	177.40°	0.472°	2.99°	168.00°	176.25°	178.00°	180.00°	180.00°
İç Rotasyon	D. Gonyometre	88.125°	0.581°	3.674°	70.000°	88.000°	90.000°	90.000°	90.000°
	Gonyometre	88.000°	0.641°	4.051°	70.000°	85.000°	90.000°	90.000°	90.000°
	Kinect V2	88.500°	0.662°	4.188°	69.000°	90.000°	90.000°	90.000°	90.000°
Dış Rotasyon	D. Gonyometre	82.025°	0.923°	5.837°	68.000°	78.250°	83.500°	86.000°	90.000°
	Gonyometre	80.700°	1.170°	7.400°	60.000°	78.500°	80.000°	85.000°	90.000°
	Kinect V2	87.375°	0.747°	4.721°	72.000°	85.250°	90.000°	90.000°	90.000°
Ekstansiyon	D. Gonyometre	44.975°	0.0250°	0.158°	44.000°	45.000°	45.000°	45.000°	45.000°
	Gonyometre	44.875°	0.125°	0.791°	40.000°	45.000°	45.000°	45.000°	45.000°
	Kinect V2	44.975°	0.0250°	0.158°	44.000°	45.000°	45.000°	45.000°	45.000°

Kinect V2 tabanlı ölçüm sisteminin omuz egzersizleri için güvenilirliğinin test sonuçları Tablo 5'de verilmiştir. Bu tablo, Mean, StDev, ICC, SEM ve MDC değerleri ile omuz açısının ölçülmesinden oluşmaktadır. Yüksek ICC metrik değerlerine göre, önerilen Kinect V2 tabanlı omuz egzersizi ölçüm sistemi, dört egzersiz pozisyonunun açılarının ölçümü için çok iyi bağıl güvenilirliğe sahiptir. Sadece ekstansiyon egzersizi için, Kinect V2 tabanlı sistemin iyi bir bağıl güvenilirliği vardır.

Tablo 5. Kinect V2 tabanlı ölçüm sistemi güvenilirlik testleri

	ICC _(3,k)	Mean	StDev	SEM	MDC
Abduction	0.861	176.38°	3.620°	1.35°	3.74°
Flexion	0.851	175.72°	3.620°	1.40°	3.87°
External Rotation	0.874	87.133°	5.577°	1.98°	5.49°
Internal Rotation	0.965	86.833°	5.109°	0.96°	2.65°
Extension	0.620	44.817°	0.698°	0.43°	1.19°

ICC: Sıfıfçı Korelasyon Katsayısı, SEM: Standart Hata, MDC: Ölçülebilir En küçük Değişim

Kinect V2 tabanlı ölçüm sistemi ve iki gonyometre sistemi arasındaki% 95'lik kabul edilebilir sınırı (LOA), önerilen sistemin geçerliliğini gösteren beş omuz egzersizi için hesaplanmıştır. Kinect V2 tabanlı ölçüm sistemi, standart gonyometre ve dijital gonyometre arasındaki geçerlilik sonuçları Tablo 6'da verilmiştir.

Tablo 6. Gonyometre – Kinect v2, Dijital Gonyometre – Kinect v2 Güvenirlik Sonuçları

	Gonyometre vs Kinect V2		Dijital Gonyometre vs Kinect V2	
	Ortalama Sapma	95% LOA	Ortalama Sapma	95% LOA
Abduction	0.33°	-4.86° to 5.51°	1.10°	-2.63° to 4.83°
Flexion	-2.83°	-9.88° to 4.23°	-1.63°	-9.03° to 5.68°
External Rotation	-0.50°	-7.55° to 6.55°	-0.38°	-6.11° to 5.36°
Internal Rotation	-6.67°	-21.42° to 8.07°	-5.35°	-18.30° to 7.60°
Extension	-0.10°	-1.69° to 1.49°	0.03°	-0.28° to 0.33°

Bu proje kapsamında gerçekleştirilen geçerlilik güvenilirlik testleri bölümünün makale olarak yayınlanması hedeflenmektedir.



Şekil 26. Geçerlilik güvenilirlik testleri gonyometre ölçümü



Şekil 27. Geçerlilik güvenilirlik testleri Kinect ölçümü

4.Sonuç

Bu çalışma, 2017-01.BŞEÜ.03-04 nolu “Omuz Eklemi, Kas ve Tendon Hasarlı Hastalar için Ms Kinect ile Mentör Uygulaması” isimli Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi kapsamında gerçekleştirildi.

Fizik tedavi süreci sadece fizyoterapist gözetiminde yapılan egzersizler ile tamamlanamamaktadır. Hastaların, fizyoterapist tarafından verilen egzersizleri evde de yapması gerekmektedir. Evde yapılan bu egzersizlerde, hastaların egzersizleri doğru yapma oranı %31dir. Bu durum hastaların tedavi sürecini tamamlayamaması ya da sakatlanmalarına sebep olmaktadır. Bu sorunların çözümü için bu projede, omuz eklemi, kas ve tendon hasarlı hastalar için donanımsal ve yazılımsal bir fizik tedavi mentörü geliştirilmiştir. Bu sistem sayesinde hastalar yapmaları gereken egzersizleri bir ekrandan görebilmektedir. Geliştirilen sistem hastaların duruş pozisyonlarında bir hata varsa veya egzersizi doğru yapmıyorsa hastaları uyararak doğru yapmalarına yardımcı olmaktadır. Geliştirilen web uygulaması ile fizik tedavi uzmanları, hastaların yaptıkları egzersizlerde ne kadar başarılı olduğunu gözlemleyebilmekte ve gerekli müdahaleleri yapabilmektedir.

Geliştirilen sistem klinik olarak onaylı gonyometre ile kıyaslanmıştır. Sistemde yaptırılan 5 egzersizden 4’ünde çok iyi güvenilirliğe sahip, 1 egzersizde iyi güvenilirliğe sahip çıkmıştır. Güvenirlilik testlerinde yapılan sistem umut verici sonuçlar almıştır.

Bu sistem Kinect v2 kamerası kullanılarak geliştirilmiştir. Sistemde kullanılan Kinect v2 ve bilgisayar yerine daha ucuz maliyeti olan Raspberry Pi 3 ve Raspberry kızılötesi kamera v2 kullanılabilirliği araştırılmaktadır. İlk yapılan denemelerde Raspberry kamerayla insan iskeleti çıkarılabildiği ancak tepki süresinin daha yavaş olduğu gözlemlenmiştir.

Gelecek çalışmalarda, geliştirilen sistemin hastalar üzerinde de test edilmesi, bu sistemi kullanılan hastalar ile geleneksel fizik tedavi yöntemi kullanan hastalar arasındaki farkların gözlemlenmesi hedeflenmektedir. Bu çalışma için Bilecik Devlet Hastanesi’ne başvurular tamamlanmıştır. Sistemin test çalışmaları 2-3 aylık bir sürede Bilecik Devlet Hastanesi Fizik Tedavi Merkezinde gerçekleştirilecektir.

5. Bilimsel Etkinlikler

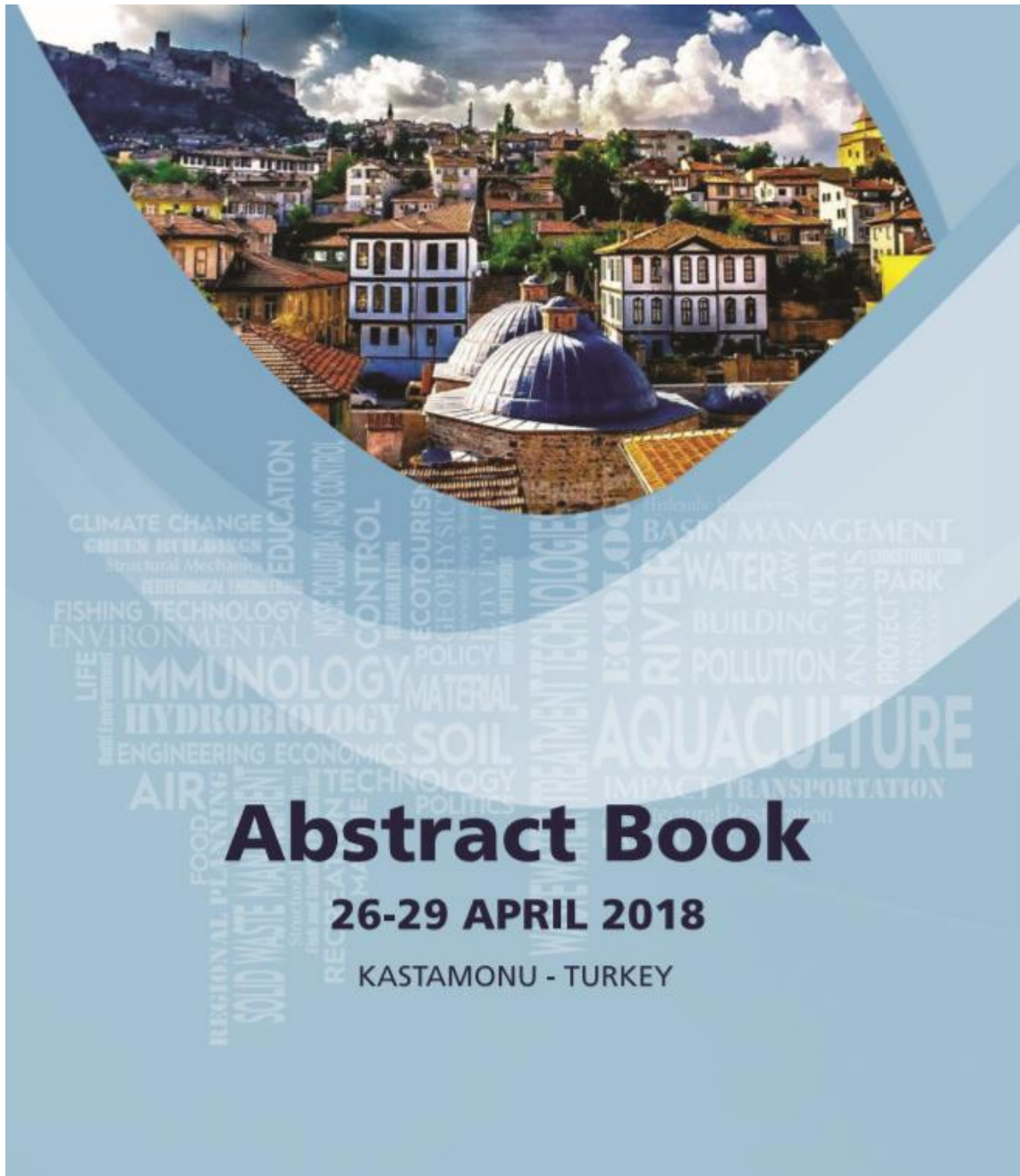
Bu proje kapsamında yapılan çalışmalardan iki bildiri hazırlanmıştır. Bildiriler International Congress on Engineering and Life Sciences (ICELIS 2018) ve International Conference on Advanced Technologies, Computer Engineering and Science (ICATCES 2018) konferanslarında sözlü olarak sunulmuştur. Son olarak, proje kapsamında yapılan geçerlilik, güvenilirlik testlerinin makale olarak gönderilmesi planlanmaktadır. Yayınlanan bildirilerin ilk suretleri EK-1,2’de verilmektedir.

6. Kaynaklar

- [1] Disability and Health. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs352/en/> (erişim: 10.01.2018)
- [2] A.K. Roy, Y. Soni, S. Dubey, “Enhancing Effectiveness of Motor Rehabilitation Using Kinect Motion Sensing Technology”, Global Humanitarian Technology Conference: South Asia Satellite, 298 - 304, Trivandrum, 2013
- [3] T. Truelsen, B. Piechowski-Jwiak, R. Bonita, C. Mathers, J. Bogousslavsky, G. Boysen, “Stroke incidence and prevalence in europe: a review of available data”, European Journal of Neurology, 13, 6, pp. 581–598, 2006
- [4] M. E. Huber, A. L. Seitz, M. Leeser, and D. Sternad, “Validity and reliability of Kinect skeleton for measuring shoulder joint angles: A feasibility study,” Physiother. (United Kingdom), vol. 101, no. 4, pp. 389–393, 2015.
- [5] P. Rego, P.M. Moreira, L.P. Reis, “Serious games for rehabilitation: A survey and a classification towards a taxonomy” . 5th Iberian Conference on Information Systems and Technologies, 1-6, Santiago de Compostela, 2010
- [6] P. Fikar, C. Schoenauer, H. Kaufmann, “The sorcerer’s apprentice a serious game aiding rehabilitation in the context of subacromial impingement syndrome”, 7th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare, pp. 327–330, Venice, 2013
- [7] <https://vwww.org/documentation/kinect> (erişim 19.01.2018)
- [8] M. E. Huber, A. L. Seitz, M. Leeser, and D. Sternad, “Validity and reliability of kinect for measuring shoulder joint angles,” Proc. IEEE Annu. Northeast Bioeng. Conf. NEBEC, vol. 2014–December, pp. 5–6, 2014.

- [9] R. A. Clark et al., “Reliability and concurrent validity of the Microsoft Xbox One Kinect for assessment of standing balance and postural control,” *Gait Posture*, vol. 42, no. 2, pp. 210–213, 2015.
- [10] S. H. Lee et al., “Measurement of shoulder range of motion in patients with adhesive capsulitis using a Kinect,” *PLoS One*, vol. 10, no. 6, 2015.
- [11] F. A. Matsen, A. Lauder, K. Rector, P. Keeling, and A. L. Cheronas, “Measurement of active shoulder motion using the Kinect, a commercially available infrared position detection system,” *J. Shoulder Elb. Surg.*, vol. 25, no. 2, 2016.
- [12] İ. Kösesoy, C. Öz, F. Aslan, F. Köroğlu, and M. Yiğilitaş, “Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi Pamukkale University Journal of Engineering Sciences Reliability and validity of an innovative method of ROM measurement using microsoft kinect V2 Microsoft kinect V2 t abanlı yenilikçi bir yöntem ile ROM ölçümlerine ait geçerlilik ve güvenilirlik çalışması,” no. X, pp. 1–6, 2017.
- [13] R. F. Zulkarnain, G. Y. Kim, A. Adikrishna, H. P. Hong, Y. J. Kim, and I. H. Jeon, “Digital data acquisition of shoulder range of motion and arm motion smoothness using Kinect v2,” *J. Shoulder Elb. Surg.*, vol. 26, no. 5, pp. 895–901, 2017.

EK-1:





Web Platform Design for Telerehabilitation of Shoulder Rehabilitation Exercises[#]

Burakhan CUBUKÇU^{1*}, Uğur YÜZGEC², Raif ZİLELİ³, Ali ZİLELİ⁴

¹Bilecik Şeyh Edebali University, Faculty of Engineering, Bilecik-TURKEY

²Bilecik Şeyh Edebali University, Faculty of Engineering, Bilecik-TURKEY

³Bilecik Şeyh Edebali University, Health High School, Bilecik-TURKEY

⁴ Bilecik State Hospital, Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Bilecik-TURKEY

*Corresponding Author: burakhan.cubukcu@bilecik.edu.tr

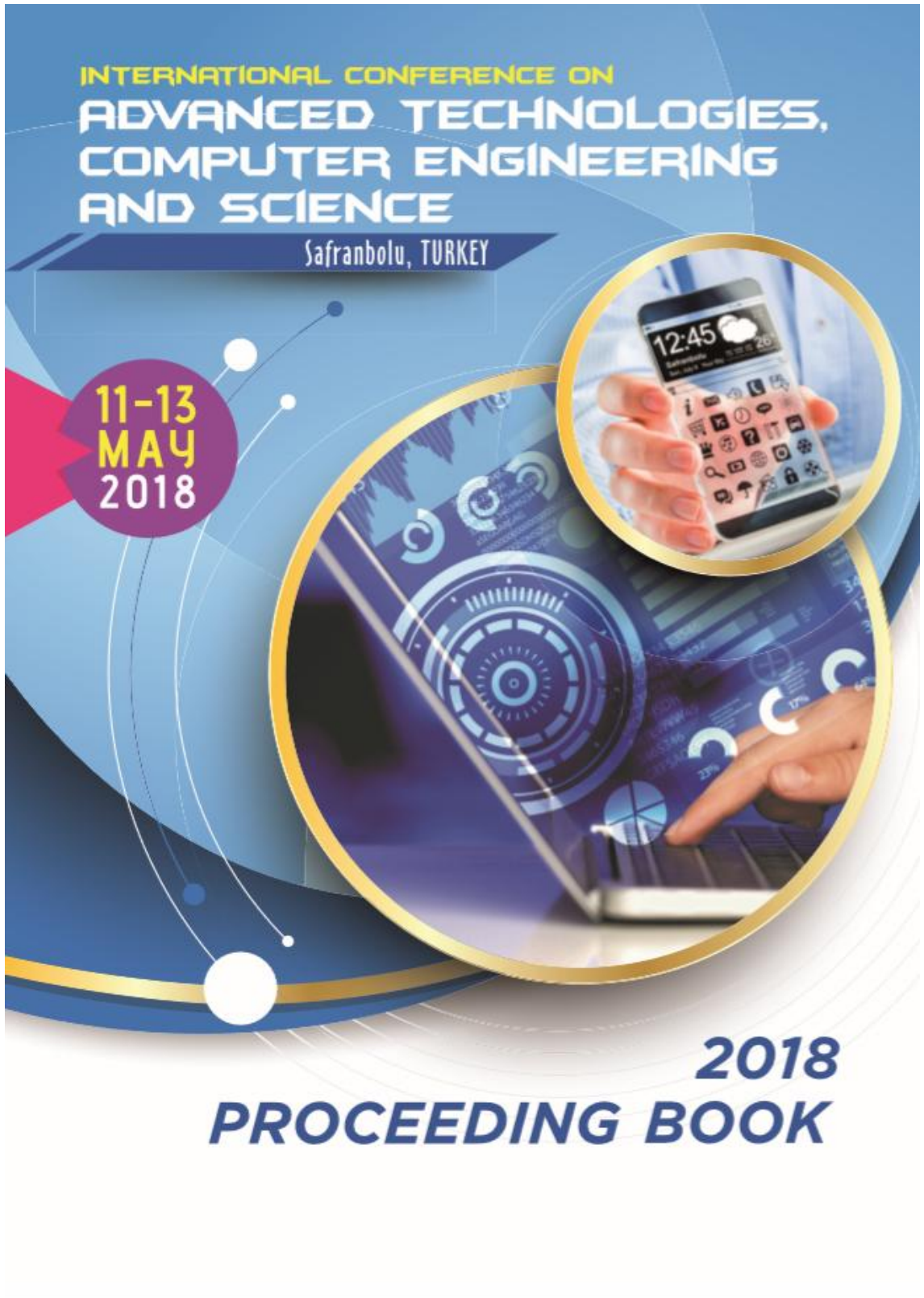
Abstract: About 15% of the world's population is living with a disability. People with disabilities need physical therapy for part-time or through their lifetimes. These people encounter some difficulties in doing physiotherapy exercises. One of them is that the physiotherapist may not follow the healing process continuously. To solve this problem, telerehabilitation is a frequently used method. Telerehabilitation is a term used to describe the provision of rehabilitation services at a distance using telecommunication technology as the service delivery medium. In this study, a web platform was developed for telerehabilitation applications. This platform was developed in visual studio environment with MVC architecture using C#, .Net, JavaScript. MS SQL Server2017 was used as the database. The main purpose of this web platform is to inform the physiotherapists instantly about the results of the exercises made by the patients as meaningful data and to enable the physiotherapists to intervene instantaneously. There are two main users in this web platform: physiotherapist and patient.

On the main screen of the physiotherapist, a list of patients waiting for approval and a list of patients who have not exercised in one week are displayed. The patient's physiotherapist must approve the patient's registry. On the approved patient page, the physiotherapist can see information about the patient, get a diagnosis about the patient, and choose the exercises the patient needs to do. There is also a separate page where the physiotherapist can observe the exercises of the patients. At the request of the physiotherapist, all the data about the patient is collected from a single page. The physiotherapists can see all the personal information of the patient, write notes about the patient and view these notes. All of the exercises given to the patient appear in separate sections. Within each exercise section, the physiotherapist can observe the best, worst, average angle values of the exercises performed by the patient and how many times the patient performs the related exercise on a daily basis. At the same time, the physiotherapist can change the number of repetitions and the critic angle about the exercise. On the patient's main screen, the patients can access the summary information of their physiotherapist and their exercises information. In the future studies, it is planned to develop a software for monitoring the exercises of the patients using the camera and recording patient's exercises angular values into the database of this web platform.

Keywords: telerehabilitation, physiotherapy, physical exercise, web platform design, shoulder rehabilitation

[#]Authors would like to acknowledge the support provided by Bilecik Şeyh Edebali University under grant 2017-01.BŞEÜ.03-04

EK-2:



A Kinect 2 Based Telerehabilitation Method for Shoulder Rehabilitation Exercises

B. ÇUBUKÇU¹, U. YÜZGEÇ², R. ZİLELİ³, A. ZİLELİ⁴

¹ Bilecik Şeyh Edebali University, Bilecik/Turkey, burakhan.cubukcu@bilecik.edu.tr

² Bilecik Şeyh Edebali University, Bilecik/Turkey, ugur.yuzgec@bilecik.edu.tr

³ Bilecik Şeyh Edebali University, Bilecik/Turkey, raif.zileli@bilecik.edu.tr

⁴ Bilecik State Hospital, Bilecik/Turkey, ahukaratas@hotmail.com

Abstract - The number of people with some kind of physical disabilities in the world is around 1 billion. The rate of people who need physiotherapy increases with the aging world population every passing day. Physiotherapy may not be completed with exercises made only in hospital. Therefore, patients should do the exercises given by the physiotherapist at home. The main problem here is that only 31% of the exercises performed by the patients are done correctly. Nowadays, in addition to traditional treatment methods there are studies on telerehabilitation to solve such problems. The aim of this study is to ensure that the shoulder rehabilitation exercises are performed at home by the patients and to provide physiotherapists with meaningful data about the exercises. In this study, Improved Shoulder Physiotherapy Application (ISPA) was presented using Microsoft Kinect 2 for shoulder rehabilitation exercises. ISPA is a hardware and software product that uses the joints on the patient's skeletal system. In the proposed system, the angular values are calculated using the joint points taken from Kinect 2 and the patients are simultaneously guided to do shoulder rehabilitation exercises correctly.

Keywords - Telerehabilitation, Kinect 2, Physiotherapy, Shoulder rehabilitation

I. INTRODUCTION

People with physical disabilities need to be physically treated in part or in their lifetime. According to studies conducted, the proportion of people who need physical therapy together with the duration of life is increasing every day. Today, the number of people with physical disabilities is over 1 billion in the world [1].

Patients who have to do physiotherapy exercises encounter some problems. One of the most important problems is whether be made the exercises correctly at home or not. The physiotherapy process is completed only by the exercises the patient doing at home, not ending at the hospital. In order to the physiotherapy to succeed, the exercises given by a specialist physiotherapist need to be repeated thousands of times by the patient. One way to do this is to have the daily home exercises done with a physiotherapist. But there are times when it is not financially possible. Patients do not have the opportunity to exercise with physiotherapist every day. So they can encounter problems making exercises correctly. [2]. The study shows that the patients who make exercises alone at home can only finished 31% of all exercises correctly [3]. These exercises done

incorrectly can affect the patient's health in a negative way. [4]. Yet another study shows that; 65% of the patients do not understand the exercises being done at home, whether they are doing it correctly [5].

Telerehabilitation is often used to solve this problem in physiotherapy. Telerehabilitation is a term used to describe the provision of rehabilitation services at a distance using telecommunications technology as the service delivery medium [6]. At the same time, patients can do exercises at home with this technology as doing exercises with expert physiotherapists [7]. Studies show that exercises done by visual technology is effective as done with the expert physiotherapist by the conventional method [8-10].

Microsoft Kinect Sensor (MS Kinect) is the one of the popular and useful camera technologies for telerehabilitation. Stable and successful results with MS Kinect were observed in clinical trials [11-12]. In the literature, there are many studies on rehabilitation with MS Kinect. For example, F Cary et al. studies kinect based system and artificial neural networks classifiers for physiotherapy assessment and K. LaBelle's studies evaluating of kinect joint tracking for clinical and in-home stroke rehabilitation tools can be shown as an example on partial paralysis [13-14]. There are lots of studies about elderly people who are able to do daily exercises at home with MS Kinect [15]. There are also studies like pilot study of a kinect-based video game to improve physical therapy treatment to make exercises in the game environment with MS Kinect [16].

In the second part of this study, MS Kinect camera is summarized and in section 3 describes Improved Shoulder Physiotherapy Application (ISPA) developed using Kinect 2 for patients with shoulder joint, muscle and tendon injury.

II. MS KINECT

Kinect has 2 models: Kinect 360 (Kinect 1) released in 2010 and Kinect ONE (Figure 1) released in 2014. Production of Kinect ONE for windows computers has been discontinued. However, Kinect ONE's (Kinect 2) version for X-Box can be connected to the computer with an adapter.