



**ÜST EKSTREMİTE HASTALIKLARININ TEDAVİSİ VE TEDAVİSİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN KINECT İLE BİR UYGULAMA
GELİŞTİRİLMESİ**

Alper KAYA

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİLGİSAYAR MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ 2019

Alper KAYA tarafından hazırlanan “ÜST EKSTREMİTE HASTALIKLARININ TEDAVİSİ VE TEDAVİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN KINECT İLE BİR UYGULAMA GELİŞTİRİLMESİ” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Fecir DURAN

Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Başkan: Prof. Dr. Nurettin TOPALOĞLU

Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Üye: Dr. Öğr. Üyesi Mustafa YENİAD

Bilgisayar Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum.

.....

Tez Savunma Tarihi: 19/07/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

.....

Prof. Dr. Sena YAŞYERLİ

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Alper KAYA

19/07/2019

ÜST EKSTREMİTE HASTALIKLARININ TEDAVİSİ VE TEDAVİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ İÇİN KINECT İLE BİR UYGULAMA GELİŞTİRİLMESİ

(Yüksek Lisans Tezi)

Alper KAYA

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2019

ÖZET

Ameliyat sonrası tedavi sürecinde ve eklem rahatsızlıklarında fizik tedavi uygulamaları yaygın olarak kullanılmaktadır. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümlerinin hasta sayısının çokluğu ve yetişmiş personel sayısının azlığı dolayısı ile yoğun bir servistir. Bu durum fizyoterapistlerin iş yükünün fazla olmasına neden olmaktadır. Bu çalışmada fizyoterapistlerin iş yükünü azaltmak için Kinect cihazı kullanılarak bilgisayar destekli eklem ölçüm ve değerlendirme sistemi gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışma hastanın fizyoterapist tarafından verilen fizik tedavi hareketlerini yaparken tedavi sürecini izleyebilmektedir. Kinect ile alınan insan iskelet eklem noktaları kullanılarak kişilerin baş,gövde ve omuz bölgelerindeki eklem açıklıkları ölçülmüştür. Bulunan eklem açıklıkları gonyometre sonuçlarıyla karşılaştırılarak sistemin doğruluğu artırılmaya çalışılmıştır. Çalışmada 70 hastalık bir test grubu oluşturulmuştur. Bu hastalardan alınan ölçümler gonyometre ölçümleriyle karşılaştırılmıştır. Deneysel sonuçlara göre baş fleksiyon %87,15 (± 10), gövde ekstansiyon %82,90 (± 10) ,omuz fleksiyon %87,15(sağ)-%90(sol) başarı ile ölçülmüştür. Sonuç olarak fizyoterapistler için üst ekstremitte hastalıklarının tedavisi ve tedavinin değerlendirilmesi için kolay kullanıma sahip yüksek başarımlı bir sistem gerçekleştirilmiştir.

Bilim Kodu : 92419

Anahtar Kelimeler : Kinect, Eklem Açıklığı, Unity 3D, Gonyometre

Sayfa Adedi : 87

Danışman : Dr. Öğr. Üyesi. Fecir DURAN

DEVELOPING AN APPLICATION WITH KINECT FOR THE TREATMENT AND
ASSESSMENT OF THE TREATMENT OF UPPER EXTREMITY DISEASES

(M. Sc. Thesis)

Alper KAYA

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

July 2019

ABSTRACT

Physical therapy is widely used in postoperative treatment and joint disorders. It is an intensive service due to the large number of patients in the Physiotherapy and Rehabilitation Departments and the small number of trained personnel. In this study, computer assisted joint measurement and evaluation system was realized by using Kinect device to reduce the workload of physiotherapist. The study can follow the treatment process while performing physical therapy movements given by the physiotherapist. The human skeletal joint points taken with Kinect were measured in the head, trunk and shoulder areas of the subjects. The joint openings were compared with the results of the goniometer to increase the accuracy of the system. In this study, a test group of 70 patients was formed. Measurements taken from these patients were compared with goniometer measurements. According to the experimental results, head flexion was measured 87,15% (± 10), trunk extension 82,90% (± 10), shoulder flexion 87,15% (right) - 90% (left). As a result, a high-performance system for physiotherapists with an easy-to-use system for the treatment and evaluation of upper extremity diseases was realized.

Science Code : 92419

Key Words : Kinect, Joint Span, Unity 3D, Goniometer

Page Number : 87

Supervisor : Dr. Lecturer Fecir DURAN

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım boyunca değerli yardım ve katkılarıyla birlikte çalıştığım saygı değer hocam Dr. Öğr. Üyesi Fecir DURAN'a, uygulama içerisinde ortak çalışmalarımız olan Aynur Neslihan METİN'e, deneysel çalışmalarımızda bize yardımcı olan Sağlık Bilimleri Fakültesindeki Dr. Fzt. Gökhan YAZICI ve Uzm. Fzt. Fettah SAYGILI hocalarıma, maddi manevi tüm destekleriyle beni yalnız bırakmayan aileme teşekkürü bir borç bilirim.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
RESİMLERİN LİSTESİ	xi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. İLGİLİ ÇALIŞMALAR.....	3
2.1. Eğitim Alanındaki Çalışmalar.....	3
2.2. Robotik Alanındaki Çalışmalar	6
2.3. Sağlık Alanındaki Çalışmalar.....	12
2.4. Diğer Alanındaki Çalışmalar	24
3. MATERYAL ve METOT	35
3.1. Unity 3D.....	36
3.2. 3DS Max	37
3.3. Kinect	38
3.4. Gonyometre	40
3.5. Eklem Açıklığı Ölçümü Hesaplama.....	41
4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR VE DEĞERLENDİRME.....	43
4.1. Ara Yüz	44

	Sayfa
4.2. App ve Web	49
4.3. Deneysel Çalışma	50
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	81
KAYNAKLAR	83
ÖZGEÇMİŞ	87



ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Kinect v1 ile v2'nin özelliklerinin karşılaştırması	39
Çizelge 4.1. Gonyometre ve kinectli sistemin baş ve gövde için olan eklem açıklığı ölçümlerinin karşılaştırılması.....	78
Çizelge 4.2. Gonyometre ve kinectli sistemin omuz için olan eklem açıklığı ölçümlerinin karşılaştırılması.....	78



ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Sistemin blok diyagramı	35
Şekil 3.2. Unity ara yüzü.....	36
Şekil 3.3. 3D Max ara yüzü	37
Şekil 4.1. Kinectli sistemin akış diyagramı	43
Şekil 4.2. Baş fleksiyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi	51
Şekil 4.3. Baş ekstansiyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi	53
Şekil 4.4. Baş lateral sol açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi.....	55
Şekil 4.5. Baş lateral sağ açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi	57
Şekil 4.6. Gövde fleksiyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi.....	59
Şekil 4.7. Gövde ekstansiyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi.....	61
Şekil 4.8. Gövde lateral sol açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi	63
Şekil 4.9. Gövde lateral sağ açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi	65
Şekil 4.10. Omuz abdüksiyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi	67
Şekil 4.11. Omuz fleksiyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi.....	70
Şekil 4.12. Omuz ekstansiyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi....	73
Şekil 4.13. Omuz dış rotasyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi ...	76

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Kinect insan iskelet noktaları.....	39
Resim 3.2. Gonyometre ve gonyometrenin eklem açıklığı ölçmesi.....	40
Resim 3.3. Eklem açıklığı koordinatları ve açısı	41
Resim 4.1. Uygulama ana ekranı	44
Resim 4.2. Uygulama doktor ekranı.....	44
Resim 4.3. Uygulama değerlendirme sonuç ekranı.....	45
Resim 4.4. Uygulama tedavi izleme ekranı	45
Resim 4.5. Gonyometre ve uygulama sonuçlarının karşılaştırılması ekranı	46
Resim 4.6. Uygulama hasta kayıt ekranı.....	46
Resim 4.7. Uygulama hasta menüsü ekranı	47
Resim 4.8. Kinect ile eklem açıklığı ölçme ekranı.....	48
Resim 4.9. Tedavi belirleme ekranı.....	48
Resim 4.10. App ekranı.....	49
Resim 4.11. Web ekranı	49
Resim 4.12. Baş fleksiyon hareketi	50
Resim 4.13. Baş ekstansiyon hareketi.....	52
Resim 4.14. Baş lateral sol hareketi	54
Resim 4.15. Baş lateral sağ hareketi.....	56
Resim 4.16. Gövde fleksiyon hareketi	58
Resim 4.17. Gövde ekstansiyon hareketi	60
Resim 4.18. Gövde lateral sol hareketi	62
Resim 4.19. Gövde lateral sağ hareketi.....	64
Resim 4.20. Omuz abdüksiyon hareketi	66

Resim	Sayfa
Resim 4.21. Omuz fleksiyon hareketi	69
Resim 4.22. Omuz ekstansiyon hareketi	72
Resim 4.23. Omuz dış rotasyon hareketi	75



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

m²	Metrekare
m³	Metreküp
mm	Milimetre
bpm	Dakikadaki Vuruş
kcal	Kilokalori

Açıklamalar

Kısaltmalar

AGM	Aktif Görüş Modeli
ASD	Autism Spectrum Disorder (Otizm Spektrum Bozukluğu)
AVF	Audiovisual Feedback (Görsel-İşitsel Geribildirim)
CC	Chest Compression (Göğüs Sıkıştırma)
CCD	Charge Coupled Device (Şarj Bağlantılı Cihaz)
CPET	Cardiopulmonary Exercise Test (Kardiopulmoner Egzersiz Test)
CPR	Cardiopulmonary Resuscitation (Kalp Masajı)
CVA	Cerebral Vascular Accident (Beyinsel Damar Kazası)
3D	3 Dimension (Boyut)
3D-NDT	3 Boyutlu Normal Dağıtım Transferi
DH	Denevit Hartonbery
DMP	Dinamik Hareket Primitive
DTW	Dynamic Time Warping (Dinamik Zaman Çarpıtma)
FAAST	Flexible Action and Articulated Skeleton Toolkit (Esnek Eylem ve Belden Kırmalı İskelet Araç Takımı)
FACS	Facial Action Coding System (Yüz Hareketi Kodlama Sistemi)

Kısaltmalar**Açıklamalar**

GUI	Graphical User Interface (Grafiksel Kullanıcı Ara yüzü)
HMD	Head Mounted Display (Kafaya Monteli Ekran)
HMM	Hidden Markov Modeli
HSV	Hue Saturation Value (Ton Doygunluk Değer)
KEHR	Kinect Enabled Home Rehabilitation (Kinect Etkin Ev Rehabilitasyonu)
MBA	Model Based Approach (Model Tabanlı Yaklaşım)
MBC	Marker Based 3d Camera (Marker Tabanlı 3d Kamera)
MBS	Model Based Stereophotogrammetry (Model Tabanlı Stereofotogrametri)
MIRA	Medical Interactive Recovery Assistant (Medikal İnteraktif Kurtarma Asistanı)
MLS	Markless Single Camera (Markless Tek Kamera)
MOCAP	Motion Capture (Hareket Yakalama)
MSE	Mean Square Error (Ortalama Kareli Hata)
PCA	Principal Component Analysis (Temel Bileşen Analizi)
PDQ	Parkinson's Disease Questionnaire (Parkinson Hastalığı Anketi)
PDV	Pose Depth Volume (Poz Derinlik Hacmi)
RGB	Red Green Blue (Kırmızı Yeşil Mavi)
RMS	Root Mean Square (Ortalama Karekökü)
ROC	Recevier Operating Charecteristic (ROC Eğrisi)
RTT	Round Trip Time (Gidiş-dönüş süresi)
SCAPE	Shape Completion and Animation of people (Şekil Tamamlama ve İnsanların Animasyonu)
SDK	Software Developmant Kit (Yazılım geliştirme seti)
SURF	Speed up Robust Feature (Sağlam Özelliği Hızlandırın)
SVM	Support Vector Machine (Destek Vektör Makinası)
TOF	Time of Flight (Uçuş süresi)

Kısaltmalar**Açıklamalar****XML**

Extensible Markup Language (Geniřletilebilir
İřaretleme Dili



1. GİRİŞ

Fizyoterapi tedavileri günümüzde pek çok hastalığın tedavisinde, ameliyat sonrası tedavi sürecinde ve eklem rahatsızlıklarında kullanılmaktadır. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümlerinin hasta sayısının çokluğu ve yetişmiş personel sayısının azlığı dolayısı ile yoğun bir servistir. Bu durum fizyoterapistlerin iş yükünün fazla olmasına neden olmaktadır Her hastayla ayrı ayrı ilgilenilmesi ve gerekli tetkiklerin ya da tedavinin yapılması gerekmektedir. Bu işlemlerde hastanın yanında bir fizyoterapist bulunması gerekmektedir. Hasta sayısının fazla olduğu bir bölümde yetişmiş personelin her hastaya zaman ayıramayacağı görülmektedir. Yapılan çalışmada fizyoterapistlere yardımcı olmak ve iş yüklerini hafifletmek için bir uygulama geliştirilmiştir. Uygulama Kinect ile alınan derinlik verisi bilgisiyle elde edilen insan iskelet eklem noktalarını kullanarak hastaların eklem hareket açıklıklarını ölçmektedir. Eklem hareket açıklığı insanların eklemlerini ne kadar oynatabildiklerini gösteren açısal bir değerdir.

Bu çalışmada amaçlananlar;

- Kinect cihazı ile elde edilen insan iskeleti noktalarını kullanarak kişinin eklem açıklıklarının bulması
- Eklem açıklığı bulunmasında kullanılan hareketlerin bir animasyon yardımıyla kişiye gösterilmesi
- Animasyondaki hareketleri kişinin yapması sağlanarak gerekli ölçüm değerlerinin alınması ve bunlarla eklem açıklığının bulunması
- Alınan ölçümlerin veritabanına kaydedilmesi ve böylece hastanın tedavisinin takibinin kolaylaşması
- Eklem açıklığı tedavisinde kişiyi gözlemleyip tedavinin ilerlemesinin ortaya koyulması
- Geleneksel eklem açıklığı ölçümü yapan gonyometrenin bilgisayar destekli olarak gerçekleştirilmesi
- Gonyometre ile alınan ölçümün değerinin elde edilmesi

Bu sistem ile gonyometre kullanılarak elde edilen değerler bilgisayar destekli olarak elde edildiğinden ölçüm işlemi daha kolay hale gelmektedir. Herhangi bir aparat kullanmadan, hastaya herhangi bir müdahalede bulunmadan Kinect kamera ile elde edilen veriler üzerinden tüm işlemler gerçekleştirilmektedir. Uzmanlar gonyometre ile eklem açıklığı

ölçümünü yaparken bir eklem açıklığı ölçümü işlemi iki ya da üç kez tekrarlanmaktadır. Önerilen çalışmada uzmanların birden fazla tekrarladığı süreç programda mevcut olduğundan sistemde eklem açıklığı ölçümünü birden fazla yapmaktadır. Bu durum ölçüm sırasında olduğundan bu ölçümler tek bir seferde gerçekleşmektedir. Ölçümdeki kolaylık yanında hastaya verilen tedavi hareketlerinin Kinect ile uygulanması sırasında hastayı izleyebilmesi ve daha sonra elde ettiği sonuçları raporlaması uzman kişilerin hastanın iyileşme sürecini görmesini sağlamasında önemlidir.

Çalışmada ikinci bölümde daha önceki çalışmalar incelenmiştir. Üçüncü bölümde çalışma hazırlanırken kullanılan materyaller ve metottan bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde sistemin ara yüzü, uygulaması üzerinde durularak, son bölümde sonuçlar değerlendirilmiştir.

2. İLGİLİ ÇALIŞMALAR

İlgili alanda yapılan çalışmalar eğitim, robotik, sağlık ve diğer alanlar olarak sınıflandırılmaktadır.

2.1. Eğitim Alanındaki Çalışmalar

Kora ve arkadaşları Hareket Navigatörü sistemiyle golf oyununun öğretilmesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Hareket Navigatörü, golf hareketlerini arttırılmış gerçeklikle golf öğrenecek kişiye göstererek hareketlerin kişi tarafından yapılmasını sağlamaktadır. Çalışmadaki amaç hem üst düzey model hareketlerinin hem de kullanıcının hareketlerini gösteren bir sistem modellemeye çalışmaktır. Sistem uzmanın hareketlerini kullanıcının önünde arttırılmış gerçeklik animasyonu ile gösterecek ve kullanıcı hareketleri de aynı zamanda uzman hareket modelinin üstüne ekleyecektir. Sistem bilgisayar, Kinect, HMD (Head-Mounted Display-Kafaya Monteli Ekran) ve web kamera içermektedir. Web kamera gerçek görüntüyü alırken görüntü bilgisayar aracılığıyla öğrenenin HMD'sinde gösterilir. Öğrencinin gerçek zamanlı hareketleri önüne yerleştirilen Kinect ile yakalanır ve bilgisayara yollar. Sistem Kinect ile kalibrasyon işlemini ve iki üst modeli ile öğrenme modelini öğrencinin HMD'sinde sanal gerçeklikle gösterme işlemini otomatik gerçekleştirmektedir. Yapılan deneysel çalışma ile sistemin kullanılabilirliği ve öğrenmedeki etkisi kullanıcılara uygulanan anketle belirlenmeye çalışılmıştır. 10 soru şeklinde hazırlanan anket iki gruba ayrılarak kullanıcılara uygulanır ve cevaplar karşılaştırılır. Sorgulanan sonuçlara sistem tüm hareketleri göstermektedir. Fakat 4 kullanıcı HMD'yi ağır bulmuştur ve bu nedenle HMD'nin geliştirilmesi beklenmektedir [1].

Zarzuela ve arkadaşlarının çalışmaları kullanıcıların İspanya'daki Valladolid şehri hakkındaki bilgilerini arttırmaya yönelik bir sanal gerçeklik oyunu üzerinedir. Bu amaçla şehirdeki Main Square ve bazı tarihi binalar sanal ortamda yeniden oluşturulmuştur. Oyunda yüzeydeki karoların altına sanat, spor, tarih, coğrafya ve edebiyat alanlarında sorular gizlenmiştir. Kullanıcılar oyun için Kinect'i kullanmaktadırlar. Oyun Serious Game olarak hazırlanmıştır. Oyunda 3D(Dimension-Boyut) olarak yeniden tasarlanan alanlar için Trimble Sketch up programından, harita bilgileri için de Google Map'ten faydalanılmıştır.

Oyun Unity 3D oyun motoru ile programlanmıştır. Unity 3D ile Kinect entegre edilerek kullanıcıların hareketlerini Kinect ile alarak oyun içinde hareketler sağlanmaya çalışılmıştır. Oyundaki hareketler oyundaki olayları tetiklemede önemlidir. Hareketler algılanarak hareketin yerine göre o bölgede olacak olan soru tetiklenerek kullanıcıya yöneltilir. Kullanıcı karakteri Make Human yazılımıyla oluşturulup Blender 3D model programından geçirilerek karaktere yürüme döngüsü kazandırılır. Karakter sorulara doğru cevap verdikçe oyuna devam edebilmektedir. Sorular sistemde rastgele gelmektedir ve sorulara cevap verirken üç hareket kullanılabilir. Sağ kol kaldırılarak zarlar döndürülür, sol kol kaldırılarak oyun kayıt edilir ve sorunun cevabı sağ ya da sol elle cevabın üstüne gelerek 3sn. beklenmesiyle seçilir. Oyun test edilirken on insan kullanılmıştır. Kullanıcıların yaş, boy, teknolojiyle aşinalığı gibi özellikleri çalışmanın sonucunu etkilemektedir. Çünkü bu teknolojiye aşina olmayan kişiler sistemi kullanmada zorluk yaşayabilirken aşina olanlar sistemi akıcı kullanmaktadır. Çalışmada grafik kartları farklı iki bilgisayar iki farklı çıkış cihazına bağlanarak görüntünün oyundaki etkisini ölçülmeye çalışılmıştır. Deneylerde oyun oynarken kullanıcıların sezgileri ve oyunun oynanabilirliği gözlemlenmiştir. Sonuçlarda oyuncular 3D projeksiyonda oyunu oynamayı etkili bulmuş ve bunun yanında sorulan sorulara %40 ile %60 arasında doğru cevap verdikleri görülmüştür. Cevaplanamayan sorular en son oyun bitince tekrardan kullanıcının karşısına geldiğinden dolayı az yüzdeye sahip oyuncular bile oyundan çeşitli bilgiler elde ederek ayrılmışlardır [2].

Ayala ve diğerlerinin çalışması Kinect ile Unity 3D oyun motoru kullanılarak Kinesthetic öğrenme tabanlı bir uygulama ile matematiğin öğrenimde kullanma üzerinedir. Kinesthetic öğrenme dinleme ve izleme yerine fiziksel olarak aktivite yaparak öğrenme kabiliyetine sahiptir. Bu tarz öğrenme küçük yaştaki çocukların doğayı, zamanı, uzayı ve bazı matematik konularını öğrenmede kullanılmaktadır. Bu teknolojinin kullanılması için insan hareketlerinin algılanması gerekmektedir. Kinect bu iş için son derece uygundur. Kinect ile Unity arasındaki bağlantı Zingfu Plugin tarafından sağlanmaktadır. Yapılan sistemde önce bir başlangıç menüsü vardır ve kullanıcı uygulamayı nasıl kullanacağını bu menüden öğrenir. Kullanıcı yeni bir sayfa açınca Kartezyen koordinat sistemi düzlemi karşısına gelir ve kullanıcı sağ eliyle noktaları kontrol edebilmektedir. Kullanıcı istediği zaman sol elle başlama butonuna sanal bir tıklama yapabilir. Böylece sağ elle işaretlenen noktalar yakalanmış olur. Kullanıcı böylece pek çok grafiği kolayca çizebilmektedir [3].

Bravo ve arkadaşlarının çalışmaları fiziksel terapist ile rehabilitasyon terapilerine direnen bilişsel engelli öğrenciler için dans ve müziğe dayalı bir dizi interaktif aktivite sunmaktadır. Geliştirilen faaliyetler, tümü araştırma ekibinin üyeleri olan öğretmenler, fizyoterapistve öğrencilerle gerçekleştirilmektedir. Çalışma grubun tüm üyelerinin dahil olduğu iki farklı araştırma döngüsüyle yapılmıştır ve bilişsel engelli öğrencilerle çalışma aşamalarının araştırma aşamalarını tartışmak için ortak olarak kullanılmıştır. Her iki döngünün tüm grup oturumlarının yazılı ve sesli kayıtlarını toplanmıştır. Müzik bölümü üç etkinlikten oluşmaktadır. Bu aktiviteler, kullanıcıların sanal bir sahnede yaptıkları hareketleri taklit eden bir 3D avatarı göstermektedir. Bu faaliyetlerin amacı, kullanıcıların bir müzik aleti çalmasıdır. Çalınabilen çalgılar, ziller ve piyanodur. Dans bölümü iki faaliyetten oluşmaktadır. Amaç, öğrencilerin beden dili aracılığıyla hareketlerini taklit edecek bir 3D avatar kullanarak sanal dünya ile etkileşime girebileceklerini keşfetmeleridir (tıpkı müzik egzersizlerinde olduğu gibi). Öğrenciyi hareket etmeye teşvik etmek için akustik bir müzik çalacaktır. Bu aktivitede, üç tane konuşlandırılmış hareket vardır: Kollarını kaldır, T pozunda bırak veya kollarını al. Kullanıcı düşen çiçekleri kolundan kaldırdığında kullanıcının kollarını T konumuna getirene kadar durmadan gökyüzü, donmuş modun aktif olduğunu ve çiçekler sahnede veya daha düşük kollarda durağan kalacağını gösterir, bu durumda çiçekler kaybolur. Resim bölümünde gerçekleştirilebilecek birkaç eylemi vardır: vuruşun kalınlığı, hangi boya rengiyle ve çizim alanını kesmek istiyorsanız. Boyamayı seçebileceğiniz renkler şunlardır: yeşil, kırmızı ve mavi ve konturlar: ince, orta ve kalın. Bu seçenekler, bu özelliklere bağlı olarak farklı etkinlikler gerçekleştirilebilmesini sağlar. Bir egzersiz, ortada yatay bir çizgi çizmektir ve bunun üzerine ya da altına farklı kalınlıkta bir çizgi çizmeleri gerekir. Bir varyasyon, farklı kalınlıkta iki çizgi çekmektir ve kullanıcıya, bu çizgiyi daha ince bir çizginin altına boyayacağınızı göstermektedir. Farklı aktiviteler özel bir eğitim merkezinde test edilmiştir. Çalışma sonucunda öğrencilerin sanatsal etkinliklerle motive olduklarına dikkat çekilmiştir. Öğrencilerin yarım saat süren bir seansta hiç şikayet etmeden ve dikkat içinde etkinliği yapmaları bu tür bir aktivite rehabilitasyon egzersizlerinin faydalı olacağını göstermiştir [4].

2.2. Robotik Alanındaki Çalışmalar

Munaro ve arkadaşları otonom gerçek zamanlı insan hareketlerini 3D hareket akış tahmini tabanlı bir sistem geliştirmişlerdir. Microsoft Kinect ile sağlanan renkli nokta bulutu veri kullanılmaktadır. 3D grid tabanlı tanımlayıcı hareket bilgilerini özetlemektedir. Geçici bir dizi tanımlayıcı en yakın komşuluk ile sınıflandırılmaktadır. Çalışmada pek çok farklı veri seti kullanılmıştır. İyi bir veri setinin iki anahtar özelliği boyutu ve çeşitliliğidir. Aynı zamanda pek çok farklı algoritma ile karşılaştırma yapılabilmektedir.

RGB-D hareket tanımlama görevinde yeterince farklı hareket olması gerekmekte ve pek çok farklı insan bunları denemesi gerekmektedir. 3D iskelet hareketleri kaydedilmektedir. Veri setinde bu eksiklikler gözlemlendiği için çalışmayı yapanlar IAS-Lab Action verisini 15 farklı hareketin 12 farklı insan tarafından yapılmasıyla elde etmişlerdir. Çalışmada 3D renkli uzayda 3D hareket noktalarını hesaplamak için yeni bir teknik tanıtılmıştır. Bu teknik ardışık framelere ait bulut noktaları arasındaki uygunluğu tahmin etmeyi içermektedir. Aynı zamanda herhangi bir bulut noktasına uygulanabilmektedir. Kaynak ve hedef olarak verilen nokta bulutuna şunlar uygulanır: İlk olarak uygunluk bulunur ve hedef bulut noktasındaki her nokta için k yakın komşuluk XYZ koordinat uzayında Öklid mesafesine göre bulut nokta kaynağında seçilir. Sonuç noktaları arasından en yakın komşuluk HSV koordinatlara göre seçilir. HSV,RGB'ye göre tercih edilmektedir. Çünkü daha algılanabilir bir formdadır. İkinci olarak karşılıklı uygunluk vasıtasıyla aykırı red:Bu metot uygunluğu hedeften kaynağa ve kaynaktan hedefe hesaplamaktadır ve iki yönde eşleşen noktaları saklamaktadır. Üçüncü olarak her eşleşme için 3D hız vektörü $v_i = (p_{itarget} - p_{isource}) / (t_{itarget} - t_{isource})$ dur. Son olarak 3D hız değerli noktalar belli bir eğitim altındaysa görmezden gelinmektedir. İzole edilen noktalar aynı zamanda silinmektedir. Her vücut kısmının hareket yönü ve büyüklüğünü tanımlayacak bir hesaplama için insan nokta bulutunda uygun bir 3D grid merkez alınır. Bu grid insan boyunca küplere bölünmektedir. Çalışmada iki çeşit tanımlayıcı karşılaştırılmaktadır. Biri her küpte hareket vektörünün ortalamasını hesaplamak diğeri de küpün hareket vektörlerini toplamını hesaplamaktadır. Grid alan bu çalışmada 64 küpe bölünmüştür. Yapılan testlere göre 3D akış tekniği iyi sonuçlar elde etmiştir. %87.4 lük bir doğrulukla sınıflamayı gerçekleştirmektedir [5].

Sanna ve arkadaşlarının çalışması mobil bir platformu kontrol etme üzerinedir. Doğal kullanıcı ara yüzüyle görsel hesaplama teknikleri kullanılarak quadrotorun yönü kontrol edilmeye çalışılmıştır. Sistemde vücudun çeşitli yerlerinin bilgileri çıkarılmakta, bu bilgilerden duruşlar tanımlanmakta ve tanımlanan duruşlara göre olan komutlar quadrotora gönderilmektedir. Microsoft Kinect jest takip cihazı olarak kullanılmaktadır. Kinect ile insan hareketleri algılanmakta bunlar bilgisayara iletilmekte bilgisayarda bunları Wifi ile Drone'a komut olarak iletmektedir. Amaç kullanıcı vücudunu bir kontrolör olarak kullanıp Dronu kontrol etmektedir. Yazılımsal olarak mimari Drone GUI ye navigasyon talimatlarını göndermektedir.

Bu talimatlar FFAST tarafından platform talimatlarıyla alakalı bir dizi klavye olayını tetiklemektedir. Sistemde her bir duruşun bir eşik değeri vardır. Bu eksik değeri tanımlamadaki duyarlılığı belirtmektedir. Sonuç olarak yapılan sistem insan robot etkileşiminde etkili bir çalışma oluşturmaktadır [6].

Stoyanov ve diğerlerinin çalışması üç yeni derinlik sensörü olan the Swiss Ranger, Fotonic B70 ve Microsft Kinect'in geniş bir değerlendirmesinin yapılması üzerinedir. 6 farklı senaryoda denenilen sensörlerin performansları karşılaştırılmıştır. Laser Range Finder sistemi bu karşılaştırmalarda referans olarak alınmıştır. 3 farklı sensörün karşılaştırılması için iyi tanımlanmış bir yapıya ve aynı zamanda iyi hazırlanmış karşılaştırma kriterlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Sensörlerin çevreyi algılamaları birbirinden farklıdır ve karşılaştırma için bir test nokta dizisi referans ölçüm kullanılmalıdır. Karşılaştırmalar için 3D-NDT seçilmiştir. Normal dağıtım transferi orijinalde 2D lazerlerin yapılması için geliştirilmiştir. Merkezinde bir dizi Gauss olasılık dağılımına dayanmaktadır. NDT daha sonra 3 boyut olarak geliştirilmiştir. 3D-NDT modelinin formülasyonu Gauss olasılıklarının yoğunluk fonksiyonu toplamasını kullanarak Gauss mixture modeldir. 3D-NDT kullanarak yapılacak olan değerlendirmede bir referans nokta bulutu oluşturulmuştur. Bu noktadan negatif ve pozitif noktalar oluşturulmaktadır. Sensörlerden alınan verilerle ROC (Recevier Operating Charecteristic-ROC Eğrisi) eğrisi hesaplanmaktadır. Değerlendirme bir konteyner içine yerleştirilen üç nesneyle yapılmaktadır. Elde edilen sonuçlar ROC eğrisi, MSE(Mean Square Error-Ortalama Kareli Hata) eğrisi olarak gösterilmektedir. Bu eğrilerden elde edilen sonuçlara göre; aLRF sistemi üç senaryoda da yüksek doğru pozitifte sahip olmuştur. Bununla beraber MSE aLRF için oldukça yüksek çıkmıştır. Bunun nedeni çevrenin ve yerin örtüşmemesidir. Kinect ve SR-4000 ROC

eğrisinde ve MSE de yaklaşık aynı sonuçları vermişlerdir. Kinect'in performansı biraz daha yüksek gelmiştir. Fotonic B70 ToF kamera en yüksek MSE oranına ve oldukça düşük bir ROC eğrisine sahiptir. Yüksek varyans ve gürültüde örnekler belirgin bir şekildedir. Karşılaştırma sonucunda üç cihazında yüksek frame oranları ve yoğun menzil değerleri sağladığı görülmektedir. Fakat bunların hiçbiri lazer sistemi doğruluğuyla benzer değildir. Microsoft Kinect sensörün küçük çevrelerde yüksek veri oranı sağladığı görülmüştür. Büyük çevrelerde ise diğer iki sensörün Kinect'ten daha iyi sonuçlar elde ettiği görülmektedir [7].

Sgorbissa ve Verda Kinect ile çekilen bir dizi fotoğrafın parçalarını birleştirerek mobilya gibi objelerin tanımlanması ve sınıflanması üzerine bir çalışma yapmışlardır. Kinect kullanarak nesneler bir nokta bulutu olarak algılanmakta, farklı açılardan alınan fotoğraf bilgileri birleştirilerek veri seti karşılaştırılmaktadır. Nesne tanımlama ve sınıflama literatürde genişçe araştırılan bir konudur. Bu konu robotik alanında önemli bir rol oynamaktadır. Kullanılan sistem offline kısmı ve online kısmı olarak iki kısımdan oluşmaktadır. Offline kısmında segmentasyon, graf yapısı ve model çıkarma olarak üç kısımdan oluşmaktadır. Segmentasyon kısmında Kinectten alınan obje parçalara ayrılmaktadır. Bunun bir algoritma kullanılmaktadır. Algoritma ile nokta bulutu alt kümeler ayrılmaktadır. Ayrılma işlemi bittikten sonra her bir küme şekline göre etiketlenmektedir. Graf yapısı kısmında algoritma ile elde edilen sınıflar graf oluşturmada kullanılmaktadır. Burada her bir sınıf graf için bir düğüm oluşturmaktadır. İki düğüm bir kenarla bağlanmaktadır. Model çıkarma kısmında graf oluşturma sonucu model çıkarma için girişi oluşturmaktadır. Model çıkarma iki farklı algoritma kullanılmaktadır. Bir algoritma her bir fotoğrafı analiz ederek alt düğümleri grafa cevap olarak dönmektedir, diğer algoritma ise aday düğümler modeli oluşturmaktadır. Online kısmında objenin tanımlanması yapılmaktadır. Bunun için obje modeli veritabanı kullanılmaktadır. Yapılan deneysel çalışmada Kinect bir odadaki objeler üzerinde sınanmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre sistem objeleri doğru tahmin edebilmektedir. Kinect'in menzil sorunu çalışmanın eksikliklerindendir [8].

Du ve Zhang'nın çalışması işaretli Kinect tabanlı 3D el izleme kullanarak çift robot yürütme ara yüzü metodu üzerinedir. İşaretli Kinect tabanlı el izleme 3D anatomik pozisyon ve yörünge için gerekmektedir. Burada elde edilen veriler robot yöneticilere gönderilerek gerçek zamanlı el hareketleri kopya edilebilecektir. Kinect iskelet eklemlerini

15 noktada göstermektedir. Bu çalışmada bu noktalardan sadece 6'sı kullanılmaktadır. Yumruk ve işaret parmağı robotun pozunu kontrol ettiği için bu noktaların yerinin bulunması gerekmektedir. Robotun kontrolü için aşılması gerek başka bir kısım vücudun hareketi ve titremesidir. Ölçümlerin doğru yapılması ve titremenin giderilmesi için bir dizi matematiksel işlem denenmesinde bir deney ortamı hazırlanmıştır. Bu deneyle Kinect tabanlı insan robot yönetimi ara yüzünün kabiliyeti gerçek zamanda denenmektedir. Deneyde çeşitli objeler hedef bölgelere robot kollar aracılığıyla taşınmaktadır. Elde edilen sonuçlar analiz edilerek sistemin başarısı araştırılmaktadır. Sistemde robot nesneleri yakalayıp taşıyabilmektedir. Sistemin bir avantajı sistemin bir kontrol döngüsüne sahip olamamasıdır. Böylece robotları kontrol eden kişi objelerin başlangıç ve bitiş yerlerini istediği gibi seçebilmektedir [9].

Rosado ve arkadaşları insan hareketlerini yeniden oluşturmak ve genellemek için iki uygulamanın karşılaştırmasını yapmaktadırlar. Asıl amaç taklit öğrenmesinde yeni bir anahtar içerik sağlamaktır. Bu bağlamda iki teknik olan dinamik hareket primitive (DMP) ve PCA üzerine yoğunlaşmıştır. Taklit öğrenmesi bugünlerde robotlara insan hareketlerini öğretmek için kullanılmaktadır. İnsan özelliklerini robota aktarmada pek çok zorluk vardır ve çalışmada bu zorlukların üstesinden gelinmeye çalışılmıştır. Kinect hareket kamerası 640x480 derinlikli resmi 30 frame ile saniyede elde etmektedir. Bu derinlik resminde insan iskeletinde 20 vücut eklemi vardır. Çalışmada bu eklemlerden üst uzuvlar ele alınmaktadır. Hareket yakalama verilerinin robota aktarılması önemli bir durumdur ve bunun için her bir eklem 3D pozisyonu değiştirilmelidir. Hareket çıkarma metodu için nonlinear dinamik sistem PCA ve Hidden Markov modeli kullanılmaktadır. DMP analitik olarak dinamik sistemin iyi anlaşılması için kullanılmaktadır. Yüksek boyutlu verilerle çalışırken bu verilerin boyutunu azaltmak genişçe bir kullanıma sahiptir. Burada da hareket genelleme problemini çözmek için PCA tabanlı bir lineer boyut azaltması yapılmıştır. Genelleme performansının değerlendirilmesinde hem metrik hem de istatistiksel teknik kullanılmaktadır. Metrik genelleme kabiliyetini değerlendirmektedir. Yapılan deneysel çalışmada insan gösterimini kaydetmek için deneysel durumlar tarif edilir, yeniden üretme ve genelleme performansına göre 3 D erişim görevi yapılmıştır. Kinect ile iki dikey paralel düzleme yerleştirilmiş 50 hedefe ulaşılması kaydedilmektedir. Bu şekilde her denemede git sinyalinin sonrasındaki devam eden hareket ile hedefe rahat bir hızda hareket ettirilmektedir. Tüm denemelerde bu hız saklanmaya çalışılmaktadır. Deneylerde sadece kol ve kürek kemiği hareket ettirilmektedir.

Gövde hareketlerinin geometrik modele bir önemi yoktur. Her veri koleksiyonundan önce kolun statik kalibrasyon duruş pozisyonu kaydedilmektedir. Bu kalibrasyon eklem açısı hesaplamasında temel olarak kullanılmaktadır. Her eklem açısında bu kalibrasyon duruşu sıfır noktası olarak alınmaktadır. MDS analizinde her hücre değerlendirilen referans süresinde bir çift hareket arasındaki Öklid mesafesini temsil eden 25x25'lik bir benzerlik matrisi kullanılmaktadır. MDS görüntüleme datadaki açık kümelerin bulunmasına yardımcı olmaktadır. Çalışmanın değerlendirilmesinde önce üretilen yörüngeler eklem yörüngesine sabitlenebilmektedir. Sonra en iyi görüşün robotik kolun nasıl iyi verilen hareketi ürettiği belirlenmelidir. DMP yaklaşımı iki soruyla test edilmektedir. İlk soru üretilen hareketlerle orijinal hareketlerin karşılaştırılması için, ikinci soruda DMP ile üretilen hareketlerin orijinal olanlarıyla olan benzerliklerine bakılmaktadır. PCA yaklaşımı ile de belirli noktalar seçilerek PC bu noktalar için hareket oluşturmada ve orijinal olanla bu hareketler karşılaştırılmaktadır. Sonuç olarak iki yaklaşımda küçük setler halinde hareketleri değerlendirmektedir ve değerlendirmede bazı sapmalar görülmektedir. Özellikle DMP yaklaşımı PCA'ya göre daha küçük hatalar vermektedir. Fakat DMP daha çok hesaplama gücüne ve hafıza kapasitesine ihtiyaç duymaktadır [10].

Ukida ve Tanaka insan jestleri kullanarak mobil robot taşıma sistemi geliştirmek üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bunun için Kinect cihazı ve Tetra-ds 4 mobil robotu kullanılmıştır. Kinect cihazı 3D insan hareketlerini yakalamada kullanılmaktadır. Kinect'in derinlik görüntüsüyle 20 parçaya ayrılan insan vücudunun bölümleri çalışmada kullanılmaktadır. Tetra-ds 4 robotu iki AC motora sahip 2m/s hızla hareket edebilen bir robottur. Kinect ile bir bilgisayar bu robota bağlanarak bir sistem oluşturulmuştur. Robot hareketi Kinect görüntüyü bilgisayarda tanımlamayı sağlamaktadır. Robotun 5 komutu vardır: öne, geriye, sağa sola git ve dur. Çalışmada bu komutlar için sadece sağ sol kullanılmaktadır. Sağ kolla yapılan hareketlerle sistem hareket etmektedir. Hareketlerin tanımlanması için bazı özelliklerin hesaplanması gerekmektedir. Sağ kolun hareketleri Kinect sensöründen elde edilen koordinatlarla hesaplanmaktadır. Kinect'ten elde edilen koordinat sistemi vücut merkez koordinat sistemine çevrilmektedir. Bu çevirme işleminden sonra sağ el vücudun merkezi haline gelmektedir.

Sağ elin hareket eşleştirilmesi için önce kazanılan bir öğrenme verisi elde edilmektedir. Bunun için;

- Bir kişi Kinect sensör karşısına geçerek hareketleri yapmaktadır.
- 6 özellik hesaplanmaktadır.
- Bir hareket için adım 1 ve 2 10 kez yapılmaktadır. Bunların ortalaması öğrenim verisi olarak kullanılmaktadır.
- 1 ile 3 arası yenilenerek diğer hareketler içinde öğrenim verisi elde edilmektedir.

Hareket tanımlama metodunda öğrenim verisi kullanılmaktadır. Kinect ile alınan hareket verisi ve dönüştürülen eklem koordinatları elde edilmektedir. Yapılan deneysel çalışmaya göre hareket tanımla biraz zamana ihtiyaç duymaktadır. Bir hareketin algılanmasından sonra diğer hareketin algılanması için belli bir süre geçmektedir ve bu gecikme sistemin bir eksikliğidir. Bunla beraber sistemin her zaman hareketleri doğru tanımlamaması bu konuda halen çözülmemiş sıkıntılar olduğunu göstermektedir [11].

Cheng ve diğerleri insan bilgisayar etkileşimi üzerine Nao insansı robotu Kinect ile kontrol edilmeye çalışılmaktadır. İnsan robot interaktif gösteri sistemi kurulmuştur ve Kinect de bu sistemde vücut duruşu tanıyıcısı olarak kullanılmaktadır. Topladığı ve tanımladığı farklı vücut duruşlarını robota iletmektedir. Buda robotların farklı eylemleri başarmasını ve insan robot etkileşiminde bir ilerleme sağlamaktadır. Sistemin yapısı bir adet Nao robotu ve Kinect cihazıyla oluşmaktadır. Sistem Kinect ile vücut duruşları 3D olarak toplanması , Kinect ile alınan görüntülerde duruş modeli tanımlanması, Veri ve talimatların transferi ve Nao'nun davranışını gerçekleştirmesi adımlarına dayanmaktadır. Kinect vücut duruşunu tanımlayarak bir iskelet modeli oluşturmaktadır. Nao ile Kinect'in haberleşmesinde UDP protokolü kullanılmaktadır. Çünkü ikisi de farklı mimarilere sahiptir. Deneysel çalışmada önce yapılacak vücut hareketinde Nao'nun ne yapması gerektiği modellenmiştir. Belirlenen hareketler için olan sinyaller Nao'ya gönderilerek hareketleri yapması sağlanmaya çalışılmıştır. Burada Nao'ya gönderilen sinyalin gerçekleşmesi birkaç dakikayı alabilmektedir ve bundan dolayı aynı zaman periyodunda başka bir hareket sinyalinin gönderilmesi karışıklığa neden olabileceğinden Nao kapanmaktadır. Bu nedenle program bir sinyali aldıktan sonra kısa bir ara uyumaya programlanmaktadır [12].

Tsai' nin çalışması renklendirilmiş işaretlerin tanımlanması için nonlinearer logaritmik yapay arı kolonisi (Log-ab) isimli öğrenme yaklaşımı üzerinedir. Örüntü tanıma iki yoldan zordur: birincisi ışık ve arkadaki varyasyon ve resmin bozulmasına yol açan gürültüler, ikincisi resmin farklı açılardan alınan pozlarının işaretin köşelerini ve boyutunu değiştirmesidir. Bunun için önce RGB renk uzayı 'a' ve 'b' renk uzayına çevrilmektedir. Ardından hedefin rengi tanımlanmaktadır. Deneysel çalışmada Kinect ile görüntü alınarak hedef renkler eğitilir. Sonra gürültüler temizlenir, işaret tanımlanır. Deneylerde farklı durumlardaki koşullar incelenmiştir. Sonuç olarak Kinect' in derinlik algılayıcısı çalışmaktadır. Fakat 3D tanımlaması hesaplama zamanından daha uzun sürmektedir [13].

2.3. Sağlık Alanındaki Çalışmalar

Chang ve arkadaşlarının çalışması okul ortamında Kinect tabanlı sistem kullanılarak hareket bozukluğu olan iki kişinin rehabilitasyonunu değerlendirmek için yapılmıştır. Hareket özürlü insanlar hareketlerini kontrol etmede, hareket açıklığı ve güç olarak sınırlı deneyime sahip olma gibi sıkıntılar yaşamaktadır. Bu sıkıntıların üstesinden gelmek için çeşitli egzersizler yapabilmektedirler. Bu makale bu egzersizlerin Kinect ile yapılması sonucu olan etkileri araştırmaktadır. Kinect hiçbir aracı kontrole sahip olmadan kişinin hareketlerini algıladığı için hareket özürlü insanlar için kullanımı kolay bir araçtır. Uygulanan metotta bir terapist eşliğinde araştırmanın konusu olan iki kişi işlemleri gerçekleştirmektedir. İşlemin ilk safhasında terapist yapacakları hareketleri onlara sözlü olarak anlatmakta ve hareketleri onlara doğru olarak yaptırmaktadır. Hareketler tamamen doğru yapıldıktan sonra ikinci aşamada kişiler Kinect ile hareketleri yapmaktadır. Yapılan hareketler iki kolu öne kaldırma, iki kolu yana kaldırma ve iki kolu yukarı kaldırma şeklindedir. Bir döngü olarak bu hareketler 3 kez yapılmaktadır. Kinect' in kullanıldığı kısımda projektörden gelen motive edici video ve sesler sayesinde katılımcıların egzersizleri daha istekli yapmaları sağlanmaktadır. Kinect ile hareketler yapılırken Kinect yapılan doğru hareket sayısını saymaktadır. Sonuç olarak bu sistem hareket özürlü insanların egzersizlerini hem eğlenceli hem de doğru bir şekilde yapmalarını sağlamaktadır. Bununla beraber katılımcı sayısı artırılarak rehabilitasyon işlemi daha eğlenceli hale getirilebilmektedir. Bu makalede Kinect egzersizlerin daha motive edici şekilde yapılması için kullanılmıştır [14].

Ray ve Teizer' in çalışmalarında işçiler tarafından yapılan inşaat faaliyetleri tekrarlayan ve güç gerektiren işlerdir. Bu işler sırasında vücutlarının bazı kısımları yaralanabilir veya kalıcı engellere neden olabilir. Buradaki çalışmanın amacı kamera kullanarak duruş tahmini ve sınıflaması için otomatik bir yaklaşım gerçekleştirmektir. Böylece duruşun ergonomik ya da ergonomik olmadığı analiz ve kategorize etmektir. Çalışmanın kapsamını daraltmak için yük kaldırma, diz çökme gibi bazı hedef aktiviteler kural olarak alınmıştır.. Çalışmadaki veriler Kinect kamerayla elde edilmektedir. Uygulanan yöntemde kamera önce ham derinlik resmini sağlar. Bu resimden 4 kategori içinden duruş sınıfı modelini öğrenilir. Sınıfın öğrenilmesinden sonra insanın duruş pozisyonunun tahmin edilmesi gereklidir. Açık kaynak kütüphanesi OpenNI ile bu işlem yapılmaktadır. Kinect ve OpenNI kullanarak duruş tahmin edilir. Daha önce tanımlanmış bir dizi kural ile bu duruş bilgisiyle ergonomikliğe karar verilir. Sonuç olarak vücut duruş sınıflamasında elde edilen sonuçlara göre güvenli görünmeyen kısımların belirlenebildiği görülmektedir [15].

Filipe ve arkadaşları kapalı ortamlarda körlerin yön bulması amacıyla beyaz baston kullanımını genişletmektedir. Kinect algılayıcı ile kullanıcının önündeki sahnenin derinlik verileri elde edilir. Sinir ağı kullanılarak önerilen sistem bu bilgileri yol boyunca olası engellerin tespitini sağlayan sahneden ilgili özellikler çıkarmaktadır. Derinlik görüntüsü Kinect ile elde edilmektedir. Derinlik verisi Kinect algılayıcı kullanıcının göğsüne yaklaşık 21 derecelik bir eğimle monte edilerek elde edilir. Bu yolla alet yerden 1600mm yükseklikte olmakta ve görüş dikey alanı 3660mm olmaktadır. Her bir görüntüden 6 dikey çizgi önceden belirlenmiş konumlardan çıkarılmaktadır. Çıkarılan dikey çizgilerin profili ile bir engel olup olmadığı anlaşılmaktadır. Eğer profil lineer bir şekilde ilerliyorsa görüntüde bir engel olmadığı anlaşılmaktadır. Sahnenin analizi için sinir ağı kullanılmaktadır. Sinir ağı sahneleri 4 farklı sınıfa ayırmaktadır. Engel yok, engel var, engel ilerde üstte ve engel ilerde altta. Sinir ağı ile engelin yeri bulunmaktadır. Elde edilen veri seti eğitim, doğrulama ve test olarak 3 kısma ayrılmıştır. Çıkan sonuçlara göre sinir ağı engellerin yerini %99 olarak doğru sınıflamıştır [16].

Gonçalves ve arkadaşları Otizim spekturum bozukluğu olan bireylerdeki yineleyici hareketlerin otomatik tespit edilmesi için bir metodoloji geliştirmişlerdir. Önerilen sistemde Kinect cihazı insanların mimik ve görünüşlerini elde ederek gerçek zamanda yineleyici hareketleri tespit etmede kullanılmıştır. Böylece spektrom bozukluğu olan çocukların davranış karakteristikleri bilinerek yeni durumların ortaya çıkması

engellenebilecektir. Tüm eklemler algılayıcı için referans alınmaktadır. Yineleme hareketi tanımlamak için DTW (Dynamic Time Warping) algoritması kullanılmıştır. Bu algoritma dinamik bir programa dayanmaktadır. Farklı sürelerde zamanla değişebilir görüntüler arasındaki benzerliği ölçmektedir. Böylece değişimlerin ya da yinelenen hareketlerin algılanması sağlanır. Bu sistem 5 tane ASD (Autism Spectrum Disorder-Otizim Spektrum Bozukluğu)' lı çocukta denemiştir. Elde edilen sonuçlara göre %83 yinelenen hareketler yakalanmıştır. Sonuç her ne kadar yüksek olsa da sistemin geliştirilmeye ihtiyacı olduğu belirtilmiştir [17].

Dutta çalışmasında Kinect' in 3D göreceli pozisyonu ile Vicon hareket yakalama sistemi karşılaştırılarak donanım algılama bileşenleri yeterince duyarlı olan bir 3D hareket yakalama sistemi oluşturulmuştur. Çalışmada Vicon hareket yakalama sistemi bir standart olarak alınarak Kinect' in 3D derinlik haritalama kabiliyeti tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Yapılan deneyde Kinect ve Vicon belli bir bölgeye yerleştirilerek 3 sabit bir tanede hareketli hedef yakalanmaya çalışılmıştır. Kurulan sahnede sabit üç küp bir tanede hareketli küp kullanılmıştır. İki sistemle de 4 küpün pozisyonları kaydedilmiştir. Elde edilen veriler RMS (Root Mean Square-Kök Kare Ortalama) hatasına göre karşılaştırılmıştır. En büyük hatanın hedefin y koordinatının Kinect' ten ne kadar uzaksa o zaman çıktığı gözlenmiştir. Bu da Kinect' in menzil probleminden kaynaklıdır [18].

Clark ve diğerlerinin çalışmalarında Kinect' in geçerliliği 3D çoklu kamera hareket analizi sistemi ile karşılaştırılmaktadır. Bunun için 20 gençle bir deney gerçekleştirilmiştir. 3duruş kontrol testi yapılmıştır. Kollar yere paralel oluncaya kadar omuzu uzatmak ve 2 saniye beklemek, iki ayak yerdeyken kendi eksende olabildiğince uzağa erişmek ve ilk pozisyona geri dönmek. Tüm testler 3 kez yapılmıştır. Veriler analiz edilerek veri Kinect ve Vicon arasında senkronize edilmiştir. Çalışmanın sonuçları tablo halinde verilmiştir. Kinect ve Vicon ile bulunan değerler tablolarda gösterilmiştir. Bu tablolara göre yöntemler mutlak ve ilişkili olarak test-tekrar güvenilirliği açısından karşılaştırılabilir. Sınıf içi korelasyon sayısı açısından önemli bir fark iki cihaz arasında yoktur. Bununla beraber Kinect Viconla karşılaştırıldığında anatomik dönüm noktası değiştirmesi ve gövde açısı verileri sağlamaktadır [19].

Donovan ve diğerlerinin çalışması iki popüler oyun konsoluyla oynanan oyunlarda harcanan enerjilerin ve tekli ve çoklu modda oynanırken harcanan enerjilerin karşılaştırılmasıdır. Harcanan enerji dolaylı bir kalorimetre ile ölçülmüştür. 10 dakika Xbox Kinect Reflez Ridge hem tekli hem de çoklu moda ve 10 dakika da Wii Sports Boxing hem tekli hem de çoklu moda oynanmıştır. Bu sırada ölçümler yapılmıştır. Ölçülen değerler metabolik eşdeğerler, kalp atım hızı, oksijen yoğunluğu ve harcanan kilo kaloridir. Kinect'in sonuçları 114 bpm kalp atım hızı, 17,88 ml/minute oksijen yoğunluğu, 6,78kcal enerji harcaması ve 4,26 metabolik eşdeğerdir. Wii'nin sonuçları 107 bpm kalp atım hızı, 13,29 ml/minute oksijen yoğunluğu, 4,96 kcal enerji harcaması ve 3,14 metabolik eşdeğerdir. Sonuç olarak Kinect, Wiiden daha fazla enerji harcaması ortaya çıkarmıştır. Çoklu mod oyunlarda tekli mod oyunlardan daha fazla enerji harcamasına ve kalp atışına yol açmaktadır [20].

Chang ve diğerlerinin çalışmalarında beyin felçli iki gencin Kinect tabanlı sistem ile rehabilitasyon olasılığı üzerinedir. Sistem ABAB şeklinde tekrar eden bir yapıya sahiptir. A başlangıç kısmı B de müdahale kısmıdır. Yapılan çalışmada bir terapist katılımcılar için uygun egzersizleri hem motivasyonlarını hem de hareket kabiliyetlerini arttırmaya çalışmaktadır. Rehabilitasyon hareketleri olarak bir kolu yukarı kaldırma, bir kolu öne kaldırma ve eli ağza götürme yapılmaktadır. Bu hareketler periyotlar halinde tekrarlanmaktadır. Hareketlerin yapılması sırasında makine yapılan hareketlerin ne kadar doğru yapıldığını saymaktadır. Sonuç olarak yapılan çalışmada Kinect cihazı katılımcılara eğlenceli bir egzersiz sağlayarak onların kısıtlı hareket imkanlarını arttırmaya çalışmıştır [21].

Semeraro ve diğerlerinin çalışmaları yeni bir CPR (Cardiopulmonary Resuscitation-Kalp Masajı) geri beslemeli kalp masajını geliştirmek için dizayn edilen sistemin değerlendirilmesidir. Kinect' ten oluşan Mini V-rem sistemi ile hareket yakalama cihazı ve özel bir yazılım ile ses ve görsel geri bildirim sağlanmıştır. Deney için seçilen kişiler iki grup halinde birine geri bildirim yapılırken diğerlerine yapılmadan işlemler gerçekleştirilmiştir. Yapılan kalp masajının sonuçları bize geri bildirim olarak döndürülmektedir. Amaç bu geri bildirim ile kalp masajı kalitesini arttırmaktadır. İşlemlerden önce sistemin ölçümleri bir standarda ayarlanmaktadır.

Kinect mankenin önüne konmakta ve işlem yapıldığında sonuçlar ekranda gözükmemektedir. Sonuçlar kalp masajı oranı, derinliği olarak analiz edilmektedir. Ölçümler ellerin yakalanması ve basınç analizi tabanlıdır. Elin algılanmasında üç adım vardır. Kinect ile mesafe verileri elde edilir, ellerin pozisyonu her bir video çerçevesinde tespit edilir ve boşluktaki işaretli pozisyonlar Kinect tarafından takip edilir. Baskı elin minimum yüksekliği ve maksimum yüksekliğine göre hesaplanmaktadır. Sistemi kullanan grup %35,78' lik doğrulukta yeterli baskı uygularken sistemi kullanmayanlar %7,27' lik bir doğrulukla baskı uygulamaktadır. Bunun yanında sistemi kullananlar %72,04 doğrulukla doğru baskı oranı,%47,34 doğrulukla doğru baskı derinliği sağlarken kullanmayan grup %31,42 ve %24,87 doğruluk oranlarına sahip olmuşlardır. Sonuç olarak geri bildirim verilen grubun uyguladığı baskı verilmeyenlere göre neredeyse 5 kat daha yeterli olduğu görülmektedir [22].

Holmes ve diğerleri çalışmalarında kistik fibroz hastalığı olanlar için Kinect kullanarak uygun egzersiz yoğunluğuna karar verme üzerinedir. Kistik fibroz kalıtsal bir genetik hastalıktır. Doğuştan vardır. Bu hastalık akciğerlerle sindirim sistemini kalın ve yapışkan bir mukoza salgısıyla tıkayarak etkiler. En sık semptomları öksürük, nefes darlığı ve enerji eksikliğidir. Egzersiz yapmak oksijen seviyesini arttırmakta ve buda hastalara iyi gelmektedir. Uygulanan protokol iki kısımdan oluşmaktadır. İlk kısımda yaş, cinsiyet, ağırlık, boy gibi bilgiler kayıt altına alınıp akciğer solunum fonksiyonları ölçümleri elde edilmektedir. Daha sonra labarotuvan tabanlı CPET (Cardiopulmonary Exercise Test-Kardiyopulmoner egzersiz testi)'e katılımcılar sokulmaktadır. İkinci kısımda katılımcılar 20 dakika Kinect kullanarak egzersizleri tamamlaması gerekmektedir. Her iki kısımda da artiyel oksijen saturasyonu devamlı kaydedilmektedir. Xbox Kinect egzersileri olarak Your Shape Fitness Evolve programı kullanılmaktadır. Sonuç olarak 10 katılımcıyla gerçekleştirilen çalışmada ortalama kalp atım hızının arttığı görülmüştür. Bu da oksijen seviyesinin arttığını ve katılımcıların hastalıklarına bu sistemin faydalığı olduğunu göstermektedir [23].

Sholukha ve arkadaşlarının çalışmaları işaret tabanlı stereofotografi veya işaretsiz tek kamera sistemi ile elde edilen hareket analiz verileri ile eklem kinematik bilgilerinin doğruluğunu elde etme üzerinedir. Amaçlanan kas davranışı ve hareket verisi arasındaki ilişki hakkındakileri geliştirmektir. Çalışma model tabanlı yaklaşımın genişletilmiş halidir. Bu yeni MBA (Model-based Approach-Model Tabanlı Uygulama) eklem kısıtlamaları ile

ölçeklenebilir model kullanmaktadır. Üst ve alt uzuvlar için genel morfolojik kemik modeli önceki Avrupa destekli projelerden alınmıştır. Burada kullanılan standart MBS (Model-Based Stereophotogrammetry-Model Tabanlı Stereofotografimetri) sistemi ve MLS (Markerless Single Camera-İşaretsiz Tek Kamera) sistemi iki farklı kalitede sistemlerdir. MBS sistemi 3D analiz için daha doğrudur. Buna rağmen maliyetli ve zaman harcayan bir sistemdir. MLS ise daha az doğruluğa sahiptir; fakat daha ucuz ve daha hızlı bilgi toplayabilmektedir. Sonuç olarak MLS verilerinin daha az doğruluğa sahip olduğu ortaya çıkmıştır [24].

Zannatha ve arkadaşlarının çalışmaları üst uzuvlar için bir hareket rehabilitasyon sistemi geliştirmek üzerinedir. Projenin amacı CVA (Cerebral Vascular Accident- Beyinsel Damar Kazası) rehabilitasyon sistemi geliştirmektir. Bunu yaparken karmaşık ve pahalı aletlerden kaçınılmış, eğlenceli ve yararlı geniş çeşitli bir sanal rehabilitasyon rutinleri elde edilmeye çalışılmış insansı bir robotun gözetiminde işlemlerin yapıp sonuçların değerlendirilerek hastaya yararlı geri dönüşler sağlamak hedeflenmiştir. Oluşturulan sistem pahalı olmayan basit 3D görüntüleme sistemi olan Kinect, Nao insansı robotu, bir kişisel bilgisayar, sistemde kullanılan algoritmalar, interaktif sanal çevre ve ergonometik aletlerden oluşmaktadır. Oluşturulan sistemde Java ile bir GUI (Graphical User Interface-Grafiksel Kullanıcı Arayüzü) geliştirilerek kullanıcıya kalibrasyon için yardımcı olması sağlanmıştır. GUI aynı zamanda ChoroGraph simlatörü ve Nao robotu arasında bağlantı sağlamaktadır. ChoroGraph simlatörü uygulamayı Nao robotsuz analiz etmek için kullanılmaktadır. Kinect insan ile robot arasındaki hareketli haberleşmeye izin vermektedir. Microsoft SDK (Software Development Kit-Yazılım Geliştirme Kiti) insan vücudunda 20 anahtar noktayı izlemeye izin verir. Metre olarak verilen koordinat değerleri bu eklemlerin pozisyonuna aittir. Bu çalışmada üst uzuv rehabilitasyonu için bulunan noktalardan sadece 7 tanesi alınmıştır. Gövde (T), omuzlar (Sr,Sl), bilekler (Wr,Wl) ve dirsekler (Er,El)deki noktalar alınmıştır. Bu noktaların yeri çeşitli matematiksel hesaplamalarla bulunmaktadır. İnsan kolu için 4 eklem değeri omuz bükülme uzantısı, omuz yaklaştırma adüksiyonu, iç ve dış omuz rotasyonu ve bilek bükmedir. İnsan kolunun direk kinematiği DH (Denavit Hartenbers) metodu ile elde edilmektedir. DH eklem parametreleri bağlantı uzunluğu, bağlantı bükülmesi, bağlantı arasındaki uzaklık, bağlantı arası açıdır. Nao robotunun morfolojisinde üst uzuvlar insaninkine uymaktadır. Bu nedenle insandan Naoya koordinat transferi kolaydır. Sadece eklem limitleri dikkate alınmalıdır.

Yapılan sistemde 3D ölçümler hastaya geri dönüş bilgileri sağlamak için yeterlidir. Fakat çalışmada buna ek olarak bazı biometrik bilgiler kullanarak hastanın rehabilitasyonda ilerlemesi analiz edilmiştir. Rehabilitasyon rutini iki kısımdan oluşmaktadır. Hastanın etkilenen uzuvlarını güçlendirme ve onun koordineli bir şekilde rehabilitasyon görevlerini gerçekleştirmesi için yeni yollar ve haritalar bulmasına yardımcı olma kısmı ve rehabilitasyon rutini uzuv engeli üzerinde iç algıyı arttırması. Rehabilitasyon basitten karmaşığa doğru giderek başarıyı sağlamaktadır. Rehabilitasyondaki görevler topa dokunma 1 ve topa dokunma 2, Simon derki oyunu (verilen komutları gerçekleştirme oyunu) ve noktayı takip etmedir. Çalışmanın sonunda elde edilen hasta performansları incelenip değerlendirilerek biceps ve flektür kapi radiyalis kasları üzerinde bir çalışma yapılmaktadır [25].

Ferreira ve diğerlerinin çalışmalarında Kinect kamerası yoğun insan hareketlerini görmek ve yüz ifadelerini değerlendirerek Otizim Spekturum Bozukluğu olan kişilerin evinde akıllı video gözetimi sistemi uygulamak için kullanılmıştır. Test ve jest tanıma algoritmalarıyla en iyi yaklaşım oluşturulmaya çalışılmıştır. Kinect' in 3D eklem izlemek ve aynı zamanda yüz ifadelerini alma kabiliyeti yapılacak sistem için uygun bulunmuştur. Kinect' ten alınan ham veriler eklemelerin x,y,z koordinat bilgileridir. Veri akışını sağlamak için bilgiler optimize edilmektedir. Bunun için Kinect' in önerdiği eklem setlerinden daha küçük parçalar kullanılmaktadır. Bir referans noktası omuzlar arasında belirlenmiştir. Burada normalizasyon ve merkezileştirmeyle verinin ön işlenmesi önemlidir. Çünkü kamerayla konumun arasındaki mesafe elemine edilmesi gerekmektedir. Dönme hareketleri olasılığına karşı da ilgili noktalar 2D döndürme uygulanmaktadır. Böylece iki omuz arasındaki hat x eksenine çevrilmektedir. Bu işlemlerden sonra mimik XML olarak kaydedilmektedir. DTW ve Hidden Markov modelle tespit edilen mimikler test edilmektedir. DTW, örnekler arasındaki benzerliği ölçmektedir. DTW algoritması iki zaman serisini hizalamayı sağlayan en iyi hat aracılığıyla çalışır. Bu hat referans olan her nokta ile kuyruk kısmı arasındaki öklid mesafesidir. Bu mesafeler eklenerek en iyi yol bulunmaktadır. Yolun ilk ve son noktası iki dizinin ilk ve son noktasıyla aynı olmalıdır. Yol zaman serisinde asla geriye gitmemelidir. Yatay ve düşey adım büyüklüğü kullanıcı tarafından tanımlanmaktadır. Her bir kuyruk indeksindeki nokta en az bir yazışmaya sahip olmalıdır. Zamanda atlamaya izin verilmemektedir. Hidden Markov modeli ses tanıma problemlerinde sıkça kullanılmaktadır. Bu algoritma durumlar ve çıktılar boyunca çalışmaktadır.

Her bir durum bir öncekine göre değişirken her bir çıkış da sadece uyan duruma göre değişmektedir. Sonuç olarak 19 insandan alınan mimik verileri algoritmalarla test edilmiştir. Algoritmaların performansında ölçümlerin özgüllüğü ve duyarlılığı en önemli şeydir. Duyarlılık mimiğin bulunup sınıflandırıldığı zaman kısmını yansıtırken özgüllük hiçbir mimiğin bulunup sınıflanmadığı zaman kısmıdır [26].

Gonzalez-Ortega ve diğerleri çalışmalarında 3D gözleme tabanlı bir sistemle insan vücudunun parçaları, vücut şeması bozuklukları rehabilitasyonu ve değerlendirmesi için gözlenmektedir. Kinect cihazı burada insan vücudunun eklemlerini izlemek ve yüz özelliğini algılamak için kullanılmıştır. Uygulanan sistem iki aşamadan oluşmaktadır. İskelet tanımlama ve egzersiz gözlemleme. İskelet tanımlama için derinlik görüntüsü kullanılmaktadır. İskelet şu eklemlerle tanımlanmaktadır. Baş, boyun, omuzlar, dirsekler, eller, gövde, kalçalar, dizler, ayaklar. Bu eklemlerin elde edilmesi için kullanıcı kameradan iki metre önde durmaktadır. Böylece kamera onun tüm vücudunu görebilmektedir. Tüm vücut eklemlerinden sadece baş ve ellerle bu çalışmada ilgilenilmektedir. İskelet sistemi tespit edildikten sonra egzersiz izleme evresine geçilmektedir. Bu evrede yüz, iskelet izlemeyle elde edilen yüz bulucu ile tespit edilir. Yüz bölgesi tespit edildikten sonra yüz özelliklerini tespit etmeden önce 4 ön işlem yapılmaktadır: kenar temizleme, derinlik arttırma, medyan filtreleme ve low-pass filtreleme. Kulak tanıma işlemi içinde yüz özelliklerindeki gibi işlemler yapılmaktadır. Sistemin test edilmesinde kullanıcı Kinect' in önüne oturarak çeşitli hareketler yapmaktadır. Sağ elle sağ göze dokunma, sağ elle sol göze dokunma, sol elle sağ göze dokunma gibi. Sonuç olarak sistem %96,28'lik bir başarı yakalamıştır. Bununla beraber Kinect' in derinlik bulmadaki başarısızlıkları ve kullanıcının işlemi yaparken başını döndürmesi üzerine olan ölçüm hataları sistemin sıkıntılarından [27].

Galna ve diğerleri, Parkinsonlu insanların klinik olarak uygun hareketlerin ölçülmesinde Kinect' in doğruluğunu belirlemek için bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. 9 Parkinsonlu kişi ve 10 kontrol hareketi Vicon 3D hareket analiz sistemi ve Kinect ile ölçülmektedir. Hareketlere sakın duruş, çok yönlü ulaşmak, adım ve bir noktaya yürüme ve Parkinson değerlendirme ölçeği olan parmak vurma, ayak, bacak çevikliği dahildir. Sonuç olarak Kinect tekrar eden hareketlerin zamanını doğru olarak ölçmektedir. Kinect, Vicondan çoğu hareket için daha iyi sonuçlar bulmaktadır. Fakat Kinect küçük hareketlerde aynı doğruluğu ve başarıyı sağlayamamaktadır [28].

Mellecker ve McManus üç exergame (Fiziksel aktivitenin dahil edildiği video oyunların kullanıldığı, aktif oyun) yoğunluk seviyelerini değerlendirmek ve belirli sonuçlara tekabül fiziksel aktivite önerileri ile ilişkisini belirlemek amacıyla bu çalışmayı yapmıştır. Üç exergame arasındaki kardiyovasküler tepki farklılıkları da incelenmiştir. 18 kız katılımcı, yüksek VO2 testinde 3 exergame ile oynamak için işe alınmıştır. Her katılımcı için kalp hızı, pik VO2 yüzdesi lineer regresyon denklemleri exergame oyun yoğunluğunu belirlemek için hesaplanmıştır. Üç exergame arasındaki farklar analiz edilmiştir. Gamercize Stepper ve Kinect ile oynarken kızlar oyunu önerilen orta ve yüksek derecede oynayamadıkları görülmüştür. Kızlar XaviX J-Mat'te oyunu yüksek derecede oynayamamalarına rağmen sonuçlar o oyunu oynarken orta derecede oynadıklarını göstermiştir. Çalışmada Kinect sadece oyun oynamak için kullanılmıştır. Bu sırada bazı ölçümler yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır [29].

Pompeu ve diğerleri çalışmalarında Parkinson hastaları için Kinect ile uygun, güvenli randomize bir klinik tedavi dizaynı oluşturmaktadırlar. Bunun için 60 dakikalık 14 bölümden oluşan 4 oyun her hafta 3kez Kinect ile oynatılmaktadır. Hastaların oyun performansları ve oyun sırasındaki yan etkiler gözlemlene çalışmanın başka bir amacıdır. Alınan sonuçların test edilmesinde 6 dakika yürüme testi, denge değerlendirme testi, PDQ-39 (Parkinson's Disease Questionnaire-Parkinson Hastalığı Anketi) testi yapılmaktadır. Yapılan uygulamanın sonucunda hastaların 4 oyun skorunda ilerleme görülmektedir ve %95'lik bir başarı göstermektedir. Başlangıç ve bitiş skorlarına göre bir başarı ortalaması alınmıştır. Oyun sırasında herhangi bir yan etki gözlemlenmemiştir. İlerleme aynı zamanda 6 dakika yürüme testinde, denge testinde ve PDQ-39 testinde de görülmüştür. Kinect tabanlı egzersiz Parkinson hastaları için güvenli ve uygun olduğu çalışmanın sonucunda bulunmuştur [30].

Su ve diğerleri ev tabanlı rehabilitasyon ile hastane ortamında olan rehabilitasyonun evde de uygulanabilmesi üzerine çalışmışlardır. Bunun için Kinect tabanlı bir rehabilitasyon sistemi KEHR(Kinect Enabled Home Rehabilitation) oluşturulmuştur. Bu sistem DTW algoritması ve bulanık mantıkla güvenli ve etkili bir rehabilitasyon sağlamaktadır. Bu sistem iki kısımdan oluşmaktadır. Kinect tabanlı kısım ve veri depolama kısmı. Kinect tabanlı rehabilitasyon yönetimi kısmının dört fonksiyonu vardır. Rehabilitasyon işlemi yönetimi, kullanıcı performansı için egzersizlerin kaydedildiği kısım, kullanıcının evde

yapması için egzersizlerin oynatıldığı kısım ve egzersiz performanslarının değerlendirildiği kısım. Rehabilitasyon işlemi yönetimi kısmında yapılacak egzersizler hasta ihtiyacına göre belirlendiği kısımdır. Referans kaydın yapılması kısmında kullanıcı profesyonel gözetiminde egzersizleri yapmaktadır. Bu sırada Kinect kamera verileri depolamakta ve ilerisi için referans oluşturmaktadır. Rehabilitasyon egzersizlerinin oynatıldığı kısımda kullanıcı daha önce yapmış olduğu egzersiz kaydını izlemektedir. Kayıttaki hareketleri Kinect önünde yapmaya çalışmaktadır. Değerlendirme kısmında DTW algoritmasıyla evdeki ve hastanedeki egzersiz videoları karşılaştırılarak benzerliğine bakılmaktadır. Performansın adaptif nöral bulanık sistemde değerlendirilmesinde profesyonel insanların deneyimleriyle yaptıkları yorumları nöral network ve bulanık mantık entegre sistemi ile yapılmaktadır. Veri depolama kısmında kullanıcı profilleri ve egzersiz verileri depolanmaktadır. Makalede sistemin uygulanmasıyla ilgili bir senaryo oluşturulmuş ve tüm adımlar bu senaryo üzerinden gerçekleştirilmiştir. Burada sistemin bir hasta birde doktor kısmı mevcuttur. Doktor hastanın teşhisine göre uygun hareketlerin videosunu sisteme yükleyecek hastada bu hareketlerin aynısını evde yapmaya çalışacaktır. Sonuç olarak uygulamanın kullanılabilirliği kullanıcılar tarafından yapılan ankete ölçülmüştür. 0-4 aralığında verilen skor puanlarıyla anket soruları puanlanmıştır. Çıkan sonuçlara göre uygulamanın kullanıcı dostu olması, kolay kullanılabilirliğinin olması, ses komutlarının düzgün çalışması, özelliklerinin kolay anlaşılması ve rehabilitasyonda yardımcı olması özellikleri 3,5 -3,3 arasında değerler alarak yüksek oranda başarı göstermiştir. Sistem her ne kadar başarılı olsa da bazı kısıtları da vardır. Yüklenen videonun her hastaya uygun olmayışı, Kinect' in iskelet sistemini yataarken kullanamaması bunlardandır [31].

Diest ve diğerlerinin çalışması Kinect kullanarak tüm vücut hareketlerini yakalayıp analiz etmeyi değerlendirmektedir. Çalışma yapılırken Kinect ile MBC (Marker-based 3D Camera-İşaret tabanlı 3 boyutlu Kamera) sistemi exergame işlemi sırasında bilgileri toplamaktadır. Daha sonra bu kayıtlar temel bileşen sayısı, bireysel vücut ses hareket çeşidi ve denge kabiliyetinin ölçümü göz önünde bulundurularak karşılaştırılmaktadır. Bu iş için PCA kullanılmaktadır. PCA Kinect ve Vicon kullanarak alınan tüm hareket verilerini tanımlayıp karşılaştırmak için kullanılmaktadır. Önce PCA Vicon ve Kinect verilerini ayırmaktadır. Sonra tüm vücut hareket değeri çeşitleri bireysel işaret pozisyonu çeşitleri ve denge kabiliyetinin sonuç ölçümlerine göre karşılaştırılmaktadır [32].

Huber ve diğerleri sanal rehabilitasyon için Kinectten gelen omuz eklem açılarının doğruluğunun ve güvenilirliğinin test edilmesi üzerine bir çalışma yapmıştır. Bunun için omuz eklem açısı 4 sabit pozda değerlendirilmektedir. Kinect,3D hareket analiz sistemi ve klinik gonimetre kullanılmıştır. Tüm pozlar Kinect' in ön görüntüsünden alınmıştır. Omuz fleksiyonu iki pozu Kinect' in sagittal görüntüsünden alınmıştır. Sonuç olarak Kinect ön görüşten omuz açısı ölçümü için yüksek doğruluk sağlamıştır. Kinect ile iki ölçüm standardı arasında %5'lik bir uyum vardır [33].

Chang ve arkadaşlarının çalışmalarında bilişsel bozukluğu olan iki bireyin alıştırma olasılığı üzerinedir. Katılımcıların Kinect kullanarak rehabilitasyonu sağlanmaya çalışılmıştır. Bunun için yüksek ve çok düşük fonksiyonlu katılımcılar yerine orta ve düşük fonksiyonlu katılımcılar ele alınmıştır. Ayrıca katılımcıların bilgisayar ekranında yazıları okumaları ve anlamaları gerekmektedir. Çalışmada biri rutin hayattaki işlerde hatırlama zorluğu çeken diğeri de beyin yaralanması ve paranoyak şizofrenli bir hasta kullanılmıştır. Çalışmada katılımcılara 5 farklı pizza yaptırılmaktadır. Pizza yapımının ilk safhasında asgari hızlı bir hatırlama sistemi uygulanmaktadır. Katılımcı bilemediği durumda koçlar duruma müdahale ederek pizzanın yapımında unutulmuş yeri hatırlatma yaparlar ve katılımcının hareketleri gözlemlenir. Diğer safhada otonom bir cevap metodu kullanılır. Bunun için Kimept sistemi kullanılır. Her kullanıcı elini Kinect algılayıcı için sallayarak başlangıç eklem lokasyonları belirlenir. Buna göre katılımcılar görevleri yaparken el hareketlerine göre doğru ya da yanlış olarak bilgilendirilir. Bu bilgiler kaydedilerek değerlendirmeler yapılır. Deneysel sonuçlara bakıldığında Kinect ile olan kısmın performansının daha iyi olduğu gözlemlenmiştir [34].

Pham ve diğerleri hastanede yatan yetişkin yanık hastaları için Jintronix yazılımıyla tedaviye özel etkileşimli oyun uygulaması üzerine bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada yanık hastalarına yanık alanlarını hedef alan oyunlar oynatılarak sistemin kullanılabilirliği sınanmıştır. 20 katılımcı ile yapılan deneysel çalışmalarda katılımcıların % 55'i tüm modülleri tamamlayabilmiştir. Geri kalan kısmı omuzağrısı ve zayıf denge durumlarından dolayı çalışmayı tamamlayamamışlardır. Çalışma sonunda yapılan anketlerde katılımcılar etkinliğin rahat (% 90), güvenli (% 100), anlaşılması kolay (% 95) ve iyileştirilmiş hareket gücü / aralığı (% 100) olduğunu söylemişlerdir. Ortalama ağrı skoru yanık bölgelere lokalize 10 üzerinden 2,8 -3,8 arasında olmuştur [35].

Wang ve diğerleri kurtarıcı postürü, vücut ağırlığı ve CC(Chest Compression-Göğüs sıkıştırma) kalitesi arasındaki ilişkiyi araştırmak için bir Kinect modülü tabanlı gerçek zamanlı görsel-işitsel geri bildirim (AVF) cihazı üzerinedir. Çalışmaya 100 randomize çalışmaya katılan toplam 100 sağlık çalışanı katılmıştır. CC'nin derinliğini ve hızını izlemek ve daha fazla gerçek zamanlı geri bildirim sağlamak için bir Kinect tabanlı sensör sistemi kullanılmaktadır. Tüm katılımcılardan bireysel olarak 2 dakika boyunca geri besleme olan ve olmayan bir manken üzerinde sürekliya diz çökmüş ya da ayakta dururken CC yapmaları istenmiştir. Deneysel çalışma sonucunda diz çökme postürü ayakta duruş postüründen daha yüksek CC sağlayabildiği, gerçek zamanlı AVF geribildirimini daha iyi bir sıkıştırma derinliği, hızı ve etkili sıkıştırma oranına sahip olduğu görülmüştür. Gerçek zamanlı geri beslemenin etkisinden bağımsız olarak, CC derinliği kurtarıcıların vücut ağırlığı ile ilişkilidir. 71 kg'ın altında kalan kurtarıcılar, Kinect modülüne dayalı gerçek zamanlı AVF cihazından, CC kalitesinin iyileştirilmesinde faydalanmaktadır. Kinect tabanlı AVF cihazı, kurtarıcılarda vücut ağırlığı ile 71 kg olan manken eğitiminde CC kalitesini önemli ölçüde arttırabilmektedir [36].

Zulkarnain ve diğerlerinin çalışması omuz hareket aralığını objektif olarak ölçmek ve kol hareketinin kalitesini yansıtan bir hareket pürüzsüzlüğü kavramı üzerinedir. On erkek katılımcıyla iki aşamadan oluşan deneysel çalışmada ilk olarak omuz ROM, 4 statik pozda Kinect v2, 3 boyutlu (3D) hareket analiz sistemi ve gonyometri ile ölçülmüştür. Daha sonra katılımcılar mümkün olduğu kadar doğal bir noktadan noktaya kol hareketi yapmaktadırlar. Kinematik veriler Kinect v2 ve 3D hareket ile toplanmaktadır. Analiz sistemiyle tepe-ortalama hız oranı, harekete hızlanma / hareket süresi oranı ve tepe sayısı dahil olmak üzere hareket düzgünlüğü ile ilgili parametreleri elde etmek için işleminden geçirilmiştir. Kinect v2, goniometriye kıyasla 3D hareket analizi ile ROM ölçümü daha fazla uyushmaktadır. Kinect v2 ayrıca 3D hareket analizine kıyasla iyi bir korelasyon ve hareket kalitesi parametrelerinin ölçümünün uyushmasını göstermiştir. Çalışmayla Kinect v2'nin omuz ROM ve kol hareket pürüzsüzlüğünü ölçmede güvenilir bir araç olarak kullanılabileceğini gösterilmektedir [37].

2.4. Diğer Alanındaki Çalışmalar

Schwarz ve arkadaşlarının çalışması derinlik verileri ile tüm vücut pozunu tahmini üzerinedir. Yöntem derinlik verisinden anatomik yerlerin düzgünce tanımlanmasına dayanmaktadır ve o zaman ters kinematik kullanarak iskelet montajı için hedefler olarak hizmet edebilmektedir. Vücut parçaları birbirine karıştığında sonraki yoğunluk ve RGB resim arasındaki optik akışı derinlik belirsizliğini azaltmak için kullanılmaktadır. İnsanın yüzeyi 3D noktalar bir grafik olarak temsil edildiğinde bu vücutta farklı iki nokta arasındaki jeodezik mesafeyi ölçülmesini sağlar. Öklit mesafesi 3D uzay boyunca ölçülür ve bu vücut hareketleri için çok önemlidir. Jeodezik mesafesi komşu düğümler boyunca tanımlıdır. Jeodezik mesafe sabit ve vücut duruşu bağımsız kabul edilir. Bu nedenle bir kişinin gerçek ölçümlerine karşılık karşılıklı jeodezik mesafelerde nokta arayarak anatomik noktaları elde edebiliriz. Derinlik ve yoğunluk resimlerinin sıralanmasıyla tüm vücut pozunu tahmin edilmeye çalışılmaktadır. Başlangıçta kişi kameraya dönerek T poz elde edilir. Derinlik resmi ön işleminde derinlik resmi medyan filtrelemeden geçirilir. Böylece gürültülerden temizlenmiş olur.

Derinlik bilgilerinden grafik kurulmasında kenarları ve köşeleri tanıtmak için 3D noktalarla bir grafik yaratılır. Jeodezik mesafe haritasının yaratılmasında grafik vücut merkezinden tüm diğer vücut noktalarına olan jeodezik mesafelerin haritasını yaratmak için kullanılır. Anatomik işaretlerin yerinin belirlenmesinde L anatomik işaret jeodezik mesafe haritası kullanılarak yerleştirilir. Belirsizlik optik akış kullanılarak önceki ve şimdiki çerçeveler arasındaki optik akış vücut parçalarını izlemeye kullanılmıştır. Anatomik noktalar için iskelet uydurmada yaklaşımında tüm vücut pozunu tahmin edilmek için uygulanmaktadır. Çalışmada Tof ve Kinect için ayrı veriler alınmıştır. Tof kameralarla yapılan deneylerdeki hata oranları Kinect'e göre daha yüksektir. Bunun nedeni Tof kameraların tüm vücut hareketlerini daha zor yakalamasıdır. Bunun yanında iki kameralı bazı vücut hareketlerini yakalamada eksik kalmaktadır [38].

Tang ve arkadaşlarının çalışmaları baş pozunu tahmini üzerinedir. Yüz tanıma, insan bilgisayar etkileşimi alanlarında baş pozunu tanıma önemli bir metottur. Çalışmada daha önce RGB resimlerle yapılan çalışmalar Kinect gibi menzilli kameralarla yapılmaya çalışılmış ve yeni bir menzillik dilim gösterim modeli baş pozunu tahmini performansını arttırmak için kullanılmıştır. Önerilen temsil modelinin performansını değerlendirmek için,

bir Kinect sensörü kullanılarak otomatik bir kafa poz tahmin yöntemi uygulanmaktadır. Menzil resmi sahne nesneleri yüzeyleriyle kamera arasındaki mesafeyle ilgili derinlik bilgisini içerir. Böylece insan baş menzil resmi 3D yüzeysel olarak görülebilir. İki düzlem ile 3 boyutlu bu kafa kesilebilir. Böylece dilim elde edilir. Baş pozunu tanımlamada dilim tanımlı menzil verisi avantajlıdır. Çünkü dilim tanımlı menzil verisi baş pozunu tahmini için ayırt edici görsel ipuçları sağlar. Yeni özellikli menzil resimleri dizayn için esnek çerçeve sağlar. Gürültülere karşı güçlüdür. Hesaplama verimliliği vardır. Makine öğrenmesi teknikleri baş pozunu tahmini için en verimli dilimi seçmek için kullanılabilir. Baş pozunu tahmin etme işlemi örüntü tanıma işlemi gibidir. Ön işlemi, özellik çıkarımı, sınıflama işlemleri vardır. Resmin ön işleminde menzil resminden yüz bölgesi çıkarılır. Bu işlem Kinect algılayıcı ile yakalanan veri için yapılır. Önce baş bölgesi menzil verisi kullanılarak kabaca lokalize edilir. Sonra da yüz bölgesi saç, kıyafet gibi gürültülerden arındırılır. Baş pozunu tahmininin performans değerlendirmesinde bazı zorluklar vardır. Pratik uygulamalarda denegin baş pozunu tam ölçmek zordur. Baş pozunu çeşitlerinin tüm varyasyonları yakalamakta zordur. Bunun dışında tüm hataların değerlendirilmesinin nasıl yapılacağı ve farklı baş pozunu tahmin metodlarıyla nasıl karşılaştırılacağı diğer zorluklardandır. Baş pozunu veri setlerinde menzil verisi içeren veri seti sınırlıdır [39].

Budzan ve Kasprzyk'nın çalışmaları Kinect algılayıcı ve 3D laser scanner ile derinlik bilgisiyle engellerin tespiti üzerinedir. Önerilen metod taşıtlar için geliştirilmiştir. Böylece taşıttın önündeki çevresel bilgiler gerçek zamanda elde edilebilecektir. Bunun için farklı algılayıcılar kullanılabilir; infrared, ultrasound, depth gibi. Burada ise Registered depth, CCD (Charge Coupled Device-Yüklenme İliştirilimiş Araç) kamera ve laser range tarayıcı veri kullanılmıştır. İlk olarak kalibrasyon işlemi laser sistem ve Kinect sensör için uygulanmaktadır. Daha sonra derinlik verisi ve resmi elde edilir ve tüm objeler ve yer hakkında bilgiler elde edilmek için kullanılır. Sonunda da bilinen kurallar çerçevesinde engeller sınıflandırılır. Bu sınıflamadaki amaç çıkarılan özelliğin kusurlarını azaltmak ve tespitin doğruluğunu arttırmaktır. Laser scannerın kalibrasyonu yerleştirilen düzleme dayanır. Laser menzil resmi işleminin amacı yerin resim özelliklerini ayırmaktır. İşlem boyunca Kinect' in açısı değişmektedir. Böylece derinlik verisi için yer düzlemi tanımlanmaktadır. Tanımlanan ve referans olan düzlem arasındaki fark daha sonra 3x3lük medyan filtresi ile filtrelenmektedir. Böylece objeler eşik değeri kullanılarak çıkarılmış olmaktadır. Derinlik resmi 3D profile XYZ koordinatlarında çevrilmektedir. Laser scannerın ve RGB-D kameranın sonuçları sınıflanmaktadır. Bölgedeki engellerin doğru şekilde

tanımlanması için engeller kategorilenmektedir. Engel, engel olmayan ve yer olarak 3 sınıflama mevcuttur. Küçük engeller aracın çalışma alanında önünde olanlardır ve araç tarafından bunlar geçilebilir. Deneysel çalışmalarda büyük engeller için %98, küçük engeller için %99,2 ve engel olmayanlar için %98,7'lik bir doğruluk oranı sağlanmıştır. Sonuç olarak zeminin çıkarılması ve küçük ve büyük nesnelerin etkin bir şekilde çıkarıldığı görülmektedir [40].

Hayat ve arkadaşlarının çalışmalarında güçlü bir yüz tanıma metodu önerilmektedir. Düşük kalite Kinect' ten elde edilen resimlerden yararlanılmaktadır. Resimler geniş çeşitlilikle baş pozuna, yüz ifadesine, güneş gözlüklü duruşa sahiptir. Tanımlama işlemi RGB-D resim seti sınıflama problemleri olarak formüle edilmiştir. Sınıflama için SVM (Support Vector Machine-Destek Vektör Makinesi) modeli kullanılmıştır. Çalışmanın katkıları düşük çözünürlüklü Kinect verisinden yüz tanıma formülasyonu içermesi, poz varyasyon problemini tanımlamak için bir dizi resimden derinlik verisi kullanarak resimlerin kümelenmesi, model resim dizileri için kovaryans matriks tabanlı etkili bloklar tanımlama, Riemanienden SVM formülasyonu ve final kararı için bireysel alt gruplardan sonuçlar elde etmedir. RGB-D resim seti sınıflama eğitimi ve test resim setleri arasındaki güçlü bir istatistiksel ilişki yoktur. Burada yeni bir non-parametrik modeli önerilmektedir.

Önce blok tabanlı kovaryans matrisi tanımlanmakta sonra SVM sınıflayıcı hazırlanmaktadır. Kinect algılayıcıdan alınan veri yüz ve üst vücut parçalarını içerir. Sadece yüz bölgesi için otomatik bir ön işlemlerden geçmektedir. Arka segmentler, yüz tanıma ve poz tahmini ve poz tabanlı yüz bölgesinin hassasça kırılması. Arka plan bölünmesi derinlik verisi kullanılarak yüz ve vücut bölünür. Yüz ve vücut algılayıcıya en yakın bölgedir. Basit bir eşik değer derinlik değerine uygulanarak arka plandan yüz ve vücut bölünür. Eşik değerinin iki küme içinde kümelenmesine karar verilir. Yüz algılama ve poz tahmininde gerileme probleminde hazırlanan algoritma yüz algılama ve kafa pozu tahmininde kullanılır. Poz bilgisi kullanılarak hassas kırma işleminde de yüz ve vücut menzil resminden yüz bölgesini kesme için kullanılacak pencere boyutu ve yerinin karar verilmesidir. Resim dizisi bir dizi parçaya bölünür. Bu parçalar SVM modeli ile eğitilir. Sistemin doğrulaması k çaprazlama yapılarak bulunur. Çıkan sonuçlarda k' nın 5 olduğu ve çözünürlüğün 80x60 olduğu deneyde doğruluk oranı %99,50' dir. Fakat çözünürlük azaldıkça sonuçların başarısının %99,29 (40x30 çözünürlükte), %99,21(20x15 çözünürlükte) gibi düştüğü gözlenmektedir [41].

Chattopadhyay ve diğerlerinin çalışmaları yürüme biçimi tanımlama üzerinedir. Bunun için Kinect' in derinlik görüntüsünden faydalanılmaktadır. Makaledeki yürüme biçimi özelliği PDV(Pose Depth Volume-Derinlik Hacmi Pozu) olarak adlandırılmaktadır. Yürüme biçimi özelliği kayıtlı her derinlikli silüetten elde edilmektedir. Önce bir dizi derinlik anahtar pozu bir dizi eğitim örneğinden elde edilmektedir. PDV, poza ait tüm çerçevelere karşılık gelen hacimlerin ortalamasını alarak üretilmektedir. Böylece her örneğin PDV sayısı derinliği anahtar pozlar sayısı aynıdır. Önce RGB video çerçevesi ve derinlik video çerçeveleri kaydedilir. Gürültü olan bölgeler morfolojik yeniden yapılanmayla doldurulmaktadır. Bunun için sadece komşu pikseller kullanılmaktadır. En son medyan filtresi silüetlerin gürültülerini temizlemek için kullanılır. Kısıtlı k means kümeleme derinlik anahtar pozlarını belirtmek için derinlik silüetleri üzerinde uygulanır. Kümelerin sayısı bir oran bozulma eğrisi çizilmesiyle belirlenir. Bu eğri mevcut eğitim veri setinden bir dizi kullanılan yürüyüş döngüsünü elde eder. Kümeleme prosedürünün tamamlanmasından sonra elde edilen K sentroidler K derinlik anahtar pozlarını temsil etmektedir. Tek bir kamera ile 3D hacim yeniden yapılması mümkün değildir. Bu nedenle Kinect ile elde edilen derinlik bilgisinden 3D voxel hacmi her bir derinlik kayıtlı silüet için üretilmiştir. Elde edilen hacimler PDV nin k. Derinlik pozu olarak adlandırılır ve burada elde edilen silüetlerden 8 derinlik anahtar pozu elde edilir.

Çalışmanın deneylerinde anahtar pozu sayılarının etkilerine bakılmış ve düşük anahtar pozu sayısında performansın düşük olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra çerçeve oranlarının etkisine de bakılmış ve 10 ile 30 çerçeve arasında çerçeve sayısı arttıkça ortalama sınıflama oranının da %70lerden %79 a doğru arttığı görülmüştür. Buradan yola çıkarak düşük çerçeve oranlarında daha fazla dinamik bilginin kaybolduğu görülmektedir [42].

Sujono ve arkadaşlarının çalışmaları Kinect' in aktif görünüş modelini bulanık mantık ile gözlemleyerek ifade tespiti üzerinedir. Çalışmada yüzdeki ifadelerin tespitinde Kinect kullanılmaktadır. Yüz ifadelerinin yakalanması karmaşık bir iş olduğu için FACS (Facial Action Coding System-Yüz Hareketi Kodlama Sistemi) bir referans noktası oluşturmaktadır. FACS' daki referans noktalarını elde etmek için aktif görünüş modeli kullanılmıştır. AGM (Aktif görünüş modeli) şekil ve doku modeli tabanlı bir kalıp eşleştirme metodudur. Öte yandan çalışmada bulanık mantıktan da yararlanılmaktadır. Çünkü yüzsel ifade kesin değerler vermemektedir. Bulanık mantık ile gözlemlenen ifade değerleri

anahtar özelliklerini değerlendirmektedir. Değerlendirmelerin yapılması için önce FACS tabanlı ifadeler gönüllülere yaptırılmıştır. 3 farklı yüz ifadesi olarak normal, mutlu ve üzgün kullanılmıştır. Daha sonra ifadeleri Kinect ile kaydedilmiştir. Kinect videodan FACS anahtar özelliği çıkarılmıştır. Aksiyon üniteleri adı verilen bu noktalar 6kısımdan oluşmaktadır. Bu değerler 60 kez alınarak kaydedilmiştir. Sonuçlar modifed thompson test ile elemine edilmiştir. Böylece test örneği oluşturulmuştur. Daha sonra üç AU varyans ve μ lere göre bulanıklaştırılmıştır. Üç AU'in üyelik fonksiyonları kaydedilmiştir. Üyelik fonksiyonu olarak düşük, normal ve yüksek alınmıştır. Son olarak durulaştırma için ağırlık ortalaması kullanılmıştır. Maksimum toplam değeri dikkate alınarak karar verilmiştir. Deneysel çalışma için gönüllüler mutlu ve üzgün pozlarını FACS standartlarına 3 saniye vermişlerdir. Deney sonucunda mutlu ve normal yüzlerin %97,73 ve %100 başarı sağladığı üzgün yüzleri de %89'luk başarı sağladığı görülmüştür. Sonuçlara bakılınca normal yüz ifadesinin bu sistem için hassasiyetin yüksek olduğu görülmüştür [43].

Sato ve arkadaşlarının çalışmaları Kinect ile yüksek hızda ve doğrulukta bir metot ile sahne akışlarının tahmin edilmesi üzerinedir. Belirli bir bölgedeki hareketli objelerin tespit edilmeye çalışılmasıdır. Bunun için önce Kinect ile renkli resim ve derinlik haritası elde edilir. Sonra bu resimler arasındaki hareket yakalanan bölgeler belirlenir. Hareketli obje derinlik resminin segmentasyonu ile tanımlanır. Sonrada Surf (Speed up Robust Feature) ile piksellerin hareketleri hesaplanır. Sonuç olarak hareket akışı elde edilmiş olur. Hareketli bölgeyi tespit için iki iyi bilinen metot vardır. Bunlardan biri arka plan çıkarma diğeri de çerçeve çıkarmadır. İlk metotta arka plan resmindeki farklı pikseller bulunur. İkinci yöntemde çerçevelerdeki aynı noktalardaki pikseller karşılaştırılarak hareket tespit edilir. Burada iki yöntemde kullanılmıştır. Resimdeki gürültüyü azaltmak için her resme filtre uygulanmıştır. Resimler arasındaki farklar binary resimde bulunmuştur. Bu yapılırken belirli bir eşik değeri dikkate alınır. Surf anahtar nokta bulucudur. Surf'ün tüm resmi işlemesi uzun sürdüğü için sadece hareketli pikseller Surf ile işlenir. Bu makale tüm anahtar noktalar 128D vektörler tanımlanmıştır. 2D koordinatı anahtar noktalar 3D koordinatlara derinlik resmi kullanılarak çevrilmiştir. 3D hareket vektörünün tahmini için katı aramayı biraz genişleterek variable cuboid arama adından bir arama geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntemin değerlendirilmesinde var olan metotlarla karşılaştırılması yapılmıştır. Lucas-kanade, Lucas-kanade Pyramit gibi yöntemlerle karşılaştırmalar yapılmıştır [44].

Jiang ve arkadaşlarının çalışmalarında sadece derinlik kamerası ile tüm insan vücudu ağıni izleme üzerinedir. Kinect gerçek zamanlı tüm vücut iskelet taramasına uygundur. Zhounun Hidden Markov Modeli çalışmasında vücut şekilleri tahmininde kullanılmaktadır. İlk ereveler için siluet eşleme vücut şekli parametrelerinden tahmin edilmekte, nokta bulutu derinlik resminden çıkarılmaktadır. 3D insan vücutu modeli çalışmanın kaynağıdır. Çalışmada iki kısım problem olmuştur. İlk vücut şekli tahmini ve sonra bunun evrimii izlemede kullanma. Böylece SCAPE (Shape Completion and Animation of People-Şekil Tamamlama ve İnsanların Animasyonu) modeli 3D Morphable insan vücutu modeli olmuştur. Scape modeli için bazı poz ve şekil tahmin yaklaşımları vardır. Burada vücutun elbiseli olması ve çıplak olması ayrı ayrı değerlendirilmektedir. Uygunluk şekil eşleştirmesinde merkezi oluşturmaktadır. Bunun için kareli atama problemi ve karınca kolonisi optimizasyonu ile geliştirilmiştir bir formül vardır. Kullanıcıya özel vücut şekli tahmininde kullanıcı özel vücut şekli ölçümleri kullanılmaktadır. Vücut modeli iskelet ayarlamasından sonra Z bölgesinde RTT(Round Trip Time-Gidiş Dönüş Süresi) kullanılarak çizilir. Çizilen vücut modeli ve Kinect kullanıcı maskesine evre çıkarma algoritması uygulanır. Daha sonra uygunluk için HMM kullanılır. HMM' nin konanik 3 problemi vardır. Hesaplama, decoding ve öğrenme. Uygunluk problemi decoding problemi olarak modellenmiştir. Decoding problemi Viterbi algoritması ile özölmüştür. Uygunluk kurulduktan sonra deformasyonlar için Laplace erevesi kullanılır. Deneyisel sonuçlara bakıldığından pek çok kısmın gizlendiği görölse de bazı kısımlar halen görölmektedir ve çalışma %91,4 doğruluk başarısına sahiptir. Bu metodun bazı hatalı durumları vardır.

Hızlı vücut hareketleri için kullanıcı istenen pozisyonun gerisinde olacak. Çalışmanın bazı kısıtları da vardır. Laplace dar boğazı nedeniyle algoritma tam gerçek zamanlı değildir. Şuan ki çalışmada dar kıyafetler tercih edilmiştir. Ama gevşek bol kıyafetlerle daha farklı sonuçlar gelecektir. Son olarak da hesaplama zamanından dolayı bir yavaşlık söz konusudur [45].

Dominio ve arkadaşlarının çalışmaları derinlik bilgisi tabanlı yeni bir el jest tanımlama üzerindedir. El önce avuç içi ve parmaklar olarak ikiye ayrılır. Sonra 4 farklı özellik tahmincisiyle özellikler çıkarılır. Çıkarılan bu özelliklerle SVM sınıflayıcı jesti tanımlamaya çalışır. Jest tahmin etmek amacıyla derinlik verisinden çıkarılan özellikler makine öğrenmesi tekniklerini kullanmaktadır. Bu alışma tek bir tahminleyici yerine farklı özelliklerdeki işaretileri birleştirilerek tanımlama doğruluğunu attırmaya çalışmıştır.

Önerilen jest tanımlama sistemi üç aşamadan oluşmaktadır. Birincisi el örneği derinlik ve renk bilgisine göre segmentlere ayrılmaktadır. Bunlar avuç içi, parmaklar ve bilek\kol. Fakat son kısmın jest tanımlaması için faydalı bir bilgi içermemektedir. Bu nedenle ihmal edilir. İkinci kısımda mesafe özelliği parmakların avuç içine olan 3D öklit mesafeleri tahmin eder. Yükseklik özelliği avuç içine yerleştirilmiş bir düzlemden parmak uçlarının öklit mesafelerini hesaplamak için kullanılır. Eğrilik özellikleri avuç içi ve parmak bölgelerinin eğrilerini tarif eder. Avuç içi özelliği avuç bölgesinin şeklini tarif eder ve her bir parmağın bükülmüş mü yükseltilmiş mi ona yardımcı olur. Son adım boyunca tüm özellikler özellik vektöründe toplanır ve SVM sınıflayıcıda tanımlama için kullanılır. Avuç içi özelliği avuç çeşitli parçalara ayrılmıştır. Yuvarlak kısım avuç içini göstermektedir. Avuç içinde iki kısma ayrılmıştır. Alt kısım avuç pozisyonu üst kısımda 5 bölgeye ayrılarak farklı parçaları gösterilmiştir. Bu 4 özellik seçme ile elde edilen özellik vektörü diferansiyel vektör tabanlı sınıflayıcıyla tahmin için kullanılmaktadır. Çalışma sonuçlarına göre önerilen sistemin karşılaştırılanlara göre daha iyi sonuçlar ortaya koyduğu görülmektedir [46].

Seer ve arkadaşlarının çalışması Mikreskopik yaya simülasyon modeli kentsel bloklarda, yapılarda yaya hareketini araştırmak için kullanılabilir. Bunun için yüksek doğrulukta ve detaylı veriler gerekmektedir. Buradaki yaklaşım lokal Kinect 3D verisi insan yörüngesini elde etmek için dönüştürmektedir. Makalede önerilen yaklaşım mikroskobik yaya simülasyon modelini yüksek doğrulukla kalibre eder ve kapsamlı bir yörünge verisi sağlar. Kinect ile alınan 3 boyutlu insan vücut pozisyonu ile insan pozu tahmin edilmeye çalışır.

Derinlik resminden yaya yörüngesini hesaplamak için derinlik bilgisinin planlanması grup derinlik bilgisinin tek Kinect' ten alınması ve yayanın izlenerek yörüngesinin elde edilmesi gereklidir. Kinect algılayıcı S_k bir dizi K cihazla 640x480 derinlikli resimler üretir. Her resim bir dizi geçerli 3boyutlu nokta ile kodlanır. Kinect ölçüsünün fiziksel kısıtından dolayı 4 metre dışındaki uzaklıklar yakalanamaz. İnsan tespitinde; Arka plan çıkarma ile veri indirgeme, Kinect ile veri indirgemesinde önce tüm 3 d noktalar silinir. Sonra kesme değeri asgari saptanabilir kişilerin yüksekliğini belirler ve zemine yakın nesnelerin gürültü ölçümelerini dışlamak gerekir. Azaltılan gruba hiyerarşik sınıflama her bir birey için gelen doğal kümelerindeki noktalar gruplamak için önce sınıflama ağacı kurulur. D'lerinin gruplarının silinmesi; D'lerinin gözlenebilir her noktası sınıf için görevlendirilir. Böylece sınıf merkezine yaklaştırılır. Aksi halde silinir. Bir küme temsilcilerinin belirlenmesi için

her bir küme için bir nokta seçilir. Algoritma yayaların kafalarını izler ve yaya kafası izlemek için en istikrarlı nesne olup olmadığı sorusu ortaya çıkar. İlk denemede bir insan gözlenme alanının ortasına yerleştirilerek insanları geçmesi için bir engel olarak hizmet eder. İkinci deneyde normal yürüme davranışı herhangi bir dış etmen olmadan yapılır. İki deneyin yaya takip oranları sırasıyla %94 ve %96dır [47].

Ibanez ve arkadaşları makine öğrenmesi algoritmalarıyla kolay mimik tanımlama üzerinedir. Kullanıcı ara yüzü sayesinde uzman olmayan bir kullanıcıya mimikleri kayıt yapma, düzeltme, kaydetme gibi şeyler sağlarken yeni bir veri seti yaratmaya da izin vermektedir. Özellikle sistem iki tekniği desteklemektedir. DTW ve HMM. Böylece yaklaşım iki faktörü analiz ederek geçerli hale gelir: Teknik doğruluk ve efor. Çalışmanın farkı kullanıcıya mimiği makine öğrenmesinin spesifik bilinenlerini talep ettirmeden tanımlama imkanı sunmasıdır. Kinect temel hareketlerin tanımlamasında kullanılırken kompleks duruşları tanımlamada zorlanmaktadır. Bu nedenle bunlar için özel kurallar gerekmektedir. Duruşu iskelet hareketlerinden tanımlamak için iki uygulama modeli kullanılmaktadır: eğitim modeli ve tanımlama modeli. Eğitim modeli bir dizi potansiyel duruşla duruş tanımlama tekniği barındırır, eğitim kısmı kişi Kinect' in önüne gelince başlar ve onun hareketlerini hafızaya alır. Bunlara normalizasyon işlemi uygulanarak onları referans haline getirir. Tanımlama kısmında ise kullanıcı tarafından yapılan hareketlerin tanımlanması kısmıdır. Çalışmada EasyGR çalışmasını pratik anlatmak için tenis oyunu ele alınmıştır. Buradaki amaç sağ elle yapılan vuruş hareketini tanımlamaktır. Eğitim Kinect alanında farklı lokasyonlarda olabilir. Bu nedenle farklı varyasyonlarda yörünge çıkabilmektedir. Bunların karşılaştırması uygun olmayabilir.

Bu nedenle EasyGR bunları koordinat sistemine göre çevirmektedir. Daha sonra yörünge merkezi bulunur ve normalizasyon yapılarak duruş tanımlamadaki farklı vücut yapılarının etkileri azaltılır. Bu işlem sonucunda EasyGR artık eğitime hazırlanmış olur. Her bir yörünge EasyGR ile bir referans değeri üretir. Bu değer Smash için kabul edilecek eşik değerini hesaplamada kullanılmaktadır. Her yeni duruşta yeni bir referans değeri oluşturulur ve oluşan duruş tanımlanır. Eğiticinin eğitim seti oluşturması için EasyGR bir grafik ara yüzüyle desteklenmiştir. Ara yüz kullanıcıya sekiz özellik sunar. Sistemin doğruluğu k kat çapraz doğrulamayla sağlanmaktadır. 10 kullanıcı önce kural tabanlı olarak bu 7 hareketi uygulamakta ardından EasyGr kullanılarak bu 7 hareket yapılmaktadır.

EasyGR %99luk bir tanımlama başarısı sağlamıştır. Bunun sonucunda EasyGR' in sonuçlarının kural tabanlı yaklaşıma göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür [48].

Chen ve arkadaşları derinlik resimlerini kullanarak bir derleme çalışma yapmışlardır. Çalışmada derinlik görüntülerinin avantajları açıklanmış, bunun yanında derinlik görüntüsü alan yeni algılayıcılar tarif edilmiştir. Bunların en yaygın olanı Microsoft Kinect cihazıdır. Araştırma derinlik görüntülerinin insan aktivitelerini analizini gözden geçirmiştir. Derinlik görüntüsü derinlik algılayıcı ile yakalanır. 3 ana algılama teknolojisi bunun için kullanılmaktadır: Sterea kamera, time of flight(Tof)kamera ve yapısal ışık. Geçmiş pek çok çalışmada RGB kamera ile elde edilen renkli ya da grscale resimler kullanılmaktadır. Bunlardan elde edilen görüntüler yüksek renk bilgisi ve doku bilgisi içerir. Fakat aydınlatmaya karşı hassastırlar. Stereo kamera görüntüsü biyometriktir. 3 boyutlu sahne yapısını farklı görüş açılarından olan iki veya daha fazla resimden sonuç çıkarmaktadır. Stereo geometri hesaplamasının karmaşıklığından dolayı stereo resimden derinlik haritasının yeniden yapılması hala zordur. Tof kamera obje yüzeyine olan mesafeyi tahmin etmektedir. Bunu tek bir kameradan çıkan aktif ışık vuruşlarını kullanarak yapar. Objeden yansıyanlar ışık hızıyla birlikte mesafeyi vermektedir. Diğer 3 boyutlu lazer tarayıcılara göre Tof daha ucuz ve küçüktür. Tof kemara yüksek çerçeve oranına sahiptir. Bu da onu gerçek zamanlı uygulamalar için uygun yapmaktadır. Asıl avantaj yüksek hızı ve her pikseli kapsayan yoğun derinlik haritasıdır. En büyük teknik sorunu düşük çözünürlüktür. Kinect RGB ve derinlik kamerası olan bir cihazdır. Derinliği yapısal ışıklardan hesaplamaktadır. Derinlik algılayıcı infared projektör ve infrared CMOS algılayıcı içerir. Yapısal ışık tek kullanan diğer kamera çeşitleriyse Xtion hareket algılayıcı,HD1 3D scanner, David yapısal ışık tarayıcısıdır. Yapısal ışık cihazlarının Tofa göre avantajları daha ucuz olmalarıdır. Ana sorunları derinlik resimleri boşluklara sahiptir. Tof kamerada böyle bir problem yoktur. Stereo kamera ile yapısal ışık derinlik resminde boşluklara sahiptir. Çünkü bazı lokasyonlar ikisinde de görünür değildir. Tof kamera ise tek bir görüş açısına sahiptir. Geleneksel kameradan alınan görüntüler gürültü azaltması, renk uzay dönüşümü gibi işlemlere gerek duyarken derinlik resimlerinde öz işlemeye gereksinim duyabilir. Arka plan çıkarma derinlikle genellikle daha kolaydır. Mesafe kısıtları sahnenin geri kalanından ilgili alanı bölümlendirilebilir. Çeşitli sistemlerde derinlik bilgi kullanılarak sahne ön plana çıkarılmaktadır. Diğer çalışmalarda arka plan modeli sadece arka plan resmi kullanılarak insan vücudu çıkarmada kullanılır. Stereo ve yapısal ışık kameralarda oluşan boşluk için Kinect bu pikseller için 0 değerini düşmektedir.

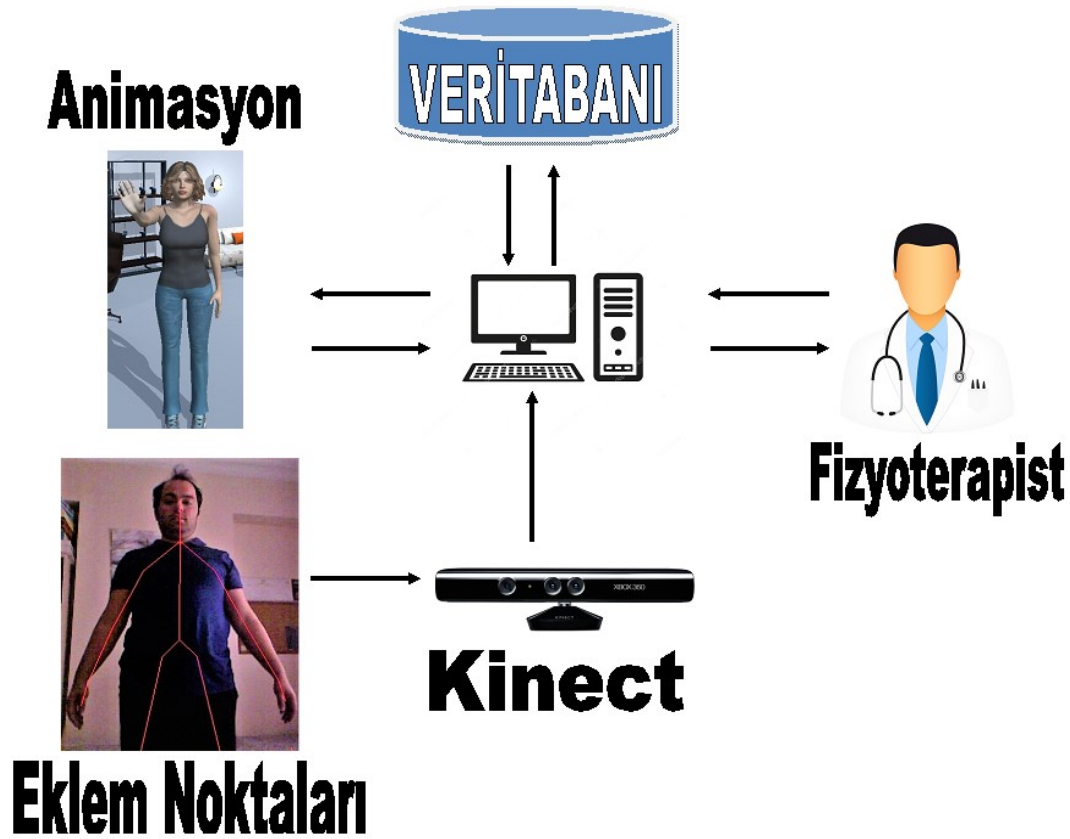
Buralar siyah gözükmektedir. Elin çevresindeki siyah gölgeler boşluk pikselleridir. Depolama alanını azaltmak için kayıplı sıkıştırma yapılmaktadır. Derinlik resmindeki boşluklar bu yolla sıkıştırılmaya çalışılır. Bu konuda çok çalışma olmamasının nedeni son çalışmalarda genellikle Tof kamera kullanılmasıdır. Çeşitli eklemli insan vücut modelleri anatomik işaretler kullanılarak insan poz tahmini için kullanılmıştır. Yoğunluk resminde 3 boyutlu insan vücudu modelleme için özel işaretler vücuda eklenmiş ve vücudun bölümleri manuel etiketlenmiştir. İşaret tabanlı hareket yakalama tam vücut hareketlerini sağlar. Fakat gerçek zaman ve yaşama uygun değildir. Derinlik resmi kullanarak vücudun modeli işaretsiz tahmin edilebilir. Buradaki çalışmanın çoğunluğu sahneye 3 boyutlu insan modelini uydurmaya odaklanmıştır. 3 boyutlu insan vücudu modeli için önce vücut parçaları bulunmalıdır. Baş, gövde, kollar, bacaklar, kafa ve ayak buna dahildir. Pek çok metod derinlik resminden bize bu parçaları sağlamaktadır. Baş, eller ve ayak parçalarının yerini ve yörüngesini tahmin edilecek bir çalışmada Tof kameradan yararlanarak ilgili noktaları jeodezik ekstremumlarla tespit etmiş ve sınıflamadan yararlanılmıştır. Tüm vücut pozunu tahmini için bir çalışmada ön plan derinlik resmini nokta bulutuna çevirip, merkezi tespit ettikten sonra jeodezik mesafe kullanarak öncelikli işaretleri baş merkezi el kafa ve ayak bulmaya çalışılmıştır. Xbox kullanarak insan vücut parçalarında insan pozunu tahmini yapmaya çalışılmasında vücut 31 parçaya ayırmıştır. Bölme görevi obje sınıflaması gibi yapılmıştır. Çalışmanın en büyük avantajı geniş bir eğitim seti oluşturabilmesidir [49].

Wilson ve arkadaşlarının çalışmaları omuz hareketinin ölçümünün doğruluğunu basit bir dizüstü bilgisayar sensör kombinasyonu ile eğitilmiş gözlemcilerle karşı hareket yakalama (MoCap) laboratuvar ekipmanı kullanarak karşılaştırılması üzerinedir. Bir Xbox video oyun konsolu ile kullanılan Medical Interactive Recovery Assistant (MIRA) yazılımı omuz hareketini standart bir bilgisayarla ölçmesini sağlar. 49 sağlıklı gönüllünün omuz hareketleri aynı zamanda eğitilmiş gözlemciler, MoCap ve MIRA cihazı ile ölçülmüştür. Görsel tahmin ve MIRA ölçümleri, Bland-Altman yöntemleri kullanılarak MoCap ölçümleriyle karşılaştırılmıştır. Analiz edilen 1670 ölçüm vardı. Dört kardinal omuz hareketinin tümünün MIRA değerlendirmeleri, dar gözlem limitleriyle, eğitilmiş gözlemcilerin ölçümlerinden önemli ölçüde daha kesin sonuçlar elde etmiştir. MIRA, fleksiyon için ± 11 derece doğruluk sağlarken eğitilmiş gözlemciler tarafından aynı oran ± 16 derecedir. Ayrıca Abdüksiyon için MIRA ± 11 derece doğruluk sağlamıştır [50].

Suyanto ve diğerlerinin çalışmaları insanların akrofobik seviyelerini azaltma üzerinedir. Bunun içinsanal ortamda yüksek yerlertasarlanmıştır. Sanal ortam, hastalara güvenli ve kontrol edilebilir bir ortamda yükseklik korkusunu azaltmaları için yardımcı olur. Bu araştırmanın amacı, sanal gerçekliğin, yüksek yerleri gerçekten taklit edebildiğini ve kullanıcıları yüksek yerlerdeki kaygılarının üstesinden gelmeleri için eğitebileceğini göstermektedir. Sistem simülasyon oyununa daha fazlası olan eğitici bir oyun olarak tasarlanmıştır. Oyuna Acrophobia Simülatörü denir. Bu oyunun amacı akrofobiye makul bir düzeyeindirmek için alternatif bir terapi simülasyonu sağlamak ve etkili bir çözüm sunmaktır. Kullanıcılar simülasyonu üç farklı aşamada oynayabilirler. Her aşamanın kendi amacı vardır. Akrofobi Simülatörü bir bilgisayarla çalışmakta ve Android akıllı telefon ekranı ile Google Karton'a aktarılmaktadır. Kinect, kullanıcının vücudunun hareketini algılamaya yardımcı olurken, Android akıllı telefon ekranı hareketini algılar. Kullanıcılar sahneye girdiğinde, uygulamayı kullanan kullanıcı olup olmadığını kontrol eder. Aktif kullanıcı yoksa, uygulama kalibrasyon işlemine girecektir. Kalibrasyon işlemi, kullanıcıyı sanal dünyadaki herhangi bir hareketi yapmadan önce kullanıcıyı kalibre etmek için kullanılır. Kalibrasyon işlemi tamamlandığında, uygulama kemikleri ve kullanıcı dönüşümünü algılar. Bu işlem, kullanıcının Kinect kameraya göre dönüşümünü ve kemik verilerini elde etmesini sağlar. Tüm hazırlık işlemleri tamamlandıktan sonra kullanıcı Acrophobia Simulator'ı başlatabilir. Kullanıcılar üç aşamadan birini seçebilirler. Her aşamada farklı ortam, yükseklik, gerçek özellik ve kamera hareketi vardır. Yaşları 21-25 arasında değişen 10 katılımcı ile yapılan deneysel çalışma sonucunda katılımcılar uygulamayı kullanarak korkularını azaltabileceklerini, çünkü onları gerçek dünya durumunu simgeleyen ve korkutucu olmayan bir şekilde korkularını çeken fobilere yardımcı olmak için düz bir ilerleme sağlayan sanal bir dünyaya maruz bıraktıklarını söylemektedirler.Sanal dünya ile kullanıcılar, sanal dünyadaki ilerleme düzeyine bağlı olarak yavaş yavaş korkularını karşılayabilmekte ve böylece, kullanıcılara güvenli ortamdaki korkularını ele alma ve akrofobisinin kaygı seviyelerini kademeli olarak azaltma konusunda daha fazla deneyim sunmaktadır [51].

3. MATERYAL VE METOT

Kinect tabanlı sistem için kullanılan donanım ve yazılımlar; derinlik verisi bilgisiyle hareketlerin algılanması için Kinect cihazı, algılanan hareketlerin derinlik verilerinin analizi için bir bilgisayar kullanılmıştır. Bilgisayarda Kinect'ten verilerin alınması ve bunların işlenmesi için Unity 3D oyun motoru kullanılmıştır. Unity 3D 'de Kinect için Microsoft Kinect SDK paketi kullanılmıştır. Kullanıcılara yapacakları eklem hareketlerini gösteren animasyon karakteri ve hareket animasyonları 3DS Max ile yapılmıştır. Yapılan bu karakter ve animasyonlar daha sonra Unity ortamına entegre edilmiştir. Uygulamada alınan, hesaplanan ve sonuçlanan veriler SQLite veritabanı kullanılarak depolanmıştır. Şekil 3.1 de yapılan sistemin blok diyagramı gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Sistemin blok diyagramı

3.1. Unity 3D

Unity 3D Rusya’da geliştirilen ve yayınlanan bir oyun motorudur. Aslında amacı Unity Web Player ile oyunları bilgisayara yüklemeye gerek kalmadan internet üzerinden oynatabilmektir. Böylece oyunlardaki korsan kullanımın önüne geçilmiş olacaktı. Fakat Unity bu amacını aşarak her platform için verdiği destekle kullanım alanı genişletmiştir. 4.0 sürümü ile masaüstü, Android, IOS, Flash Player, PS3, Web Player ve Xbox platformları için oyun yapılmasına olanak sağlamıştır. Bu oyunlar hem 3D hem de 2D olarak yapılabilir. Unity’i diğer oyun motorlarından ayıran özelliği farklı platform desteğidir. Bir platform için yazılan kod kolaylıkla başka bir platform için değiştirilebilmektedir. Ayrıca fizik motoru, shader yazılımı ve animasyon yapımını destekler. Genel kullanım mantığı bir sahne tasarlanır. Bu sahnedeki objelere script kodlar yardımıyla işlemler yaptırılarak istenen oyun, program yapılır.



Şekil 3.2. Unity ara yüzü

Şekil 3.2 ‘deki Unity’nin kullanıcı ara yüzü verilmiştir. Araç çubuğu kısmında nesneleri hareket ettirme, nesnenin boyutlandırılması, rotasyon işlemleri, uygulamanın çalıştırılması ve durdurulması işlemleri yapılabilir. Hiyerarşi bölümünde sahnedeki nesneler listelenmektedir. Ekran görünümü kısmı sahnenizi görsel olarak hareket ettirmemize ve düzenlememize olanak tanımaktadır. Özellikler ekranı, Hiyerarşi ekranındaki nesnelerden biri seçildiğinde onun özelliklerinin olduğu kısımdır. Buradan seçilen nesnenin özellikleri

değiştirilebilmektedir. Ayrıca nesne üzerine script kodları ve yeni özellikler de eklenebilmektedir. Proje ekranı yapılan projedeki tüm dosyaların yer aldığı kısımdır. Projeye dışarıdan yapılan eklemeler ve çıkarmalar bu kısımda olmaktadır.

Çalışmada başlangıçta Unity 2018.3.0 sürümü kullanılmaktaydı fakat Unity ve Kinect arasında yaşanan bağlantı problemleri nedeniyle Unity 4.7.2f1 sürümü kullanılarak uygulama geliştirilmiştir. Ayrıca telefon için yapılan uygulamada Kinect kısmı olmadığı ve artırılmış gerçeklik kısmı olduğu için Unity 2019.1.0f2 versiyonu kullanılmıştır.

3.2. 3DS MAX

3DS Max üç boyutlu grafik ve animasyon programıdır. Her türlü üç boyutlu modelin hazırlanması, hareketli animasyonlarının yapılması için kullanılabilir. Oldukça detaylı bir kullanıma sahip olan 3DS Max modelleme, materyal kaplama, ışıklandırma, kamera, animasyon hazırlama gibi temel adımlarla kullanılır. Programda yer alan Charecter Studio özelliği ile bir canlının hareketleri animasyon üzerinde taklit edilebilir. Yapılan çalışmada 3DS Max ile değerlendirme ve tedavide kullanılacak hareketlerin animasyon karakteri ve animasyonları yapılmıştır.

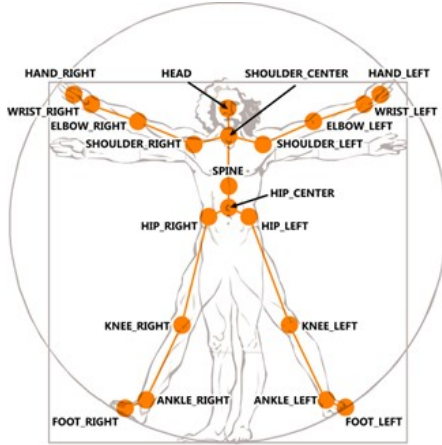


Şekil 3.3. 3DS Max ara yüzü

3DS Max programı Şekil 3.3'tekigibi bir arayüze sahiptir. Program içinde 4 ekran bulunmaktadır. Bunlar tasarlanan objenin üst, ön, sol ve perspektif kısımlardan görülmesini sağlar. Üst menü kısmında boyutlandırma, konum değiştirme, rotasyon, gruptandırma gibi işlemler mevcuttur. Sol kısımda tasarlanan objenin parçaları, sağ kısımda ise iskeletlendirme işlemlerinin yapıldığı, sinir sisteminin oluşturulduğu, objenin özelliklerinin olduğu yer bulunmaktadır. Alt kısımda ise obje tasarlandıktan sonra objeye hareket kazandırmak için hareket cetveli, klip ayarları gibi işlemler yer alır.

3.3. Kinect

Kinect Microsoft'un oyun konsolu için geliştirdiği bir kontrol sistemidir. Oyunlarda oyun kolu, konsol ya da başka bir aparat kullanmak yerine kol ve bacaklar algılanarak hareket algılama yöntemi ile oyun oynama teknolojisine sahiptir. Kinect bu algılama işlemini üzerindeki algılayıcılar sayesinde yapar. Kinect derinlik algılayıcı, IR lazer projektör, IR kamera ve mikrofondan oluşur. Renkli video kamerası kırmızı, yeşil ve mavi olmak üzere üç renk bileşenin algılayarak renkli video verilerinin yakalanmasını sağlar. Derinlik algılayıcısı ortamın ışığı ne olursa olsun kızılötesi ışınlar yayarak derinlik verisini alır. Veriler CMOS'a iletilerek işlenir. Kinect mikrofonu ortamdaki gürültüden kullanıcı seslerini izole edebilen dört mikrofondan oluşur. Sadece ses dalgalarının yakalanmasını sağlamaz. Aynı zamanda sesin yerinin belirlenmesini de sağlar. Kinect'in altında yer alan motor kısmı sayesinde Kinect +27° ile -27° arasında aşağı ve yukarı hareket sağlamaktadır. Derinlik algılayıcısından çıkan kızıl ötesi ışınlar önünde bulunan nesneyi işaretler. Bu noktalar ile algılayıcı derinlik verisi bilgisine ulaşır. Algılayıcı farklı nesnelerden yansıyan işaretleri alır ve bunlar arasındaki farkı ölçerek derinlik verisini elde eder. Kinect insanı 20 eklem noktasına ayırarak insan iskeletini çıkarır. Çıkan noktalar Resim 3.1'de verilmiştir.



Resim 3.1. Kinect insan iskelet noktaları [52]

Kinect yayınlanan Kinect Yazılım Geliştirme Kiti (SDK) ile eğitim, robotik, sağlık, askeri, güvenlik gibi alanlardaki çalışmalarda kullanılmaya başlanmıştır. Kinect'in versiyon 1 ve 2 olmak üzere iki türü vardır.

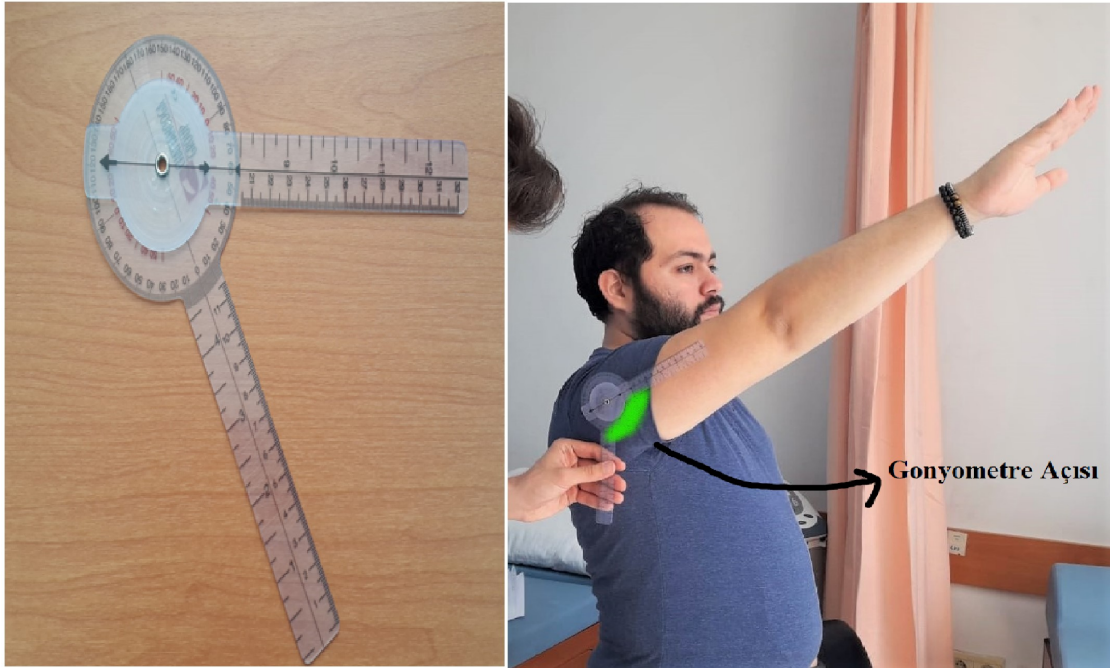
Çizelge 3.1. Kinect v1 ile v2'nin özelliklerinin karşılaştırması [53]

Özellik	Kinect Versiyon 1	Kinect Versiyon 2
Renk Kamerası	640x480 / 30 fps	1920x1080 / 30fps
Derinlik Kamerası	320x240	512x424
Mak.Derinlik Menzili	4.0 m	4.5 m
Min.Derinlik Menzili	80 cm	50 cm
Yatay Görüş Alanı	57 derece	70 derece
Düşey Görüş Alanı	43 derece	60 derece
Eğim Motoru	evet	hayır
Tanımlanan İskelet eklemi	20 eklem	25 eklem
İzlenen Tam iskeletler	2	6
USB	2.0	3.0
Desteklenen OS	Win7/8	Win 8/8.1
Fiyat	\$219	\$237

Çizelge 3.1'deki karşılaştırmaya göre ikiversiyon arasında temel bazı farklılıklar vardır. V2, v1'e göre daha fazla eklem noktasına, menzile, çözünürlüğe, yatay ve düşey görüş açısına sahiptir.

3.4. Gonyometre

Gonyometre eklem hareket açıklığının ölçümü için kullanılan bir alettir. Eklemler ölçülmeden önce anatomik pozisyona getirilir. Bu pozisyon başlangıç olarak alınır. Gonyometre ölçüm yapılacak eklem noktasının merkezine yerleştirilir. Ardından kişiden ölçüm yapılacak eklemi oynatması istenir. Gonyometrenin kollarının arasında kalan kısım o eklem için olan eklem açıklığı açısını vermektedir.



Resim 3.2. Gonyometre ve gonyometrenin eklem açıklığı ölçmesi

Resim 3.2'de eklem açıklığı ölçümü için kullanılan gonyometre aleti ve gonyometre ile yapılan eklem açıklığı ölçümü görülmektedir. Resimdeki yeşil kısım yani gonyometrenin kolları arasında kalan kısım eklem açıklığı açısını vermektedir.

3.5. Eklem Açıklığı Ölçümü Hesaplaması

Kinect ile gerçekleştirilen sistemdeki eklem açıklığı hesaplamaları Kinect'in algıladığı 20 eklem noktası kullanılarak bulunmaktadır. Bu işlem için eklem açıklığı hesaplanacak eklemin x,y,z koordinatları kullanılmaktadır. Eklem açısı üç nokta arasındaki açı şeklinde bulunur. Bunun için eklem merkezde olacak şekilde iki farklı nokta açının kolları olacak şekilde alınır ve şu formül kullanılarak;

$$\alpha = \arccos \left(\frac{(x_1-x_2)(x_3-x_2)+(y_1-y_2)(y_3-y_2)+(z_1-z_2)(z_3-z_2)}{\sqrt{(x_1-x_2)^2+(y_1-y_2)^2+(z_1-z_2)^2} \sqrt{(x_3-x_2)^2+(y_3-y_2)^2+(z_3-z_2)^2}} \right) \quad (3.1)$$



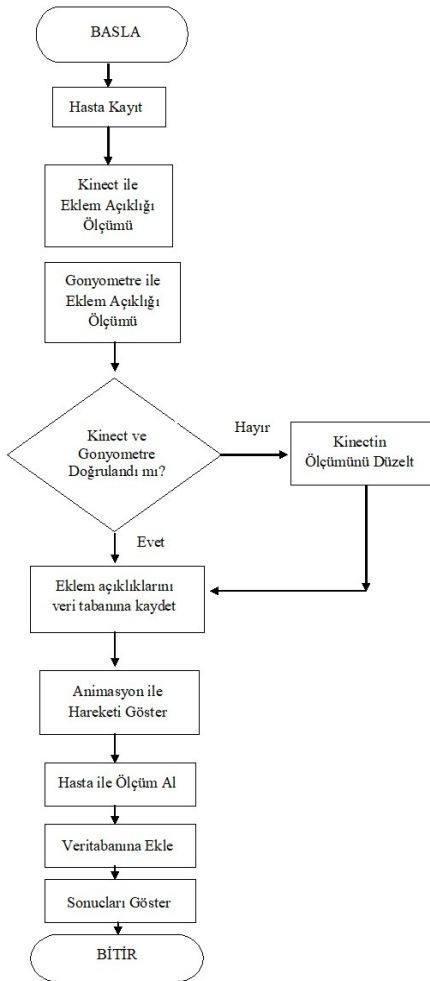
Resim 3.3. Eklem açıklığı koordinatları ve açısı

Resim 3.3'de formülüyle hesaplanan açı gösterilmektedir. Üç noktanın koordinatları kullanılarak aralarındaki açı hesaplanmaktadır. Çalışmada Kinect ile yapılan sistem ve gonyometre verileri karşılaştırılarak sistemin doğruluğu sınanmıştır. Bunun için önce baş, gövde ve omuz bölgelerinin biri seçilerek bu bölgedeki hareketler kişiye Kinect ile yaptırılıp, ölçümler alınmıştır. Sonra bir uzman tarafından aynı işlem gonyometre ile yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır.



4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR VE DEĞERLENDİRME

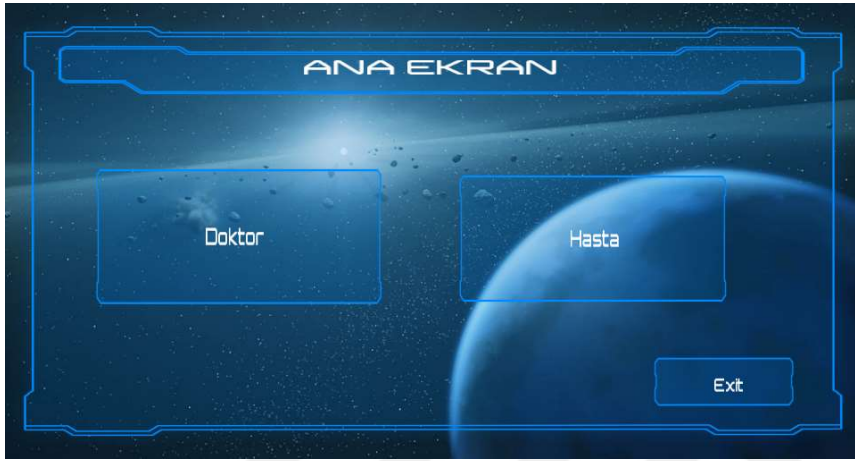
Eklem açıklığı ölçmede Kinect kullanılan sistemin Şekil 4.1 de akış diyagramı verilmektedir. Akış diyagramında görüldüğü gibi sistem hasta kaydıyla başlamaktadır. Kaydı yapılan hastanın Kinect ile eklem açıklıkları hesaplanmakta ve ardından aynı işlem bir uzman tarafından yapılarak sonuçlar karşılaştırılmaktadır. Karşılaştırılan sonuçlara göre ölçüm işleminin doğru olmaması halinde Kinectli sistem revize edilerek işlemler tekrarlanmaktadır. Ölçüm işleminin doğrulaması yapıldıktan sonra artık animasyonlu kısma geçilerek eklem açıklığı ölçülecek kısımlar için olan hareketlerin animasyon tarafından kişiye gösterilmesi sağlanmaktadır. Ardından Kinect karşısında aynı hareketi kişi yaparak gerekli ölçüm verileri alınmaktadır. Ölçüm işlemi bittikten sonra alınan ölçüm değerleri veritabanına kaydedilmektedir. Kaydedilen veriler uzman kişilerce değerlendirilmek istendiğinde ekranda gösterilmektedir.



Şekil 4.1 Sistemin akış diyagramı

4.1. Ara yüz

Kullanıcı ara yüz tasarımı Unity 3D kullanılmıştır. Ara yüzde ilk olarak doktor ve hastaların kullanımları için bir Ana Giriş Ekranı mevcuttur. Bu ekrandan doktorlar ve hastalar için hazırlanmış alt menülere geçiş vardır. Resim 4.1’de uygulamanın ana ekranı gösterilmektedir.



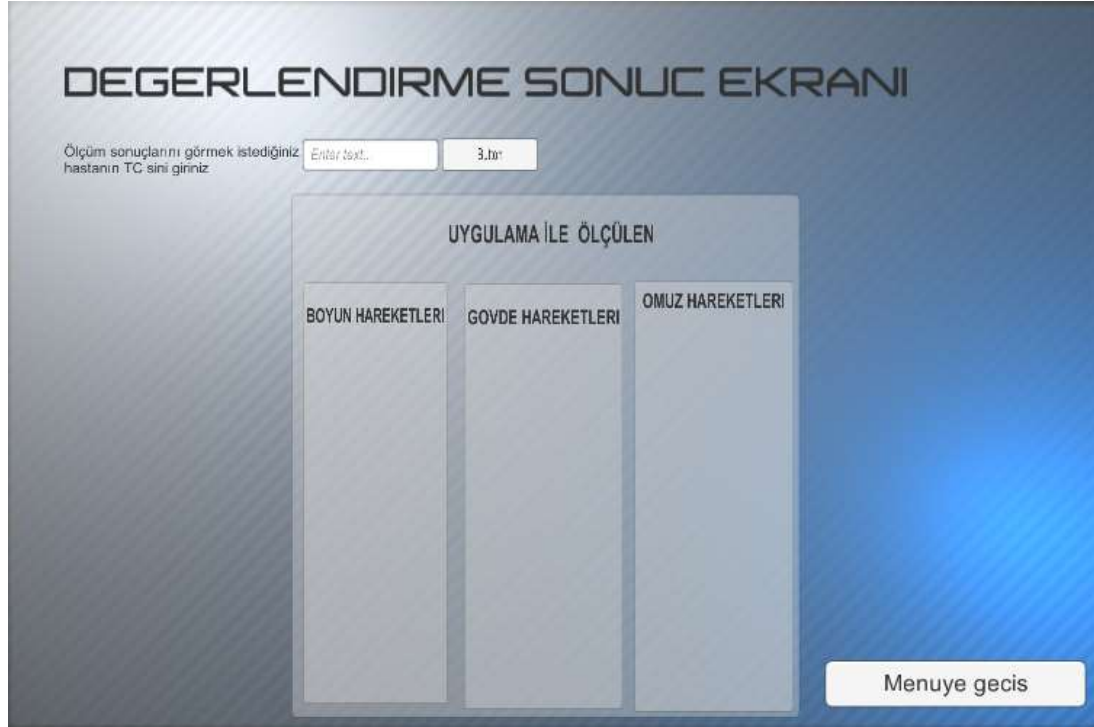
Resim 4.1. Uygulama ana ekranı

Doktorlar kısmında hastaların eklem açıklıklarının değerlendirme sonuçlarını, tedavi izleme sonuçlarını ve değerlendirme ile gonyometre sonuçlarını karşılaştırmasını gösterecek ekranlara geçiş için bir menü vardır. Resim 4.2’de uygulamanın doktor ekranı gösterilmektedir.



Resim 4.2. Uygulama doktor ekranı

Değerlendirme sonuç ekranı Kinect ile hastaya yaptırılan hareketlerin eklem açıklıklarının sonuçlarının görüldüğü kısımdır. Resim 4.3’de değerlendirme sonuç ekranı gösterilmektedir.



Resim 4.3. Uygulama değerlendirme sonuç ekranı

Tedavi izleme sonuçlarının olduğu bölümde uzman tarafından kişiye verilen hareketlerin kişi tarafından yapılırken ki alınan ölçüm değerleri listelenmektedir. Resim 4.4’de uygulamanın tedavi izleme ekranı gösterilmektedir.



Resim 4.4. Uygulama tedavi izleme ekranı

Değerlendirme ve gonyometre karşılaştırma kısmında da bir önceki kısımlarda değerlendirme ve gonyometre ile elde edilen verilerin karşılaştırılmış halinin gösterildiği kısımdır. Resim 4.5'te gonyometre ile Kinectli sistemin eklem açıklığı ölçümlerinin karşılaştırdığı ekran gösterilmektedir.

Resim 4.5. Gonyometre ve uygulama sonuçlarının karşılaştırılması ekranı

Hastalar için olan kısımda önce hasta bilgilerinin girildiği bir giriş kısmı vardır. Bu kısımda yeni hasta kaydı yapılır. Hastanın kaydı varsa sadece giriş yapılarak hasta için olan menüye geçilir. Resim 4.6'da uygulamanın hasta kayıt ekranı gösterilmektedir.

Resim 4.6. Uygulama hasta kayıt ekranı

Hasta menüsünde eklem açıklıklarının ölçüldüğü değerlendirme ekranı, tedavinin izlendiği tedavi izleme ekranı, gonyometre verilerinin girildiği gonyometre ekranı ve uygulanacak tedavinin belirlendiği tedavi belirleme ekranına geçiş seçenekleri vardır. Resim 4.7’de uygulamanın hasta menüsü ekranı gösterilmektedir.



Resim 4.7. Uygulama hasta menüsü ekranı

Değerlendirme kısmında bilgileri girilen kullanıcının Bas, Gövde ve Omuz eklem açıklıkları Kinect yardımıyla ölçülmektedir. Bas bölümünde bas için olan hareketler kullanıcıya animasyon ile gösterilerek ardından kullanıcının hareketleri yapması sağlanarak ölçüm yapılır. Bas için önce başın öne eğilmesi, sonra arkaya eğilmesi, ardından sırayla sola ve sağa eğilmesi şeklinde başın fleksiyon, ekstansiyon, sol ve sağ lateral eklem açıklıkları ölçülür. Gövde bölümünde bel için olan hareketler aynı şekilde önce animasyonla gösterilir. Ardından kullanıcı yaparken ölçümler alınır. Gövde için belin öne eğilmesi, arkaya eğilmesi, sola ve sağa eğilme hareketleri yaptırılarak bel için olan fleksiyon, ekstansiyon, sol ve sağ lateral eklem açıklıkları bulunur. Omuz bölümünde diğer iki bölüm gibidir. Burada sol kol ve sağ kol aynı anda ölçülür. Bu bölümdeki hareketler kolların yandan yukarı kaldırılması, önden yukarı kaldırılması, kolların arkaya götürülmesi ve kolların dirsekten kırılarak eller karşılıklı birbirine gelecek şekilde duruşun alıp daha sonra dirsek vücuda yapışık şekilde ellerin yanlara doğru açılması şeklindedir. Ölçümlerde sol ve sağ kolun ayrı ayrı abdüksiyonları, fleksiyonları, ekstansiyonları ve dış rotasyonları ölçülür. Resim 4.8’de Kinect ile alınan eklem açıklığı ölçümü ekranı gösterilmektedir.



Resim 4.8. Kinect ile eklem açıklığı ölçme ekranı

Tedavi izleme kısmında uzman tarafından kişiye verilen baş, gövde ya da omuz fizik tedavi hareketlerini kullanıcıya hem gösterme hem de hareketleri yaparken ölçümler alarak tedavi sürecinin izlenmesi işleminin yapıldığı yerdir. Burada değerlendirmedeki gibi baş, gövde ve omuz hareketleri ayrı ayrı yapılmaktadır. Tedavi belirleme bölümünde hasta için doktorun verdiği tedavi hareketleri bilgileri veri tabanına kaydedilmektedir. Hasta burada girilen veriler ışığında tedavi hareketlerini yapmaktadır.



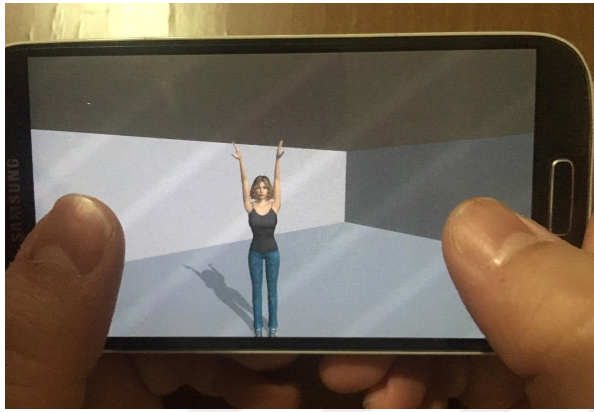
Resim 4.9. Tedavi belirleme ekranı

Resim 4.9’da hastaya verilen tedavi hareketlerinin set hareket sayıları ve bu hareketleri kaç gün yapacağı ve de hareketlerden hangilerinin yapılacağı bilgileri belirlenmektedir.

Gonyometre kısmında uzman kişi tarafından gonyometre ile ölçülen eklem açıklığı verilerinin veri tabanına kaydedildiği kısımdır.

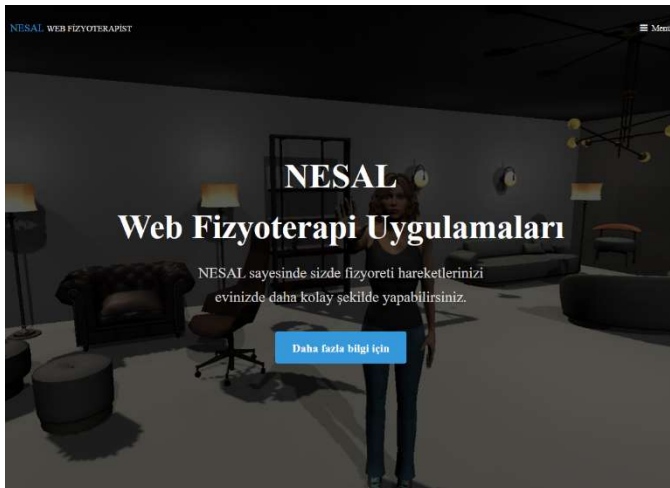
4.2. App ve Web Kısmı

Masaüstü program şeklinde geliştirilen uygulamadaki hareketlerin Kinect olmaksızın yapılabilmesi için bir telefon uygulaması ve tüm sistem ve uygulamalardan bahsetmek için de bir web sitesi yapılmıştır.



Resim 4.10. App ekranı

Telefon için yapılan uygulamada uzman tarafından kişiye verilen hareketler Kinect olmaksızın kişiye gösterilmesi ve kişinin bu hareketleri Kinectsiz ortamda da yapabilmesi sağlanmaya çalışılmıştır. Ayrıca telefon uygulamasına eklenen arttırılmış gerçeklik ile animasyon hareketlerinin daha gerçekçi gösterilmesi sağlanmaya çalışılmıştır.



Resim 4.11. Web ekranı

Tüm yapılan sistemin tanıtılması için bir web site tasarlanmıştır. Burada yapılan çalışma ve uygulama hakkında kısa bilgi verilerek yapılan iş anlatılmaya çalışılmıştır.

4.3. Deneyisel Çalışma

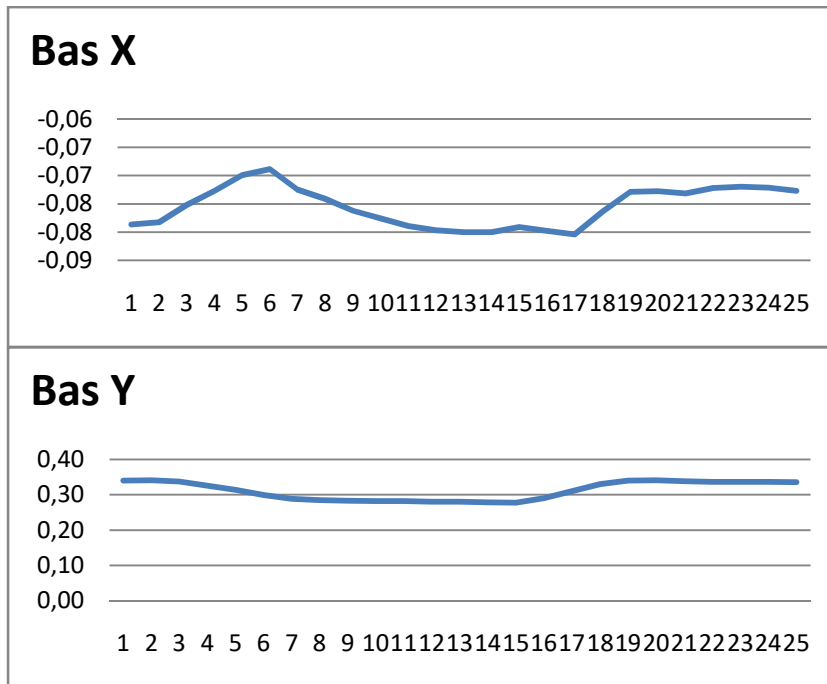
Yapılan uygulama hazırlanan senaryoya göre 70 hastayla gerçekleştirilmiştir. Hazırlanan senaryoda hastalara başın fleksiyon, ekstansiyon, sol ve sağ lateral hareketleri; gövdenin fleksiyon, ekstansiyon, sol ve sağ lateral hareketleri; omuzların abduksiyon, fleksiyon, ekstansiyon, dış rotasyon hareketleri yaptırılarak bu bölgelerin eklem açıklıkları hesaplanmıştır. Uygulamayla ölçülen hareketlerde her hareket için bir başlangıç pozisyonu alınır. Ardından kişiden 10sn. boyunca hareketi yapması istenir. Bu süre boyunca ilk konumunuza göre son konumunuz arasındaki açı ölçülmektedir. Bu sıradaki açı değişimi ve ölçülen hareketteki noktanın koordinat değerleri Resim 4.12-Resim 4.23 arasında gösterilmektedir.



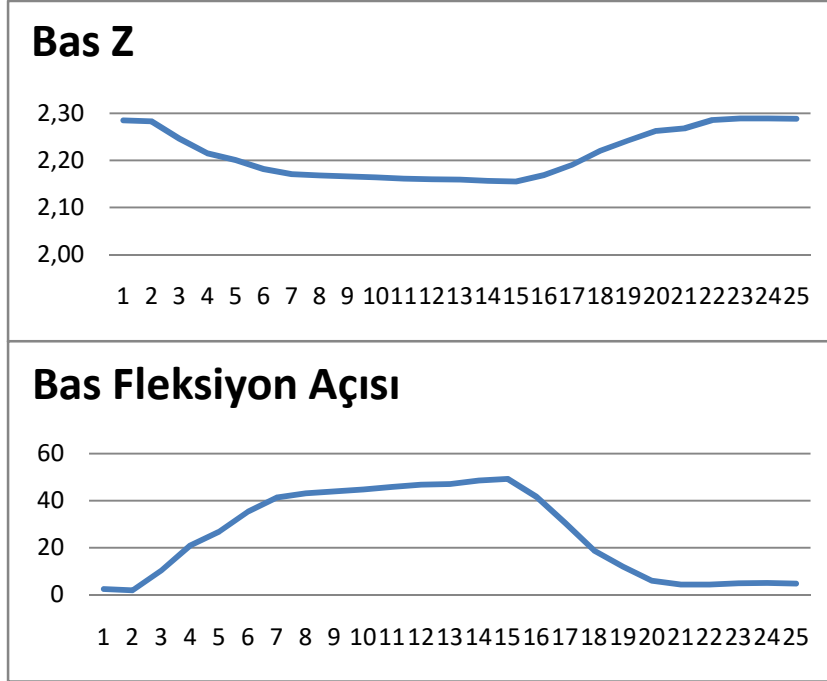
Resim 4.12. Baş fleksiyon hareketi

Resim 4.12 de başın fleksiyon hareketinin yapılışı gösterilmektedir. Hareketi yaparken başın ilk konumuna göre başın son konumu arasında kalan açı hesaplanmaktadır. Şekil 4.2'deki grafikten de anlaşılacağı gibi baş öne doğru hareket ettirildiğinde açı değeri

artmakta ve baş en son konumunu aldığı anda açı en büyük değeri sağlamaktadır. Daha sonra baş ilk konumuna getirilmeye başladığı için açı değeri küçülmektedir. Bu arada başın x,y,z koordinatlarına bakılırsa baş öne giderken başı sağa sola hafifte olsa kaymasından dolayı x koordinatı değişmektedir. Baş öne doğru gelirken başın ilk duruma göre yüksekliği azaldığı için y koordinatı önce azalmakta baş yeniden eski haline gelirken y artmaktadır. Baş öne doğru gelirken z koordinatı önce azalmakta ardından eski haline gelirken artmaktadır. Çünkü z koordinatı Kinect'e olan uzaklığa göre Kinect'e yaklaştıkça azalmakta uzaklaştıkça artmaktadır.



Şekil 4.2. Baş fleksiyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi



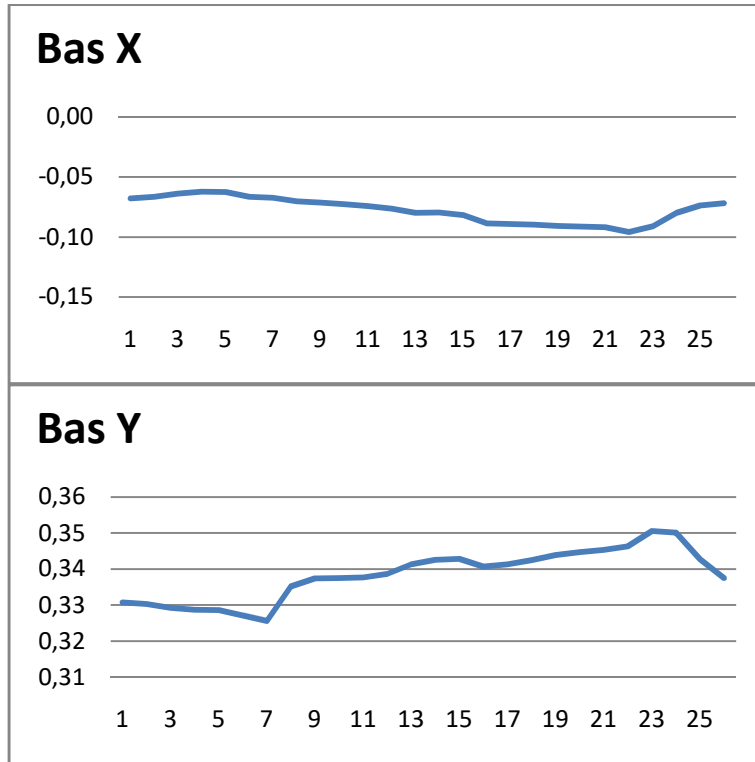
Şekil 4.2. (devam) Baş fleksiyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi



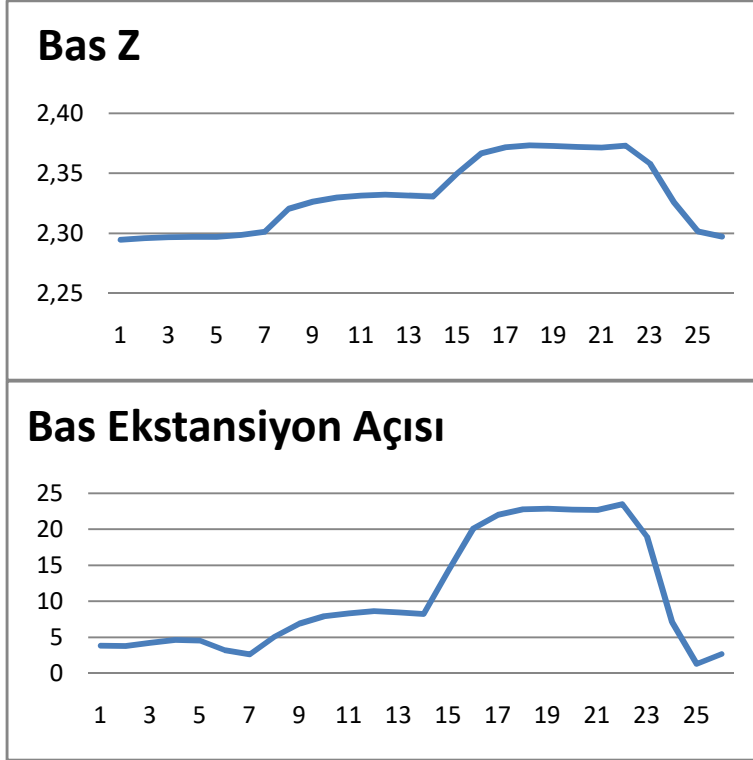
Resim 4.13. Baş ekstansiyon hareketi

Resim 4.13’de başın ekstansiyon hareketinin yapılışı gösterilmektedir. Burada başın ilk konumu ve harekete göre son konumu arasında kalan açı ekstansiyon açısını oluşturmaktadır. Şekil 4.3’de baş ekstansiyon açısının ölçülürken aldığı değerleri ve bu sıradaki başın x,y,z koordinat değişimlerini göstermektedir. Burada baş geriye doğru

giderken açı değeri de önce artmakta fakat sonra artışlar ve azalışlar yapmaktadır. Bunun nedeni y koordinatındaki düzensiz artış ve azalışlardır. Baş geriye doğru giderken baş Kinecten uzaklaştığı için z koordinatı artmakta, x de baş geriye giderken hafifte olsa sağa sola sapma gösterdiği için azda olsa değişmektedir. Burada y koordinatındaki değişimin belli bir periyodu olmadığı için ölçülen açı değerleri gonyometre ile ölçülen değerlerden farklı gelmektedir. Bu da bize bu şekilde bir ölçüm şekli ile başın ekstansiyon açısını ölçemeyeceğimizi göstermektedir.



Şekil 4.3. Baş ekstansiyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi



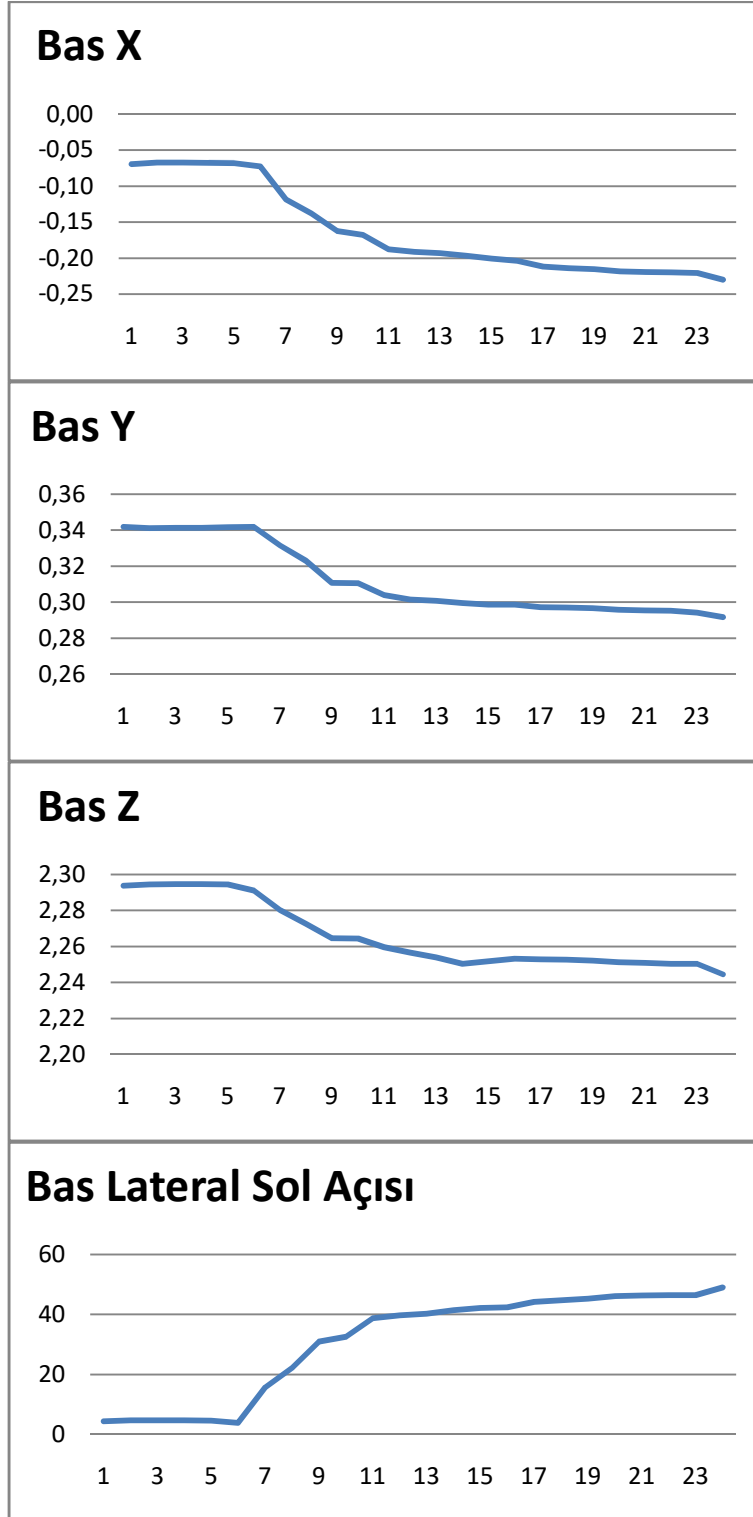
Şekil 4.3. (devam) Baş ekstansiyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi



Resim 4.14. Baş lateral sol hareketi

Resim 4.14' de baş lateral sol hareketi gösterilmektedir. Baş önce dik durmakta ve ardından karşıya bakarak baş sola doğru yatırılmaktadır. Bu yatırılma işlemiyle başın ilk konumu arasında kalan açı baş için lateral sol eklem açısını vermektedir. Şekil 4.4'te de başın lateral sol ölçümü sırasındaki koordinat değişimi ve açı değerleri gösterilmektedir. Baş ilk konumundan harekete başladığında aradaki açı artmaktadır. Baş sola en son gidebildiği konumda açı değeri maksimum gelebileceği yere ulaşmaktadır. Kinectin bulunduğu yer orijin olarak kabul edildiği için sola doğru hareketlerde x in eksi değerlere

gitmesi sağa doğru ise artı değerlere gitmesi gerekmektedir. Buradaki hareket sırasında başın x,y,z koordinatları incelendiğinde baş sola gittiği için x koordinatının eksi yönde arttığı, ilk duruma göre sola eğilirken yükseklik azaldığı için y nin azaldığı görülmektedir.

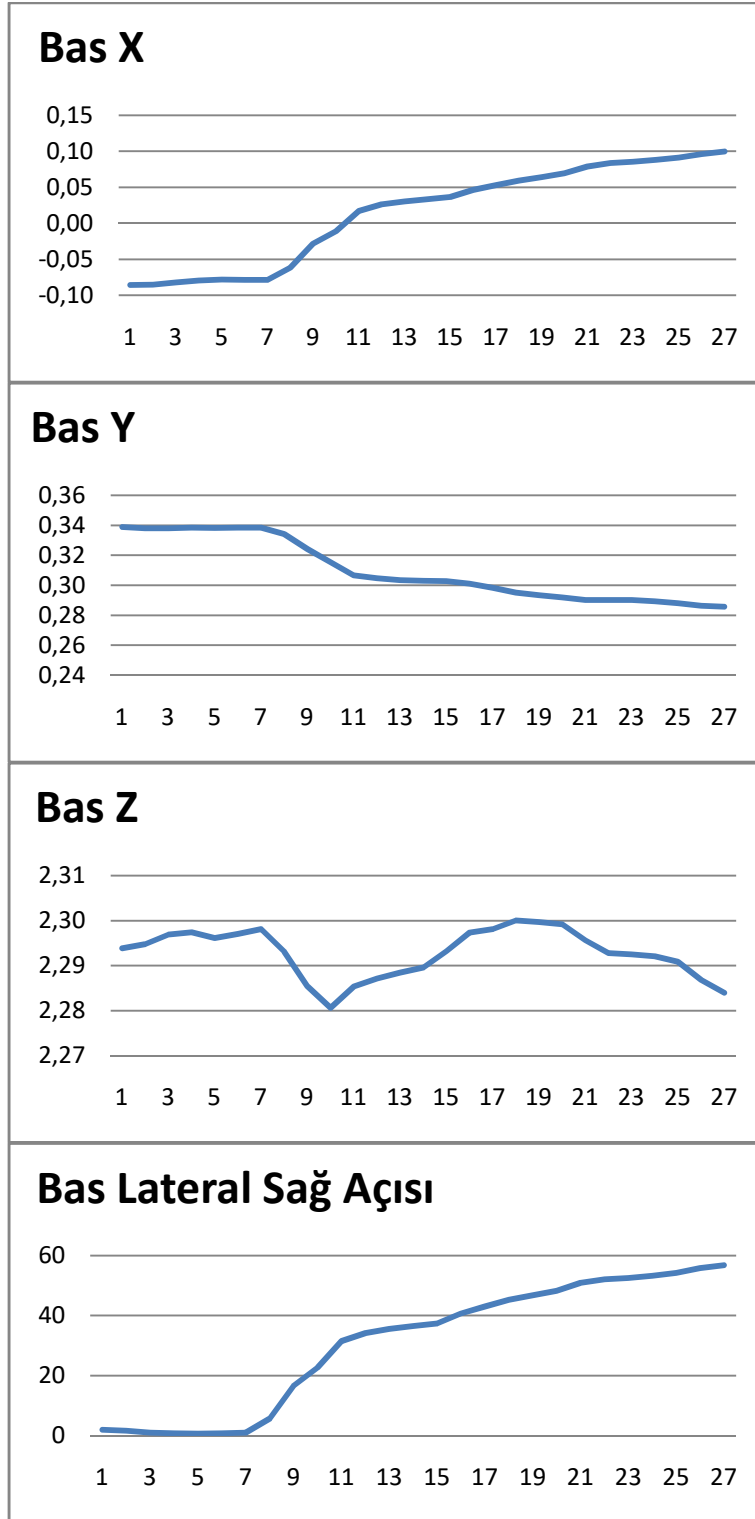


Şekil 4.4. Baş lateral sol açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi



Resim 4.15. Baş lateral sağ hareketi

Resim 4.15’ de baş lateral sağ hareketi gösterilmektedir. Baş önce dik durmakta ve ardından karşıya bakarak baş sağ doğru yatırılmaktadır. Bu yatırılma işlemiyle başın ilk konumu arasında kalan açı baş için lateral sağ eklem açısını vermektedir. Şekil 4.5’de başın lateral sağ ölçümü sırasındaki koordinat değişimi ve açı değerleri gösterilmektedir. Baş ilk konumundan harekete başladığında aradaki açı artmaktadır. Baş sağa en son gidebildiği konumda açı değeri maksimum gelebileceği yere ulaşmaktadır. Hareket sırasında başın x,y,z koordinatları incelendiğinde baş sağ gittiği için x koordinatının artı yönde arttığı, ilk duruma göre sağ eğilirken yükseklik azaldığı için y nin azaldığı görülmektedir. Başın sola ve sağa hareketlerindeki z koordinatlarındaki noktalar için ölçümler nokta bazlı ve sürekli olduğu için hareket sırasında başın ya da vücudun hafifte olsa hareket etmesi koordinatları değiştirmesi z nin farklı değerler almasına neden olmaktadır.

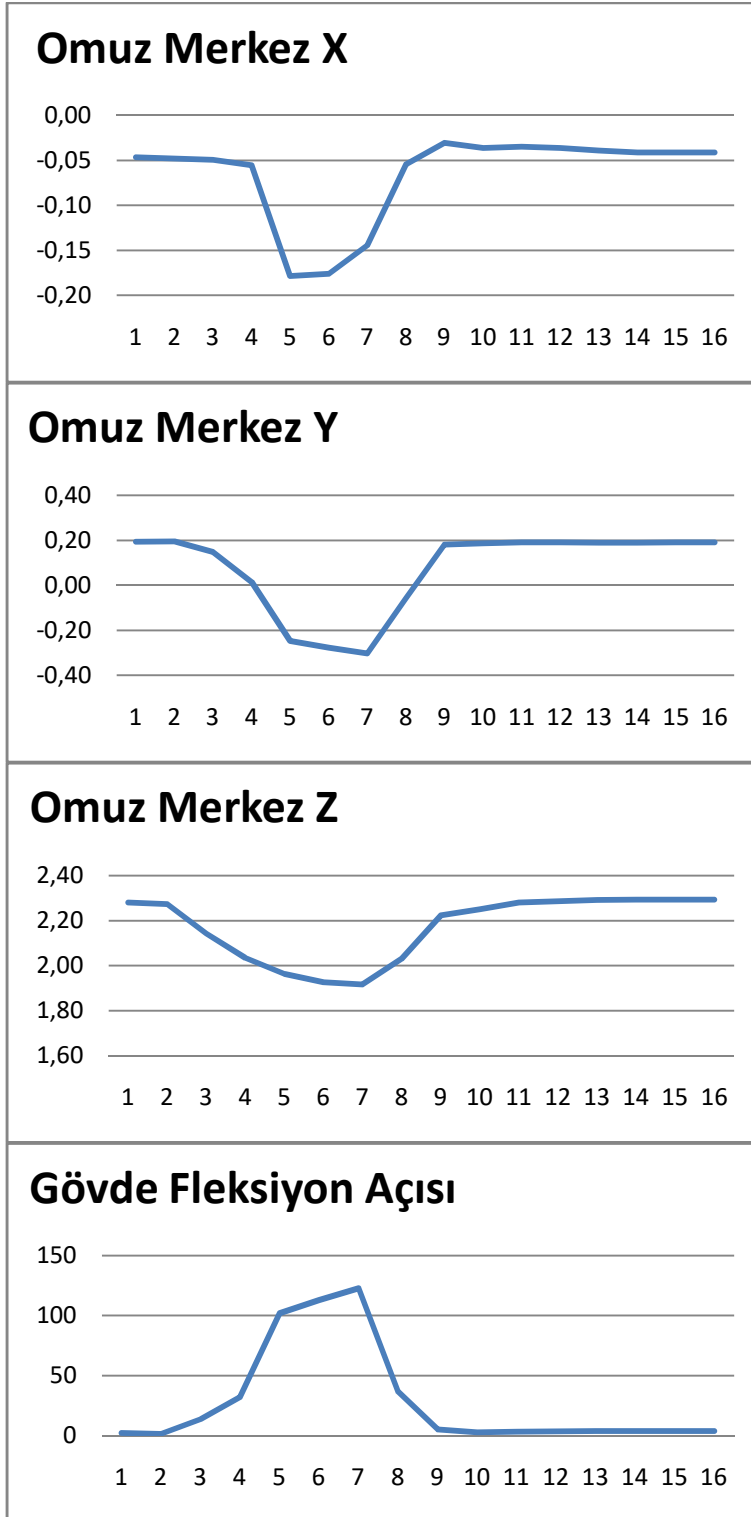


Şekil 4.5. Baş lateral sağ açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi



Resim 4.16. Gövde fleksiyon hareketi

Resim 4.16’da gövdenin fleksiyon hareketi gösterilmektedir. Buradaki harekette vücut önce dik konuma getirilir. Ardından öne doğru eğilebildiğimiz kadar eğilerek hareket gerçekleştirilir. Hareketi yaparken dizlerin kırılmaması gerekmektedir. Şekil 4.6’da da gövde fleksiyon hareketi sırasındaki açı ve x,y,z koordinatlarının değişimi gösterilmektedir. Gövde fleksiyon açısı ilk dik durumdaki pozisyonumuz ve öne eğilirkenki pozisyonumuz arasında kalan açıdır. Burada da görüldüğü gibi açı eğilirken artmaktadır. Eğilebildiğimiz son yerde açı maksimuma ulaşmakta ve eski halimize döndüğümüzde açı değeri tekrardan azalıp sıfıra gelmektedir. Bu sırada gövdenin x,y,z koordinatları incelendiğinde öne eğilirken yüksekliğimiz azaldığı için y azalmakta, Kinecte doğru hareket ettiğimiz için z koordinatı azalmaktadır. Hareketi yaparken vücudumuzun sağa ve sola hafifçe oynamasından dolayı x koordinatı da artış ve azalış göstermektedir.

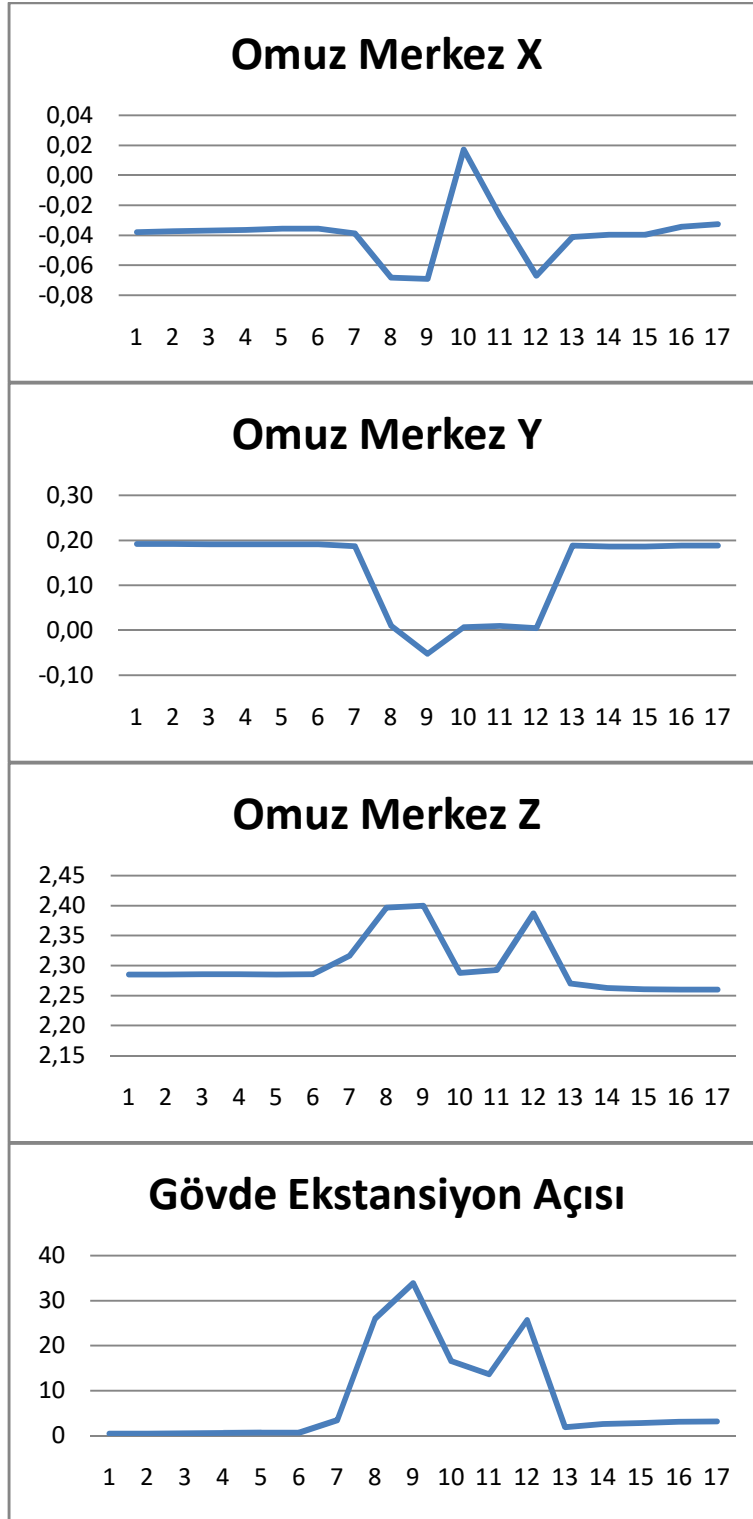


Şekil 4.6. Gövde fleksiyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi



Resim 4.17. Gövde ekstansiyon hareketi

Resim 4.17’ de gövde ekstansiyon hareketi gösterilmektedir. Ektansiyon açısı gövdenin ilk dik konumu ve hareket sırasındaki konumu arasında kalan açıdır. Şekil 4.7’de ise ekstansiyon açısı ölçümü sırasındaki açı ve koordinat değerleri grafik olarak gösterilmektedir. Burada gövde geriye giderken yükseklik ilk duruma göre azaldığı için y değeri önce azalmakta ardından eski hale dönerken yeniden artmaktadır. Gövde hareket sırasında Kinecten uzaklaştığı için z koordinatı artmaktadır. Gövdenin eski haline gelirken de z ilk durumuna gelmektedir. Grafikteki açı değerindeki ara artış ve azalışın nedeni kişinin eski haline dönerken ilk konuma ulaşmadan önce tekrardan geri gitmesi ve ardından eski konuma gelmesindendir. Bu tip hareket içinde dalgalanmaların olması kişinin hareket esnasında harekete aykırı şekilde davranmasından kaynaklanmaktadır.

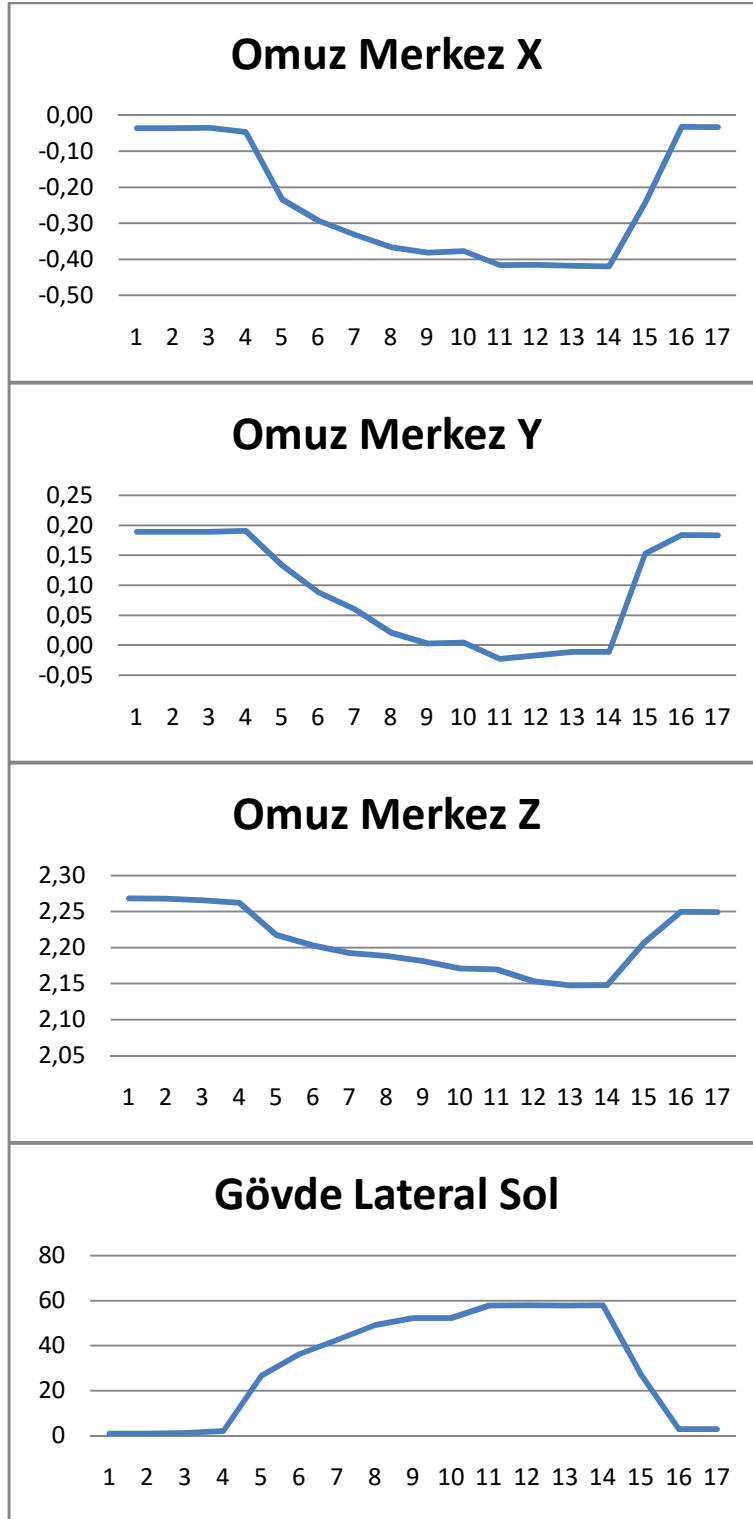


Şekil 4.7. Gövde ekstansiyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi



Resim 4.18. Gövde lateral sol hareketi

Resim 4.18’de gövde lateral sol hareketi gösterilmektedir. Gövdenin dik konumuyla sola doğru eğilerek arada kalan açı lateral sol açısını vermektedir. Şekil 4.8’de de açı ölçümü sırasındaki x,y,z koordinat değişimi ve açının değişimi gösterilmektedir. Gövde sola doğru eğilirken lateral sol açısı artmakta gövde son konumuna geldiğinde açı değeri maksimum olmaktadır. Ardından tekrar gövde ilk konuma gelirken de açı değeri azalmaktadır. Gövde sola eğildiği için x koordinatı eksi yönde artmakta ardından ilk konuma dönerken ilk haline geri dönmektedir. Y koordinatı ise yükseklik azaldığı için azalmaktadır.

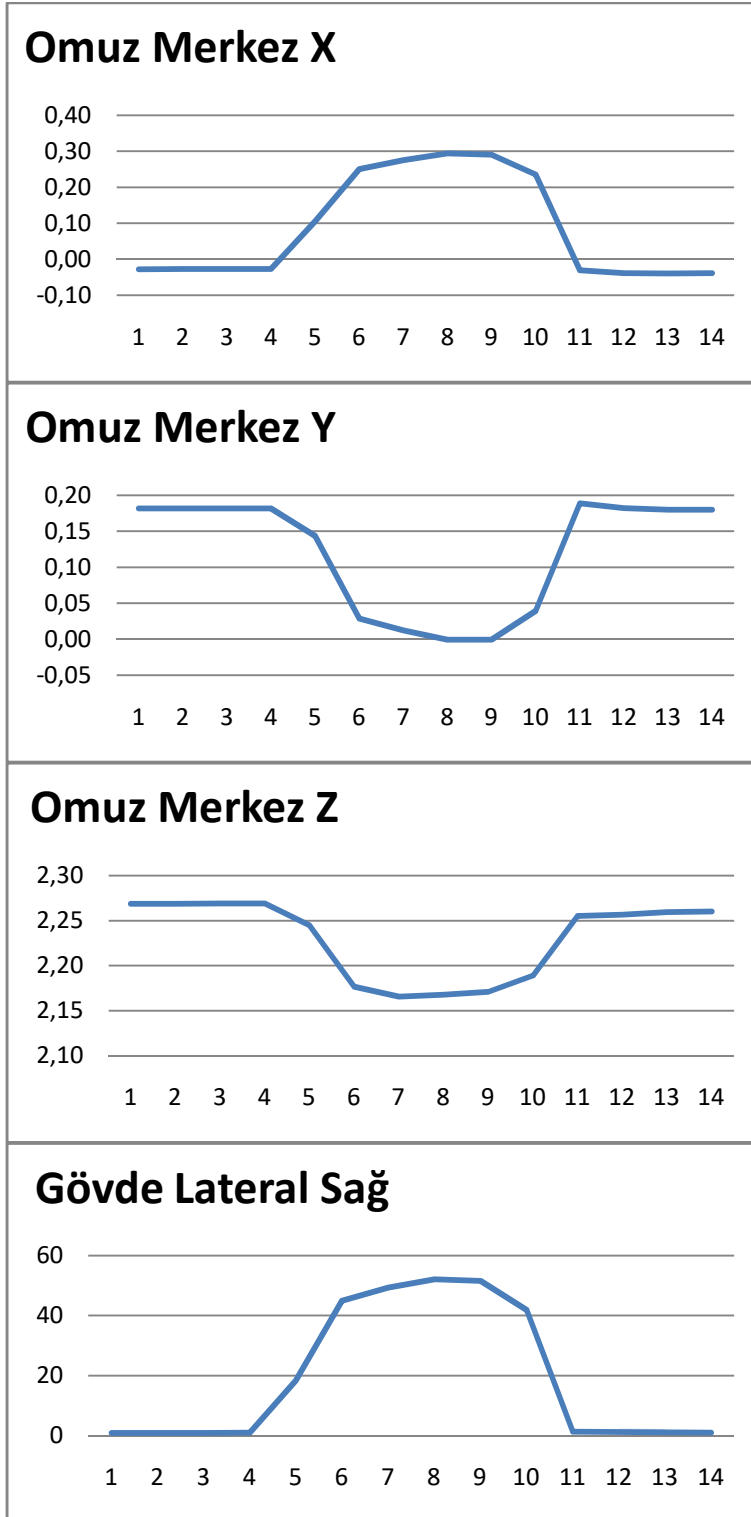


Şekil 4.8. Gövde lateral sol açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi



Resim 4.19. Gövde lateral sağ hareketi

Resim 4.19’da gövde lateral sağ hareketi gösterilmektedir. Gövdenin dik konumuyla sağa doğru eğilerek arada kalan açı lateral sağ açısını vermektedir. Şekil 4.9’da de açı ölçümü sırasındaki açının değişimi ve x,y,z koordinat değişimi gösterilmektedir. Gövde sağa doğru eğilirken lateral sağ açısı artmakta gövde son konumuna geldiğinde açı değeri maksimum olmaktadır. Ardından tekrar gövde ilk konuma gelirken de açı değeri azalmaktadır. Gövde sağa eğildiği için x koordinatı artı yönde artmakta ardından ilk konuma dönerken ilk haline geri dönmektedir. Y koordinatı ise yükseklik azaldığı için azalmaktadır.

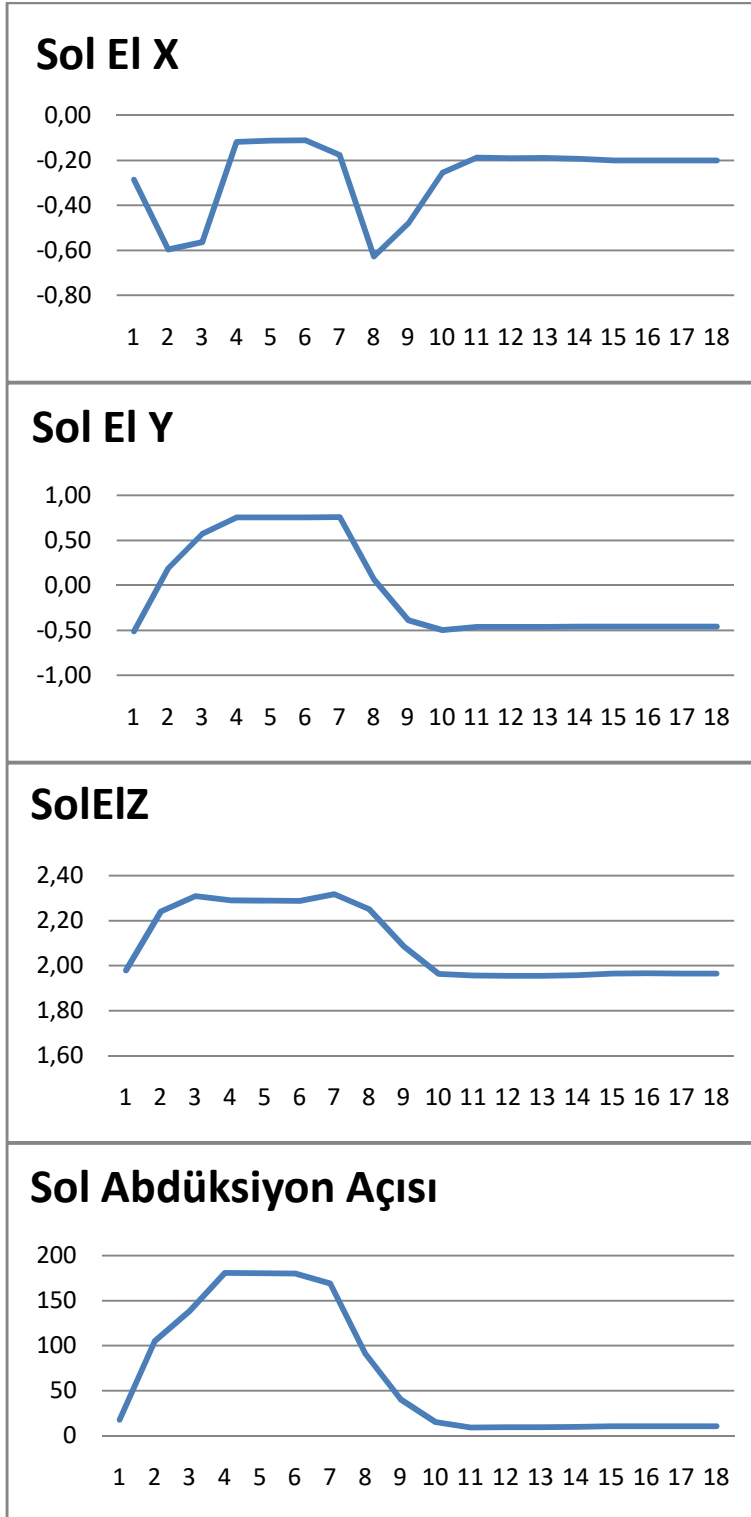


Şekil 4.9. Gövde lateral sağ açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi

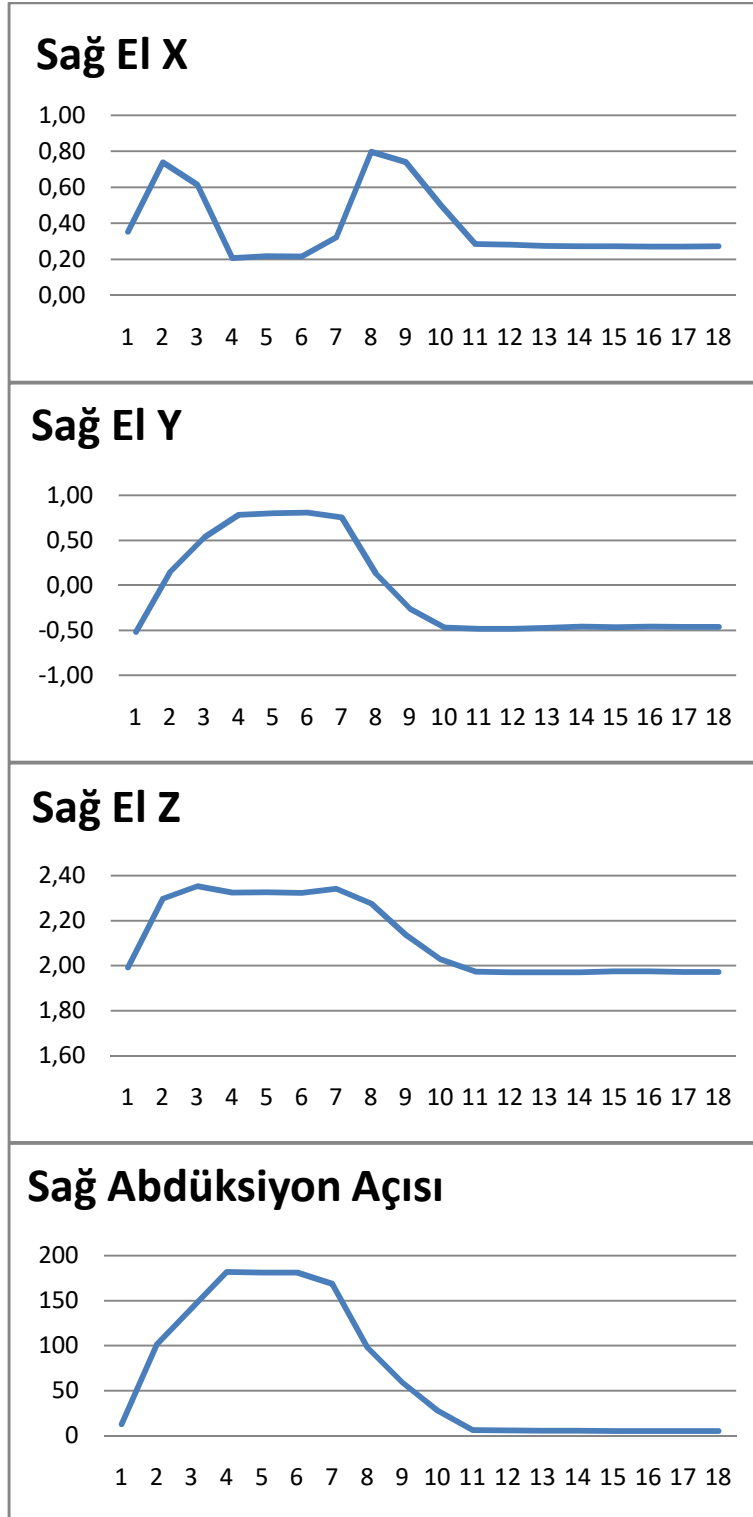


Resim 4.20. Omuz abdüksiyon hareketi

Resim 4.20’de omuz abdüksiyon hareketi gösterilmektedir. Kollar ilk yanda olacak şekilde kolları dirseklerden kırmadan yandan yukarı kaldırarak hareket yapılmaktadır. Kolun ilk konumundan hareket sırasındaki konumu arasında kalan açıya abdüksiyon açısı denmektedir. Burada açının ölçümünde elin ilk konumu ve son konumu baz alınmaktadır. Şekil 4.10’daki grafiklerde sol ve sağ abdüksiyon açılarının ve sol ve sağ elin ilk durumdan son duruma kadar olan x,y,z koordinat değişimi görülmektedir. Kollar yukarı doğru kalkarken açı değeri de artmaktadır. Kollar tam yukardayken açı değeri maksimum değerini almaktadır. Bu değer bizim omuz abdüksiyon eklem açıklığımız olmaktadır. Kol yukarı kalkarken x,y,z değişimlerine bakılırsa sol el için x değeri eksi yönde artmaktadır. Kol tam yana açıldığında ise artı yöne doğru bir artış olmaktadır. Çünkü önce sol kol Kinecte göre eksi yönde gitmekte ardından kol tam yanda olduktan sonra artı yöne doğru hareket etmektedir. Y koordinatı ise el yukarı kaldırıldıkça artmaktadır. Elin son konumunda y maksimum değerine ulaşmaktadır. Z koordinatı ise el yukarı kaldırılırken kolu öne geriye doğru hareket ettirmemize göre artış ve azalış göstermektedir. Sol kol için olan durum aynı şekilde sağ konum için de geçerlidir. Tek fark olarak x değeri önce artı yönde artarken kol yana geldikten sonra eksi yönde artmaktadır.



Şekil 4.10. Omuz abdüksiyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi

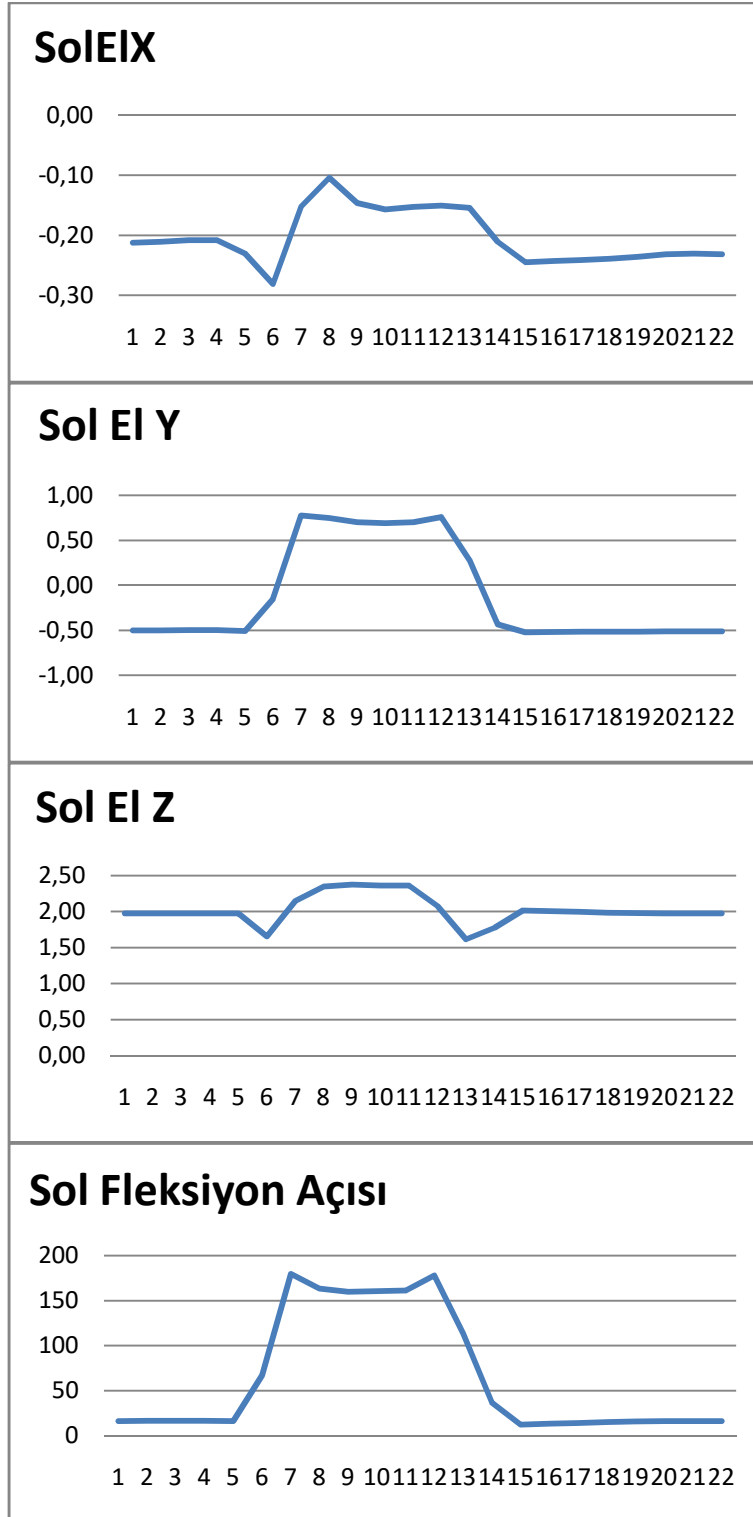


Şekil 4.10. (devam) Omuz abdüksiyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi

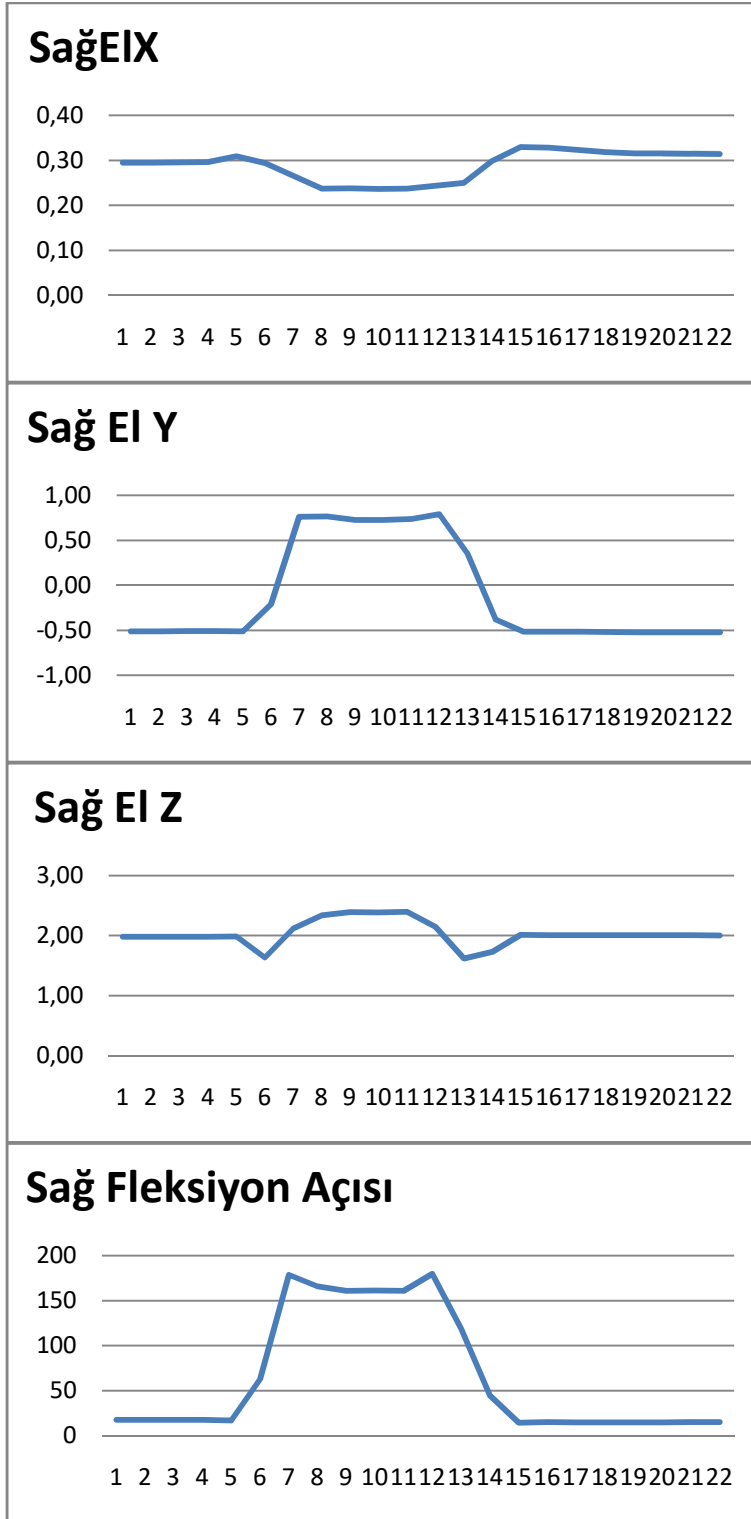


Resim 4.21. Omuz fleksiyon hareketi

Resim 4.21’de omuz fleksiyon hareketi gösterilmektedir. Kollar ilk olarak yanda olacak şekilde kolları dirsekten kırmadan önden yukarı doğru kaldırarak hareket yapılmaktadır. Şekil 4.11’de ise fleksiyon hareketi sırasındaki açı değişimi ve koordinat değişimi gösterilmektedir. Hareketin başlamasıyla kollar önden yukarı doğru kaldırılırken sol ve sağ omuz fleksiyon açıları da ölçülmeye başlanmaktadır. Kollar kalkabildiği son konumda açı değerleri maksimum değerine ulaşmaktadır. Hareketi gerçekleştirdikten sonra kollar eski haline dönerken ise açı değerleri azalmaktadır. Bu sıradaki koordinatlardaki değişimlere bakıldığında kollar önden yukarı kaldırıldığı için z koordinatının önce azaldığı ardından arttığı, y koordinatının önce arttığı ardından azaldığı, x koordinatının ise hareket boyunca kolların sağa sola kaymasına göre değiştiği görülmektedir.



Şekil 4.11. Omuz fleksiyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi

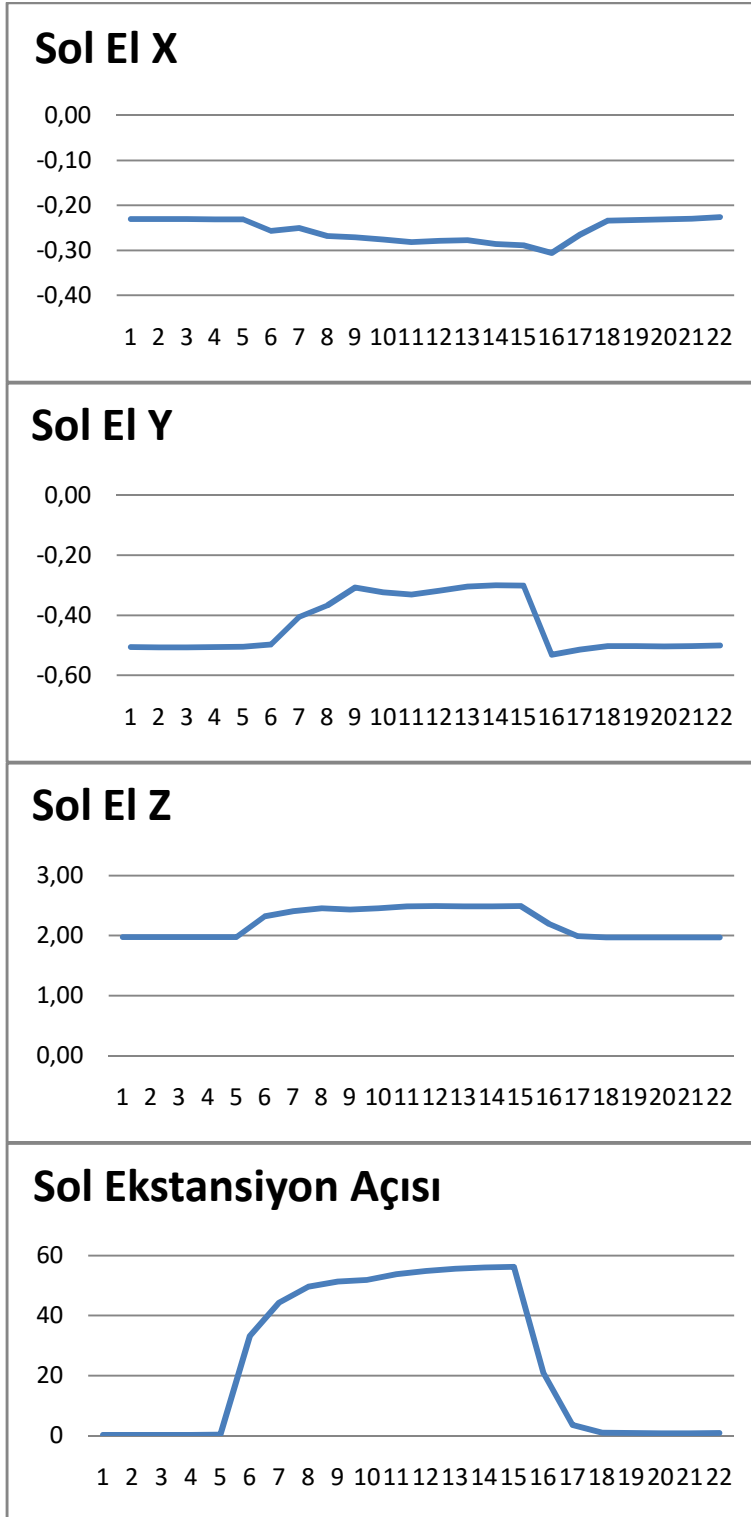


Şekil 4.11. (devam) Omuz fleksiyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi

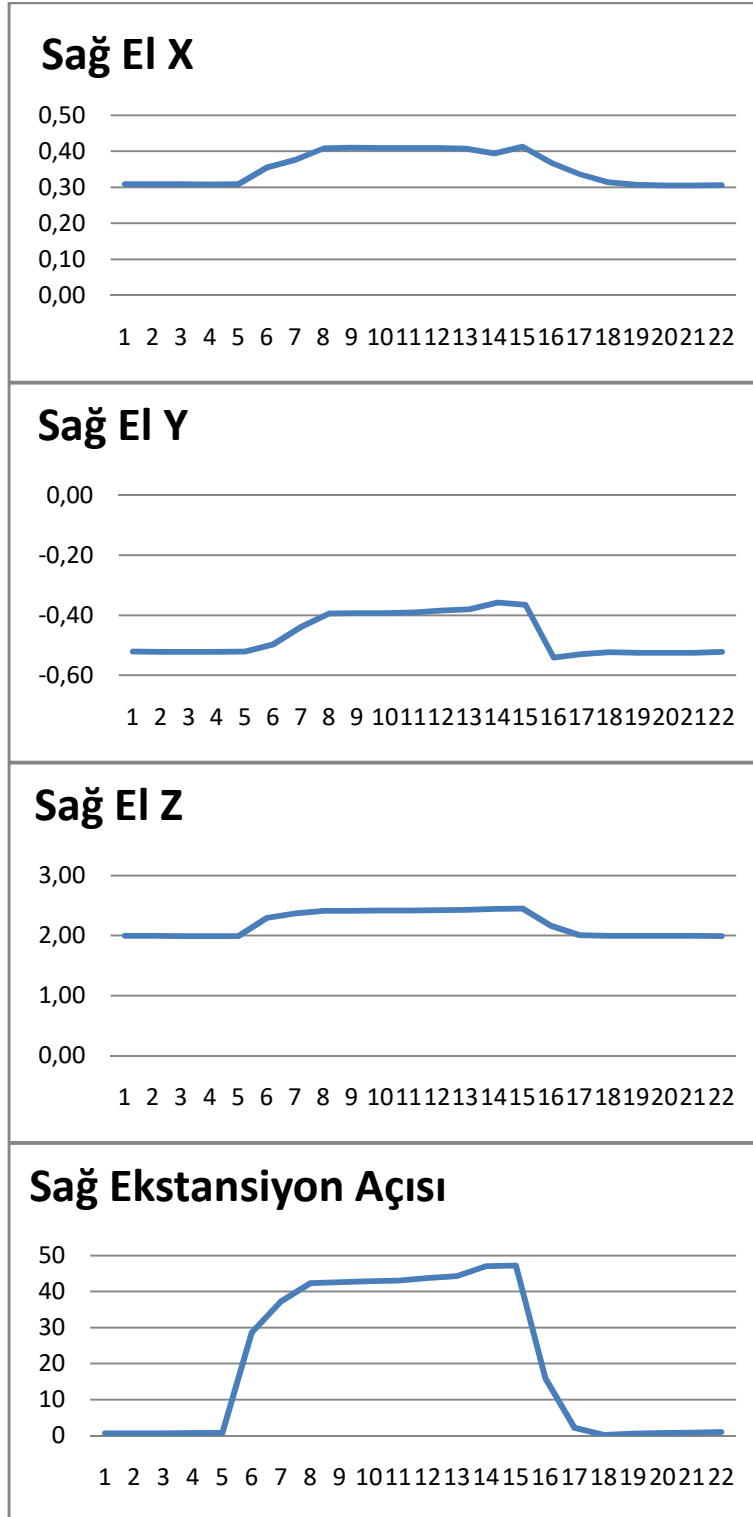


Resim 4.22. Omuz ekstansiyon hareketi

Resim 4.22’de omuz ekstansiyon hareketi gösterilmektedir. Kollar başta yanda olacak şekilde kolları geriye götürebildiğimiz kadar götürerek kolun ilk konumu ve son konumu arasında kalan açı ekstansiyon açısını vermektedir. Bu sıradaki koordinat değişimleri Şekil 4.12’de gösterilmektedir. Kollar geriye gitmeye başladığında kollar ilk duruma göre yükseldiği için y koordinatı, Kinect’ten uzaklaştığı için z koordinatı artmaktadır. Açı değerleri hareket başlamasıyla artmakta ardından kollar geriye doğru gelirken azalmaktadır.



Şekil 4.12. Omuz ekstansiyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi

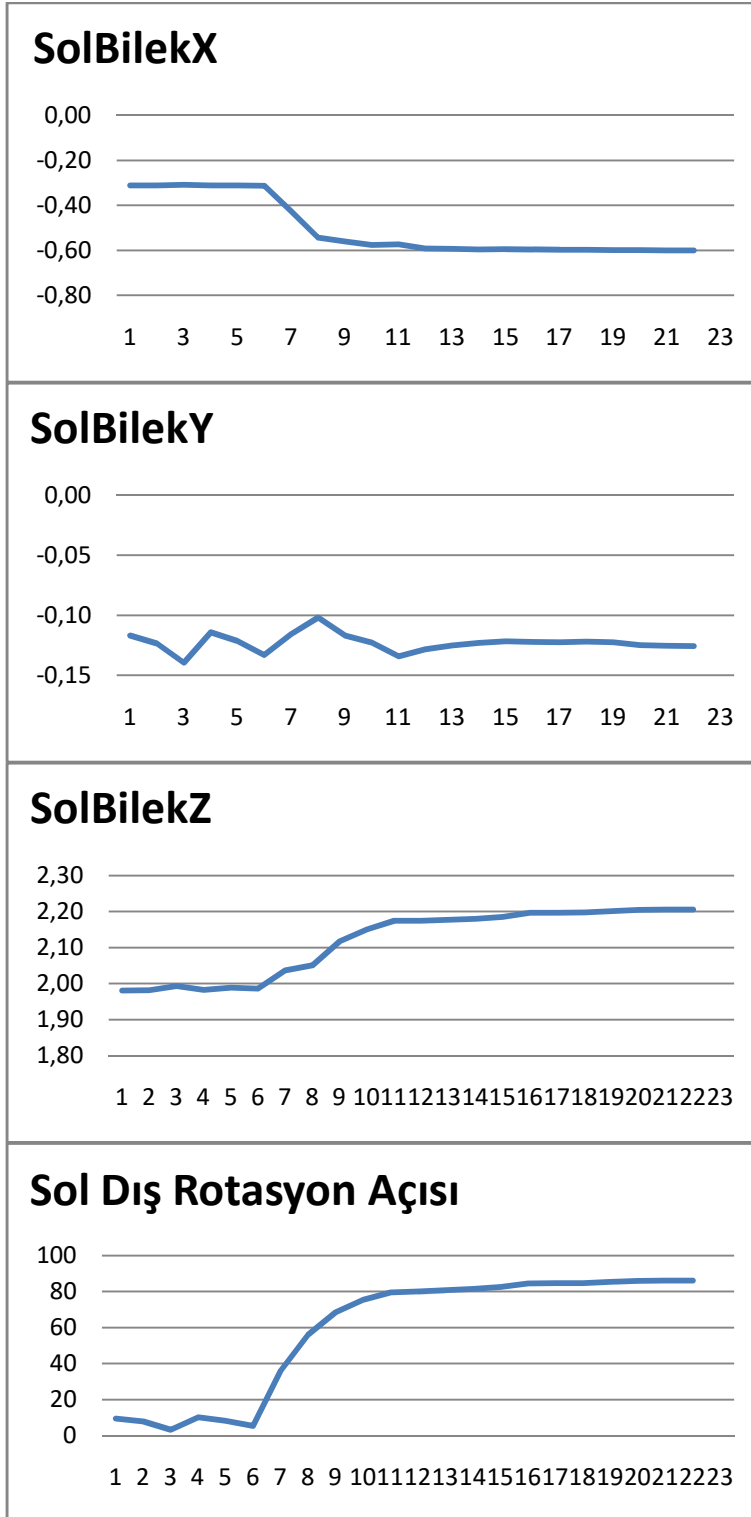


Şekil 4.12. (devam) Omuz ekstansiyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi

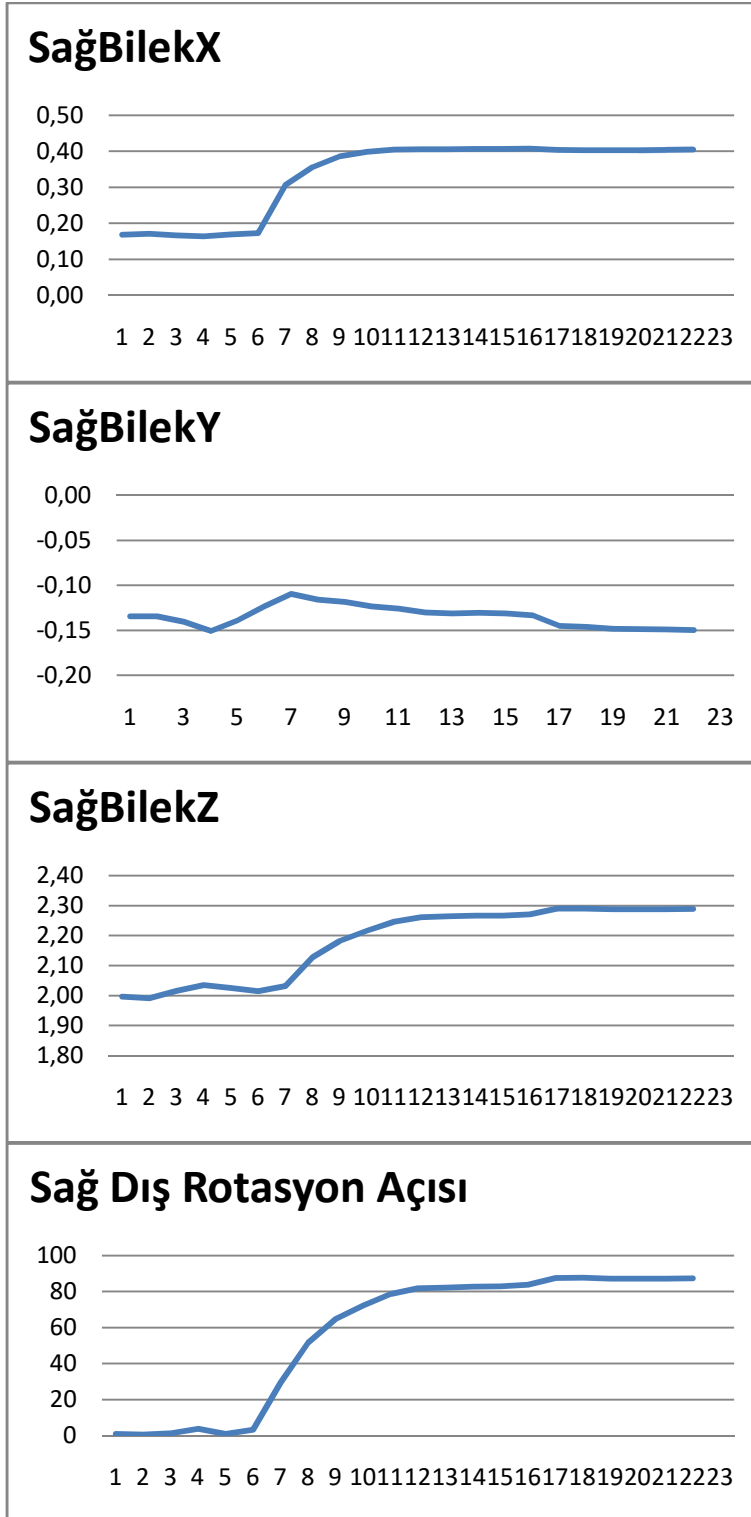


Resim 4.23. Omuz dış rotasyon hareketi

Resim 4.23’ de omuz dış rotasyon hareketi gösterilmektedir. Kollar dirseklerden 90 derece olacak şekilde kırılarak ve eller karşılıklı bakacak şekilde duruş alınır. Daha sonra dirsekleri vücuttan fazla ayırmadan kollar iki yana açılarak hareket yapılmaktadır. Hareket yapılırken açı ve koordinat değişimi Şekil 4.13’de gösterilmektedir. Dış rotasyon açısı kolları yanlara doğru açtıkça artmaktadır. Sol kol sola hareket ettiği için x koordinatı eksi yönde artarken sağ kol da sağa doğru hareket ettiği için x değeri artı yönde artmaktadır. Her iki kol da hareketi yaparken Kinect’ en uzaklaştığı için z koordinatları artmaktadır.



Şekil 4.13. Omuz dış rotasyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi



Şekil 4.13. (devam) Omuz dış rotasyon açısı hesaplamasında açı ve x,y,z koordinat değişimi

Gerçekleştirilen sistem 70 gönüllü üzerinde denenerek yapılan sistemin eklem açıklığını ne kadar doğru ölçtüğünü bulunmaya çalışılmıştır. Gönüllülerden önce uzman fizyoterapist tarafından eklem açıklığı ölçüleri gonyometre ile alınmıştır. Ardından gönüllüler Kinectli

sistemi kullanarak uygulama tarafından aynı ölçümler alınmıştır. Eklem hareket ölçüleri alınan kısımlar bas, gövde ve omuz hareketleri olmak üzere 3 kısımdan oluşmaktadır. Bas için başın öne, arkaya, sola ve sağa; gövde için gövdenin öne, arkaya, sola ve sağ; omuz içinde her iki kol olmak üzere kolların yandan yukarı kaldırılması, önden yukarı kaldırılması, geriye götürülmesi ve dış rotasyon yapılması hareketleri gönüllülerden sırasıyla yapılmasını istenmiştir. Gonyometre ölçümleri ve Kinect ölçümleri veri tabanına kaydedildikten sonra karşılaştırmaları yapılmıştır. Her hareket için ayrı ayrı değerlendirme yapılmıştır. Değerlendirme sonucunda elde edilen bulgular Çizelge 4.1’de ve Çizelge 4.2’de yer almaktadır.

Çizelge 4.1. Gonyometre ve kinectli sistemin baş ve gövde için olan eklem açıklığı ölçümlerinin karşılaştırılması

	Fleksiyon	Ekstansiyon	Lateral Sol	Lateral Sağ
BAS KISMI	%87,15 (± 10)	-	%87,15 (± 10)	%90 (± 10)
GÖVDE KISMI	%62,90 (± 12)	%82,90 (± 10)	%90 (± 10)	%78,58 (± 10)

Çizelge 4.2. Gonyometre ve kinectli sistemin omuz için olan eklem açıklığı ölçümlerinin karşılaştırılması

OMUZ KISMI	Abdüksiyon	Fleksiyon	Ekstansiyon	Dış Rotasyon
SOL	%74,3 (± 10)	%90 (± 10)	%68,58 (± 10)	%62,9 (± 20)
SAĞ	%82,90 (± 10)	%87,15 (± 10)	%74,3 (± 10)	%65,72 (± 20)

Çizelge 4.1 ve 4.2’ye göre uygulanan sistem bas kısmı için ekstansiyon hariç iyi sonuçlar dönmektedir. Ekstansiyon kısmında ise diğer kısımdaki ölçüm şekilleri bu kısım için uygun olmadığı için düzgün bir sonuç elde edilememiştir. Başın geri doğru götürülmesi sırasındaki koordinat değerleri düzgün bir şekilde değişmediğinden dolayı bu kısmın ölçümü için sabit bir standart bulunamamıştır. Gövde kısmında fleksiyon hareketi için olan ölçüm dışındaki ölçümlerde yüksek başarı sağlanırken fleksiyondaki başarı oranı %60larda kalmıştır. Bu durum ölçüm sırasında kişinin istenen hareketi tam yapamaması, dizlerini kırmaması gerekirken dizlerini kırması, başlangıçta dik durması gerekirken dik durmaması sonucu ölçüm işlemi doğru şekilde gerçekleşmediği için kaynaklanmaktadır.

Omuz kısmındaki sonuçlara bakıldığında en iyi sonucun fleksiyon için geldiği dış rotasyon için ise en kötü sonucun geldiği görülmektedir. Bu durum dış rotasyon için olan ölçüm

şeklinin dış rotasyonu ölçmede yeterli olmadığı sonucunu getirmektedir. Bununla birlikte dış rotasyon için olan ölçüm şeklinin kullanıcı tarafından tam algılanamaması hareketin yanlış ya da eksik yapılmasına yol açtığı için dış rotasyonda iyi bir sonuç alınamamasına neden olmaktadır.





5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma üst ekstremite kısmındaki eklem açıklığı değerlerini belirlemek ve üst ekstremite için uygulanan fizik tedaviye yardımcı olmak için yapılmıştır. Üst ekstremite için baş, gövde ve omuz için fleksiyon, abduksiyon, ekstansiyon, lateral sol ve sağ eklem hareketleri seçilmiştir. Bu hareketlerin açıları önce gonyometre ile ölçülmüş. Ardından tasarlanan Kinectli sistemle aynı ölçümler yapılarak sonuçlar karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonucunda Kinectli sistemin baş için ekstansiyon hariç diğer kısımlar için %87-%90 arası doğruluk sağladığı görülmüştür. Baş kısmının ekstansiyon açısının yapılan sistemle ölçüm yapılamamasında başın geriye gitmesi sırasındaki y koordinat değerinin düzensiz artış ve azalışları neden olmaktadır. Gövde kısmında fleksiyon için %62 doğruluk sağlanırken diğer kısımlar için %78-%90 arasında doğruluk sağlanmaktadır. Gövdenin fleksiyon kısmındaki düşük doğruluk oranı hareketin yapımı sırasında kişinin dizlerini bükmesi, gövdesini dik konumda iken daha geriden başlayarak eğmesi sonucunda açının gonyometre değerlerinden daha fazla gelmesinden kaynaklanmaktadır. Ölçüm sırasındaki açı değişimi ve koordinat değişimi incelendiğinde açının ölçümünde değerlerin istenen koşullarda artış ve azalış sağladığı görülmektedir. Bu da açının ölçümünün doğru şekilde yapıldığı fakat hareketin başlangıcındaki duruştan kaynaklı ölçülen açının istenenden fazla geldiğini göstermektedir. Omuz kısmındaki sonuçlara bakıldığında abduksiyon ve fleksiyon için yüksek doğruluk sağlarken ekstansiyon ve dış rotasyonda düşük doğrulukların geldiği görülmektedir. Dış rotasyon için olan hareketin tam olarak doğru algılanamaması, ilk duruşun doğru alınamaması ve hareketi yaparken dirseklerin vücuttan fazla ayrılması bu ölçümde hatalara neden olmaktadır.

Gelen tüm sonuçlar ışığında Kinect'in eklem açıklığı ölçmede kullanılabilir bir cihaz olduğu görülmektedir. Burada kullanılan cihaz Kinect'in v1 modelidir. Bu sistemde Kinect'in v2 modelinin kullanılması eklem açıklığı ölçmedeki doğrulukları arttırabilir. Kinect v2'nin daha fazla eklem noktasına sahip olması ve teknik özelliklerinin v1 e göre daha üstün olması gelen nokta verilerini iyileştirebileceği için gelen açı değerleri de daha verimli olabilecektir. Bunun yanında yapılan hareketlerdeki yanlış ölçüme neden olan hareketlerin engellenmesi de doğruluğu arttırabilecektir.



KAYNAKLAR

1. Kora, T., Soga, M., Taki, H. (2015). Golf Learning Environment Enabling Overlaid Display of Expert's Model Motion and Learner's Motion Using KINECT. *Procedia Computer Science*, 60, 1559-1565.
2. Zarzuela, M. M., Pernas, F. J. D., Calzón, S. M., Ortega, D. G., Rodríguez, M. A. (2013). Educational tourism through a virtual reality platform. *Procedia Computer Science*, 25, 382-388.
3. Ayala, N. A. R., Mendívil, E. G., Salinas, P., Rios, H. (2013). Kinesthetic learning applied to mathematics using kinect. *Procedia Computer Science*, 25, 131-135.
4. Bravo, C. B., Ojeda-Castelo, J. J., Piedra-Fernandez, J. A. (2017). Art activities with Kinect to students with cognitive disabilities: Improving all motor skills. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 237, 1148-1151.
5. Munaro, M., Ballin, G., Michieletto, S., & Menegatti, E. (2013). 3D flow estimation for human action recognition from colored point clouds. *Biologically Inspired Cognitive Architectures*, 5, 42-51.
6. Sanna, A., Lamberti, F., Paravati, G., Manuri, F. (2013). A Kinect-based natural interface for quadrotor control. *Entertainment Computing*, 4(3), 179-186.
7. Stoyanov, T., Mojtahedzadeh, R., Andreasson, H., Lilienthal, A. J. (2013). Comparative evaluation of range sensor accuracy for indoor mobile robotics and automated logistics applications. *Robotics and Autonomous Systems*, 61(10), 1094-1105.
8. Sgorbissa, A. Verda, D. (2013). Structure-based object representation and classification in mobile robotics through a Microsoft Kinect. *Robotics and Autonomous Systems*, 61(12), 1665-1679.
9. Du, G. Zhang, P. (2014). Markerless human-robot interface for dual robot manipulators using Kinect sensor. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 30(2), 150-159.
10. Rosado, J., Silva, F., Santos, V. (2014). Using kinect for robot gesture imitation. *Procedia Technology*, 17, 423-430.
11. Ukida, H. Tanaka, K. (2015, July). *Mobile robot operation by gesture recognition using continuous human motion*. In 2015 54th Annual Conference of the Society of Instrument and Control Engineers of Japan (SICE).1-6, IEEE.
12. Cheng, L., Sun, Q., Su, H., Cong, Y. Zhao, S. (2012, May). *Design and implementation of human-robot interactive demonstration system based on Kinect*. In 2012 24th Chinese Control and Decision Conference (CCDC). 971-975, IEEE.
13. Tsai, Z. R. (2014). Robust Kinect-based guidance and positioning of a multidirectional robot by Log-ab recognition. *Expert Systems with Applications*, 41(4), 1271-1282.

14. Chang, Y. J., Chen, S. F., Huang, J. D. (2011). A Kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities. *Research in Developmental Disabilities*, 32(6), 2566-2570.
15. Ray, S. J., Teizer, J. (2012). Real-time construction worker posture analysis for ergonomics training. *Advanced Engineering Informatics*, 26(2), 439-455.
16. Filipe, V., Fernandes, F., Fernandes, H., Sousa, A., Paredes, H., Barroso, J. (2012). Blind navigation support system based on Microsoft Kinect. *Procedia Computer Science*, 14, 94-101.
17. Gonçalves, N., Rodrigues, J. L., Costa, S., & Soares, F. (2012). Automatic detection of stereotypical motor movements. *Procedia Engineering*, 47, 590-593.
18. Dutta, T. (2012). Evaluation of the Kinect™ sensor for 3-D kinematic measurement in the workplace. *Applied Ergonomics*, 43(4), 645-649.
19. Clark, R. A., Pua, Y. H., Fortin, K., Ritchie, C., Webster, K. E., Denehy, L., Bryant, A. L. (2012). Validity of the Microsoft Kinect for assessment of postural control. *Gait & Posture*, 36(3), 372-377.
20. O'Donovan, C., Hirsch, E., Holohan, E., McBride, I., McManus, R., & Hussey, J. (2012). Energy expended playing Xbox Kinect™ and Wii™ games: a preliminary study comparing single and multiplayer modes. *Physiotherapy*, 98(3), 224-229.
21. Chang, Y. J., Han, W. Y., & Tsai, Y. C. (2013). A Kinect-based upper limb rehabilitation system to assist people with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 34(11), 3654-3659.
22. Semeraro, F., Frisoli, A., Loconsole, C., Bannò, F., Tammaro, G., Imbriaco, G., Marchetti, L., & Cerchiari, E. L. (2013). Motion detection technology as a tool for cardiopulmonary resuscitation (CPR) quality training: a randomised crossover mannequin pilot study. *Resuscitation*, 84(4), 501-507.
23. Holmes, H., Wood, J., Jenkins, S., Winship, P., Lunt, D., Bostock, S., & Hill, K. (2013). Xbox Kinect™ represents high intensity exercise for adults with cystic fibrosis. *Journal of Cystic Fibrosis*, 12(6), 604-608.
24. Sholukha, V., Bonnechere, B., Salvia, P., Moiseev, F., Rooze, M., Jan, S. V. S. (2013). Model-based approach for human kinematics reconstruction from markerless and marker-based motion analysis systems. *Journal of Biomechanics*, 46(14), 2363-2371.
25. Zannatha, J. M. I., Tamayo, A. J. M., Sánchez, Á. D. G., Delgado, J. E. L., Cheu, L. E. R., & Arévalo, W. A. S. (2013). Development of a system based on 3D vision, interactive virtual environments, ergonomic signals and a humanoid for stroke rehabilitation. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 112(2), 239-249.
26. Ferreira, M., Carreiro, A., Damasceno, A. (2013). Gesture analysis algorithms. *Procedia Technology*, 9, 1273-1281.

27. González-Ortega, D., Díaz-Pernas, F. J., Martínez-Zarzuela, M., Antón-Rodríguez, M. (2014). A Kinect-based system for cognitive rehabilitation exercises monitoring. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 113(2), 620-631.
28. Galna, B., Barry, G., Jackson, D., Mhiripiri, D., Olivier, P., Rochester, L. (2014). Accuracy of the Microsoft Kinect sensor for measuring movement in people with Parkinson's disease. *Gait & Posture*, 39(4), 1062-1068.
29. Mellecker, R. R., McManus, A. M. (2014). Active video games and physical activity recommendations: A comparison of the Gamercize Stepper, XBOX Kinect and XaviX J-Mat. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 17(3), 288-292.
30. Pompeu, J. E., Arduini, L. A., Botelho, A. R., Fonseca, M. B. F., Pompeu, S. A. A., Torriani-Pasin, C., Deutsch, J. E. (2014). Feasibility, safety and outcomes of playing Kinect Adventures!™ for people with Parkinson's disease: a pilot study. *Physiotherapy*, 100(2), 162-168.
31. Su, C. J., Chiang, C. Y., Huang, J. Y. (2014). Kinect-enabled home-based rehabilitation system using Dynamic Time Warping and fuzzy logic. *Applied Soft Computing*, 22, 652-666.
32. van Diest, M., Stegenga, J., Wörtche, H. J., Postema, K., Verkerke, G. J., Lamothe, C. J. (2014). Suitability of Kinect for measuring whole body movement patterns during exergaming. *Journal of Biomechanics*, 47(12), 2925-2932.
33. Huber, M. E., Seitz, A. L., Leeser, M., Sternad, D. (2015). Validity and reliability of Kinect skeleton for measuring shoulder joint angles: a feasibility study. *Physiotherapy*, 101(4), 389-393.
34. Chang, Y. J., Chen, S. F., Chuang, A. F. (2011). A gesture recognition system to transition autonomously through vocational tasks for individuals with cognitive impairments. *Research in Developmental Disabilities*, 32(6), 2064-2068.
35. Pham, T. N., Wong, J. N., Terken, T., Gibran, N. S., Carrougner, G. J., Bunnell, A. (2018). Feasibility of a Kinect®-based rehabilitation strategy after burn injury. *Burns*, 44(8), 2080-2086.
36. Wang, J. C., Tsai, S. H., Chen, Y. H., Chen, Y. L., Chu, S. J., Liao, W. I. (2018). Kinect-based real-time audiovisual feedback device improves CPR quality of lower-body-weight rescuers. *The American Journal of Emergency Medicine*, 36(4), 577-582.
37. Zulkarnain, R. F., Kim, G. Y., Adikrishna, A., Hong, H. P., Kim, Y. J., Jeon, I. H. (2017). Digital data acquisition of shoulder range of motion and arm motion smoothness using Kinect v2. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 26(5), 895-901.
38. Schwarz, L. A., Mkhitarian, A., Mateus, D., Navab, N. (2012). Human skeleton tracking from depth data using geodesic distances and optical flow. *Image and Vision Computing*, 30(3), 217-226.
39. Tang, Y., Sun, Z., Tan, T. (2014). Slice representation of range data for head pose estimation. *Computer Vision and Image Understanding*, 128, 18-35.

40. Budzan, S. Kasprzyk, J. (2016). Fusion of 3D laser scanner and depth images for obstacle recognition in mobile applications. *Optics and Lasers in Engineering*, 77, 230-240.
41. Hayat, M., Bennamoun, M., El-Sallam, A. A. (2016). An RGB-D based image set classification for robust face recognition from Kinect data. *Neurocomputing*, 171, 889-900.
42. Chattopadhyay, P., Roy, A., Sural, S., Mukhopadhyay, J. (2014). Pose Depth Volume extraction from RGB-D streams for frontal gait recognition. *Journal of Visual Communication and Image Representation*, 25(1), 53-63.
43. Gunawan, A. A. (2015). Face expression detection on Kinect using active appearance model and fuzzy logic. *Procedia Computer Science*, 59, 268-274.
44. Sato, K., Wu, H., Chen, Q. (2013). High-speed and high-accuracy scene flow estimation using kinect. *Procedia Computer Science*, 22, 945-953.
45. Jiang, B., Zhao, F., Liu, X. (2014). Observation-oriented silhouette-aware fast full body tracking with Kinect. *Journal of Manufacturing Systems*, 33(1), 209-217.
46. Dominio, F., Donadeo, M., Zanuttigh, P. (2014). Combining multiple depth-based descriptors for hand gesture recognition. *Pattern Recognition Letters*, 50, 101-111.
47. Seer, S., Brändle, N., Ratti, C. (2014). Kinects and human kinetics: A new approach for studying pedestrian behavior. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 48, 212-228.
48. Ibanez, R., Soria, A., Teyseyre, A., Campo, M. (2014). Easy gesture recognition for Kinect. *Advances in Engineering Software*, 76, 171-180.
49. Chen, L., Wei, H., Ferryman, J. (2013). A survey of human motion analysis using depth imagery. *Pattern Recognition Letters*, 34(15), 1995-2006.
50. Wilson, J. D., Khan-Perez, J., Marley, D., Buttress, S., Walton, M., Li, B., Roy, B. (2017). Can shoulder range of movement be measured accurately using the Microsoft Kinect sensor plus Medical Interactive Recovery Assistant (MIRA) software?. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery*, 26(12), 382-389.
51. Suyanto, E. M., Angkasa, D., Turaga, H., Sutoyo, R. (2017). Overcome Acrophobia with the Help of Virtual Reality and Kinect Technology. *Procedia Computer Science*, 116, 476-483.
52. İnternet: C# & VB.Net/ Kinect ve İskelet Bilgisi. URL:<http://www.yazgelistir.com/makale/kinect-ve-iskelet-bilgisi.html>. Son Erişim Tarihi: 11.06.2019.
53. Duran, F., Kaya, A. (2018). Duruş ve Hareket Algılama Teknolojileri: Stereo, Time Of Flight ve Yapısal Işık Algılayıcılar. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 11(1), 57-73.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı,adı :KAYA Alper
 Uyuğu :T.C.
 Doğum tarihi ve yeri :01.01.1990, Çorlu
 Medeni hali :Bekar
 Telefon :0(312)472 11 76
 Cep :0 538 274 17 15
 e-mail :replakaya@gmail.com



Eğitim

Derece	EğitimBirimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek lisans	Gazi Üniversitesi/ Bilgisayar Mühendisliği	Devam ediyor
Lisans	Anadolu Üniversitesi/ İşletme Bölümü	2017
Lisans	Çukurova Üniversitesi/ Bilgisayar Mühendisliği	2013
Lise	Ayrancı Yabancı Dil Ağırlıklı Lise	2008

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2019	Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı	Uzman Yardımcısı

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

1. Duran, F., Kaya, A. (2018). Duruş ve Hareket Algılama Teknolojileri: Stereo, Time Of Flight ve Yapısal Işık Algılayıcılar. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 11(1), 57-73.

Hobiler

Günübirlik geziler, Gitar çalmak, Oyun modlamak.



GAZİ GELECEKTİR..