



**NÖROLOJİK REHABİLİTASYON İÇİN KINECT SENSÖRLÜ ÖLÇÜM VE
EGZERSİZ SİSTEMİNİN TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

İsmail SARI

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN

BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Temmuz 2017

Bu tez çalışması 16.FEN. BİL.41 numaralı proje ile BAPK tarafından desteklenmiştir.

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**NÖROLOJİK REHABİLİTASYON İÇİN KINECT SENSÖRLÜ
ÖLÇÜM VE EGZERSİZ SİSTEMİNİN TASARIMI VE
GERÇEKLEŞTİRİLMESİ**

İsmail SARI

Danışman

Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN

BİYOMEDİKAL MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Temmuz 2017

TEZ ONAY SAYFASI

İsmail SARI tarafından hazırlanan “Nörolojik Rehabilitasyon İçin Görüntü İşleme Temelli Tedavi Cihazı Tasarımı ve Gerçekleştirilmesi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 04/07/2017 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Biyomedikal Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN

İmza

Başkan : Yrd. Doç. Dr. Kubilay TAŞDELEN
Süleyman Demirel Üniversitesi, Müh. Fak

Üye : Doç. Dr. Uçman ERGÜN
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Müh. Fak.

Üye : Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Müh. Fak

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
...../...../..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....

Prof. Dr. Hüseyin ENGİNAR

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

04/07/2017

İmza
İsmail SARI

ÖZET
Yüksek Lisans Tezi

**NÖROLOJİK REHABİLİTASYON İÇİN KİNECT SENSÖRLÜ ÖLÇÜM VE
TASARIM SİSTEMİNİN TASARIMI VE GERÇEKLEŞTİRİLMESİ**

İsmail SARI

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyomedikal Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN

Nörolojik hastalık geçiren insanların yürüme, konuşma ve kavrama gibi günlük hayattaki hareketleri yaparken zorluk çekmeleri, hastalığın sinir sistemine verdiği zarardır. Beyinden gönderilen sinyallerin kaslara yetirince iletilememesi hareketleri yapmayı zor hatta imkânsız kılmaktadır. Bu hastalıkların tedavisinde kullanılan nörolojik rehabilitasyonun başarısı hastanın verilen hareketleri kendi yaşam alanı içerisinde de devam ettirebilmesine bağlıdır. Hızla gelişen sanal gerçeklik, rehabilitasyon uzmanlarına ve araştırmacılar için gelecek vadetmektedir. Bu çalışmanın amacı nörolojik rehabilitasyona ihtiyaç duyan hastaların kendi yaşam alanları içerisinde de tedavi ekibinin görüş ve önerileri doğrultusunda verilen egzersizleri yapabileceği yeni bir rehabilitasyon aracı geliştirerek yürüme ve kavrama yeteneklerine daha kısa sürede ulaşmasını sağlamaktır.

Bu çalışmada, kinect hareket algılayıcısından elde edilen verilere dayalı 2D yani iki boyutlu (2 dimensional) ve 3D yani üç boyutlu (3 dimensional) oyunlar tasarlanarak hastaların kendi yaşam alanları içerisinde süre kısıtlaması olmaksızın tedavilerine devam etmelerine olanak sağlayan nörolojik rehabilitasyon sistemi geliştirilmiştir. Elde edilen indeks skorlarının depolanması ve internet üzerinden fizik tedavi uzmanına iletilmesi ile fizik tedavi uzmanının tedavi sürecini kontrol altında tutması sağlanmıştır. En az raporlama kadar önemli olan bir başka husus ise geliştirilen sistemin hastayı kendisini zorlamaya sevk edecek psikolojik etkiyi sağlamasıdır. Günümüzdeki rehabilitasyon hastalarının çoğu video oyunları ile ya geç tanışmış ya da hiç tanışmamıştır. Bu sebepten

dolayı oyunlar ile tedavi, gelecek nesillerde çok daha etkin rol oynayacaktır. Sonuç olarak yapılan bu çalışma ile hastanın fizik tedavi ve rehabilitasyona kendi yaşam alanlarında devam edebilecekleri ve tedavi sürecinin FTR uzmanları tarafından takip edilebildiği düşük maliyetli bir sistem gerçekleştirilmiştir. Bu sistem SGK'nın masraflarını azaltmakla birlikte hastaların tedavi sürecini daha sağlıklı yürütebilmesine olanak sağlayacaktır.

2017, xi + 61 sayfa

Anahtar Kelimeler: Rehabilitasyon, Nöroloji, Fizik Tedavi, Evde Bakım, Görüntü İşleme, Sanal Gerçeklik

ABSTRACT
M.Sc. Thesis

**DESIGN AND IMPLEMENTATION OF MEASUREMENT AND EXERCISE
SYSTEM WITH KINECT SENSOR FOR NEUROLOGICAL REHABILITATION**

İsmail SARI

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biomedical Engineering

Supervisor: Asst. Prof. Uğur FİDAN

People suffering from neurological disease have difficulty in performing daily living movements such as walking, speaking and gripping, which is the harm the disease inflicts on the nervous system. The signals sent from the brain make it difficult or even impossible to carry out the inability to communicate with the muscles. The success of neurological rehabilitation used in the treatment of these diseases depends on the ability of the patient to carry out the given movements within their own living space. The rapidly evolving virtual reality promises a future for rehabilitation specialists and researchers. The aim of this study is to develop a new rehabilitation tool that allows patients who need neurological rehabilitation to perform exercises in their own habitats in the direction of the vision and recommendations of the therapist to reach their walking and cognitive skills in a shorter time.

In this study, a neurological rehabilitation system was developed to design patients' 2D and 3D games based on the kinetic motion sensor, allowing patients to continue their treatment without time constraint within their own habitat. By storing the obtained index scores and transmitting them to the physiotherapist over the internet, the physiotherapist can keep the treatment process under control. Another issue that is at least as important as reporting is that the developed system has a psychological effect that will force the patient to force himself. Most of today's rehabilitation patients either have met with video games late or have never met. For this reason, games and treatment will play a much more active role in future generations. As a result of this study, a low-cost system has been

realized in which the patient can continue physiotherapy and rehabilitation in his / her habitat and the treatment process can be followed by FTR specialists. This system will allow the patients to be able to carry out the treatment process more healthily, while reducing the costs of the SGK.

2017, xi + 61 pages

Keywords: Rehabilitation, Neurology, Physiotherapy, Home Health Care, Image processing, Virtual Reality



TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Dr. Uğur FİDAN ve bu çalışmanın gerçekleştirilmesi için gereken altyapı desteğinden dolayı Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü'ne teşekkür ederiz (16.FEN. BİL.41).

Bu araştırma boyunca maddi ve manevi desteklerinden dolayı aileme teşekkür ederim.

İsmail SARI

AFYONKARAHİSAR, 2017

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xi
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ.....	3
2.1 Merkezi Sinir Sistemi ve Hastalıkları	3
2.1.1 Alzheimer (AH).....	5
2.1.2 Parkinson (PH)	7
2.1.3 Amiyotrofik Lateral Skleroz (ALS)	8
2.1.4 Multiple Skleroz (MS).....	9
2.1.5 İnme	10
2.2 Rehabilitasyon ve Evde Bakım	11
2.2.1 Rehabilitasyon Süreci ve Nörolojik Hastalıklar	11
2.2.2 Rehabilitasyon Sürecinde Kullanılan Ölçekler	13
2.2.3 Evde Bakım	17
2.3 Anatomik Duruş.....	17
2.3.1 Anatomik Düzlem	18
2.3.2 Eklem Hareketleri.....	19
2.4 Literatür Taraması.....	22
3. MATERYAL ve METOT	26
3.1 Kinect.....	26
3.1.1 Derinlik Algılama	27
3.2 Unity	29
3.2.1 Oyun Tasarımı	30
3.3 Django.....	32
3.2 Nörolojik Rehabilitasyon ve Ölçümleme	33
3.2.1 Görüntü İşleme Temelli Nörolojik Tedavi Cihazı	35
4. BULGULAR	36
4.1 Hafıza Ölçümleme Sistemi	37

4.2 Hafıza Egzersizi Sistemi	38
4.3 Alt Ekstremitte Ölçümleme Sistemi	39
4.4 Alt Ekstremitte Egzersiz Sistemi	39
4.5 Üst Ekstremitte Ölçümleme Sistemi	40
4.6 Üst Ekstremitte Egzersiz Sistemi	41
4.7 Raporlama Sistemi	42
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	44
6. KAYNAKLAR.....	46
ÖZGEÇMİŞ.....	52
EKLER	53



KISALTMALAR DİZİNİ

Kısaltmalar

MSS	Merkezi sinir sistemi
AH	Alzheimer hastalığı
PH	Parkinson hastalığı
ALS	Amiyotrofik lateral skleroz
MS	Multiple skleroz
EEG	Elektroensefalografi
EMG	Elektromiyografi
SKY	Spinal Kord Yaralanması
FPS	Saniyedeki kare sayısı
NIDRR	Engellilik ve Araştırma Ulusal Enstitüsü
SDK	Yazılım geliştirme kiti
RGB	Kırmızı, yeşil, mavi
CIHR	Kanada Sağlık ve Araştırma Enstitüleri
FTR	Fizik Tedavi Rehabilitasyon
2D	İki Boyutlu
3D	Üç Boyutlu

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1	Reseptör ve Hücreler Arası İletişim	3
Şekil 2.2	Sinir sistemi.....	4
Şekil 2.3	Reseptör, Merkez Ve Effektör Organ Arasındaki Bağlantı	4
Şekil 2.4	Alzheimer Hastalığının Beyin Üzerindeki Etkisi.....	6
Şekil 2.5	Amiloid Plaklar Ve Nörofibriler Yumaklar	6
Şekil 2.6	Reseptörlere Tutunarak Dopamine İletimi.....	7
Şekil 2.7	ALS Hastalarında Glutamate Artışı	8
Şekil 2.8	MS’de görülen plaklar	9
Şekil 2.9	İskemik ve Hemrajik İnme.....	10
Şekil 2.10	Anatomik duruş.....	18
Şekil 2.11	Vücut düzlemleri.....	19
Şekil 2.12	Fleksiyon ve Ektansiyon Hareketi	20
Şekil 2.13	Abduksiyon ve Adduksiyon Hareketi	21
Şekil 2.14	Rotasyon Hareketi.....	22
Şekil 3.1	Kinect Cihazı.....	26
Şekil 3.2	Derinlik algılama çalışma prensibi.	28
Şekil 3.3	Unity3D Editör Paneli.....	29
Şekil 3.4	Unity3D Oyun Tasarım Paneli.....	31
Şekil 3.5	Unity 3D Oyun.....	32
Şekil 3.6	Django yönetim sayfası.....	33

Şekil 3.7 Genel blok diyagramı.....	35
Şekil 4.1 Gerçekleştirilen Nörolojik Rehabilitasyon Tedavi Cihazı.	36
Şekil 4.2 Hafıza test modülü.	37
Şekil 4.3 Alt ekstremité ölçümleme modülü.....	39
Şekil 4.4 Alt ekstremité egzersiz modülü.....	40
Şekil 4.5 Üst ekstremité ölçümleme modülü.	41
Şekil 4.6 Üst ekstremité egzersiz sistemi.	42
Şekil 4.7 Örnek çizgi tablosu.	43

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1 Fizik tedavi ve rehabilitasyon sürecinde kullanılan ölçekler	13
Çizelge 2.2 Nörolojik hastalık türleri ve kullanılan ölçekler	14
Çizelge 3.1 Derinlik Sensör Markırları.	28



1. GİRİŞ

İnme, Parkinson ve Serabral Palsi gibi nörolojik hastalık geçiren insanlar yürüme, konuşma ve kavrama gibi günlük hayattaki hareketleri yaparken zorluk çekmektedir. Bu insanların bu hareketleri yapamamalarının nedeni hastalığın sinir sistemine verdiği zarardır. Mekanik olarak bu hareketleri yapmada hiçbir engel olmamasına rağmen beyinden gönderilen sinyaller kaslara yeterince iletilemediği için yürüme, konuşma ve kavrama gibi hareketleri yapmak zor hatta imkânsız hale gelmektedir. Uzun süreli bir tedavi gerektiren nörolojik rehabilitasyon multidisipliner bir yaklaşımla verilmelidir. Tedavinin başarısı hastanın tedavi sırasında verilen hareketleri kendi yaşam alanı içerisinde de devam ettirebilmesine bağlıdır. Sosyal Güvenlik Kurumu (SGK) tarafından yayınlanan 2013 Yılı Sağlık Uygulama Tebliği'nin (SUT) 2.4.4.F-2(4-5) maddeleri "Ayaktan fizik tedavi ve rehabilitasyon uygulamalarında bir hastaya günde en fazla bir seans, yatarak fizik tedavi ve rehabilitasyon uygulamalarında ise aynı bölge için bir seans fizik tedavi ve rehabilitasyon işlemi bedeli kurumca karşılanır. Bir hasta için son bir yıl içinde en fazla; aynı bölgeden toplam 30 seans, iki farklı vücut bölgesinden toplam 60 seans fizik tedavi ve rehabilitasyon işlemlerine ait bedeller kurumca karşılanır. Aynı bölge için bir yıl içinde en fazla iki sağlık raporu düzenlenebilir." hastaların sağlık kurumundan alacakları tedavinin usul ve esaslarını belirlemektedir. Bu yönetmelik ile rehabilitasyona ihtiyaç duyan bütün hastaların aynı şekil, yöntem ve süre içerisinde sağlığına kavuşması beklemektedir. Fakat rehabilitasyon şahsa özel uzun süreli bir tedavi yöntemidir. Bu durum hastanın gerekli tedaviden mahrum kalmasına ya da tedavi masrafları için astronomik ücretler ödemesine yol açmaktadır.

Rehabilitasyon sürecinin bir başka önemli sorunu da hasta takibidir. Hastalar kendi gelişimlerini göremediklerinden dolayı demoralize olup rehabilitasyon sürecini çıkmaza sokabilmektedir. Bir diğer taraftan fizik tedavi uzmanları hastanın durumunu sürekli takip edemedikleri için hastaya başarabileceğinin altında egzersiz verebilmektedirler. Bu çalışmanın amacı nörolojik rehabilitasyona ihtiyaç duyan hastaların kendi yaşam alanları içerisinde de tedavi ekibinin görüş ve önerileri doğrultusunda verilen egzersizleri yapabileceği görüntü işleme temelli rehabilitasyon aracı geliştirerek yürüme ve kavrama

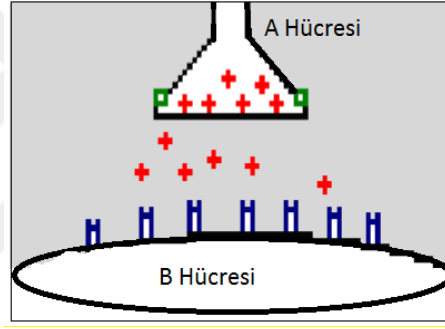
yeteneklerine daha kısa sürede ulaşmasını sağlamaktır. Çalışmada nörolojik rehabilitasyon için kinect hareket algılama sensöründen gelen veriler kullanarak hastalık derecelerine göre 2D ve 3D oyunlar ile hastaların evlerinde süre kısıtlaması olmaksızın rehabilitasyonlarına devam etmelerine, oyunun sonucunda elde edilen indeks skorlarının depolanarak belirli dönemlerde internet üzerinden fizik tedavi uzmanına iletilmesi ve fizik tedavi uzmanının tedavi sürecini belirlediği bir sistem geliştirilecektir. İnsan hareketinin analizi, karşılaştırılması ve tanımlanmasında kullanılan sistemlerde yüksek hızlı, stereo fotogrametik dijital video kamera gibi kameralar kullanılmaktadır. Yüksek hızlı kameralarla çekilen görüntülerin analizleri için çekilen görüntüler uzman tarafından tek tek incelenerek kinematik parametreler belirlenmektedir. Bu süreç hem zaman alıcı hem de nesnel değildir. Bu çalışma ile hareketlerin analizleri için yeni bir ölçüm sistemi de gerçekleştirilmiş olacaktır.

Sonuç olarak bu çalışma, hastanın fizik tedavi ve rehabilitasyona kendi yaşam alanlarında devam edebilecekleri ve tedavi sürecinin FTR uzmanları tarafından takip edilebildiği düşük maliyetli bir sistem gerçekleştirmeyi hedeflemektedir. Gerçekleştirilecek olan bu sistem SGK'nın masraflarını azaltmakla birlikte hastaların tedavi sürecini daha sağlıklı yürütebilmesine olanak sağlayacaktır.

2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

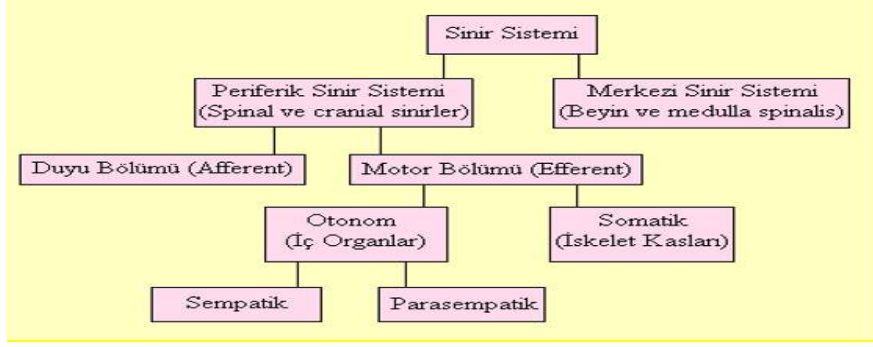
2.1 Merkezi Sinir Sistemi ve Hastalıkları

Sinir sistemi iç ve dış ortamdan gelen uyarıları algılayarak bu uyarılara cevap üreten bir sistemdir. İç ve dış ortamdan gelen uyarıları algılamak için reseptör (Şekil 2.1) adı verilen algılayıcılar kullanılmaktadır. Belli uyarılara karşı özelleşmiş reseptörlerinin sinir hücreleri (nöronlar) ile bağlantıları vardır. Şekil 2.1’de görülen A hücresinin gönderdiği nörotransmitterleri (kırmızı artı) B hücresindeki reseptörler (mavi çubuklar) algılayarak A ve B hücresi iletişim kurmuş olur (Greenspan 2007). Sinir sistemi reseptörleri mekanik, ışık, ısı, ses dalgaları gibi çeşitli enerjileri sinir hücresinde harekete dönüştürür.



Şekil 2.1 Reseptör ve Hücreler Arası İletişim.

Sinir sistemi, merkezi sinir sistemi ve periferik sinir sistemi olarak iki bölüme (Şekil 2.2) ayrılır. Merkezi Sinir Sistemi (MSS) iç ve dış ortamdan gelen uyarıları değerlendirerek neler yapılması gerektiğine karar verirken Periferik Sinir Sistemi (effektör organ) uyarılar doğrultusunda oluşan emirleri gerekli organlara iletir.



Şekil 2.2 Sinir sistemi.

Periferik Sinir Sistemi (Şekil 2.3) duyu ve motor olmak üzere iki bölümden oluşmaktadır.

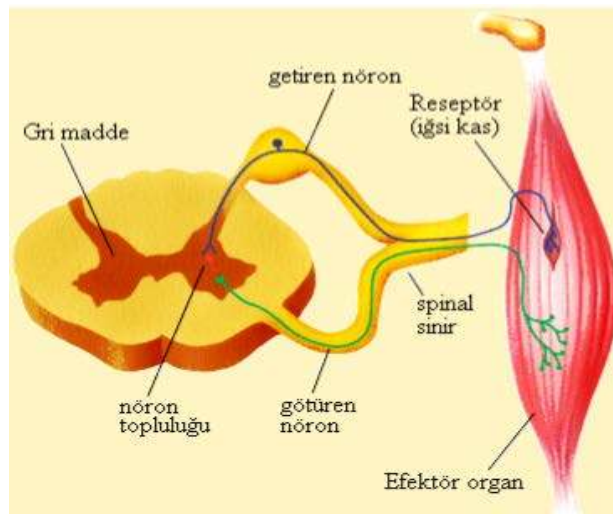
- Duyu Bölümü

Periferik sistem ile MSS arasında bağlantıyı kuran bölümdür. Bu iletişimi sağlayan nöronlar duyu nöronları (afferent nöronlar), olarak adlandırılır.

- Motor Bölümü

MSS ile efektör organlar arasında bağlantıyı kuran bölümdür. Bu iletişimi sağlayan nöronlar motor nöron (efferent nöronlar) olarak adlandırılır (Şekil 2.3).

Periferik Sinir Sistemi fonksiyonları yönünden iki kısma ayrılmaktadır. Dış ortamlardan gelen uyarılarla ilgilenen kısmına Somatik, İç ortamlardan gelenler ile ilgilenen kısma Otonom bölüm denir.

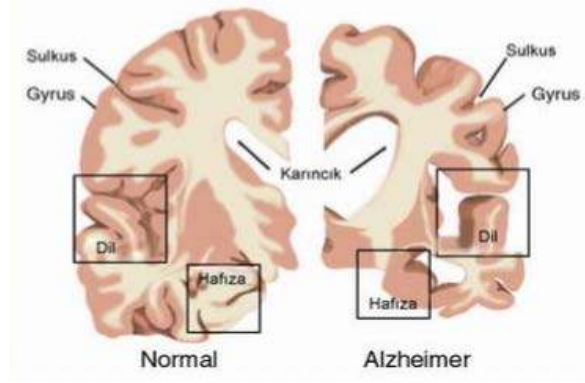


Şekil 2.3 Reseptör, Merkez Ve Effektör Organ Arasındaki Bağlantı.

2.1.1 Alzheimer (AH)

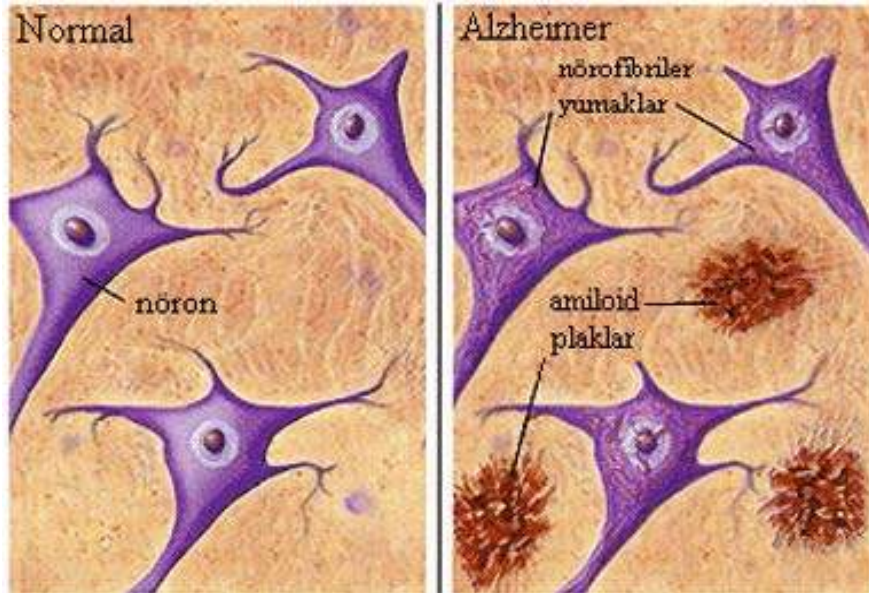
Nörodejeneratif bir hastalık olan Alzheimer hastalığı (AH) ilk kez 1906 yılında Alman nöroanatomist ve psikiyatrist Alois Alzheimer tarafından tanımlanmıştır. Demans günlük yaşam aktiviteleri engelleyen, ilerleyici ve kronik hastalıklara denir. Alzheimer yaşlılarda en sık görülen demans tipidir. Hafıza kaybı, yaşamsal faaliyetleri yapabilme yeteneğinde azalma, algı körelmesi, toplumsal davranışlara uyum sağlayamama ve aşırı duygusal tepki verme karşılaşılan en belirgin özellikleridir. Son yıllarda yapılan araştırmalar yaşa bağlı bilişsel değişiklikler ile Alzheimer hastalığı arasında bir bağlantı olduğunu göstermiştir. Hafif bilişsel bozukluk, normal yaşlanmayla alzheimer hastalığı arasında klinik bir durumdur. Hafif bilişsel bozukluk yaşayan insanlarda yaşlarına göre normal kabul edilen sınırlardan daha fazla unutkanlık vardır. Hafif bilişsel bozukluk yaşayan insanların Alzheimer hastası olma riskinin daha yüksek olduğu düşünülmektedir. Dolayısıyla hafif bilişsel bozukluk sorunu yaşayan insanların tanımlanması, takip ve tedavi edilmesi önemlidir. Alzheimer hastalığına ait patolojik değişimlerin klinik bulgular çıkarmadan 15-20 yıl önce başladığı bilinmektedir. Alzheimer hastalığı klinik bakımdan Preseptomatik Dönem, Preklinik dönem, Erken Alzheimer hastalığı, Hafif Alzheimer hastalığı, orta dönem Alzheimer hastalığı ve Ağır Alzheimer hastalığı olarak gruplandırılır.

Alzheimer hastalığından dolayı meydana gelen nörodejenerasyonun hastayı hipoksi veya iskemi gibi beyine yönelik saldırıya karşı bağışık ya da korunaklı bir hale getirdiğine ilişkin kanıtlar vardır. Alzheimer hastalığında beyindeki dejenerasyonun genellikle enfeksiyon veya travmaya tepki olarak ortaya çıkan savunma işlemini başlattığı düşünülmektedir. Bu da bedenin savunma düzeneklerini uyaran sitokin isimli proteinlerde artışa yol açar. Hücre yapısına hasar verebilecek ileri derece reaktif kimyasallar da Alzheimer hastalığında rol oynuyor olabilir. Beden normalde bu reaktifleri bazı kimyasallar ile temizler, ancak Alzheimer hastalarında bu yapı bozularak temizleyici kimyasallar görevlerini yerine getiremeyebilir. Bu sebeplerden dolayı Alzheimer hastalığı beynin işlevinde ve yapısında karakteristik değişikliklerle bağlantılıdır. Alzheimer hastalığının en belirgin yapısal değişikliği büzüşme ve küçülmedir. Şekil 2.4’de gösterildiği gibi beyindeki boşlukların boyutları büyür.



Şekil 2.4 Alzheimer Hastalığının Beyin Üzerindeki Etkisi.

Alzheimer hastalarının beynindeki temel patolojik değişikliklerin yanı sıra nöro iletilci (Şekil 2.5) düzeyinde de sorunlar neden olur. Bu sorunlar tedavinin önemli hedefleri arasındadır. Asetilkolin kolinerjik nöronların kimyasal habercisidir (nöroileticisi). Alzheimer hastalığında ilk dejenere olan asetilkolin faaliyetlerindeki azalma, bazal çekirdeklerdeki hücre kaybıyla ilişkilendirilmektedir. AH'de asetilkolin sentezi ve yıkımını yapan enzimlerin düzeylerinde düşmeler de gözlenmiştir (Topçuoğlu ve Selekler 1998).

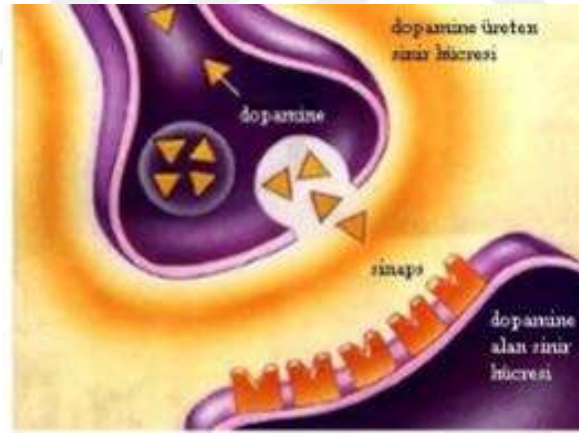


Şekil 2.5 Amiloid Plaklar Ve Nörofibriler Yumaklar.

2.1.2 Parkinson (PH)

Parkinson Hastalığı dünyada ikinci en yaygın nörodejenatif hastalıktır. Parkinson hastalığı hareket bozuklukları kategorisinde birinci sırada yer almaktadır. Parkinson hastalığı yaş ile orantılı olup 65 yaş ve üzeri insanlarda görülme sıklığı %2'dir. Yaş ilerledikçe bu oran artış göstermektedir. Parkinson hastalığının en önemli belirtilerinden biri uyku halinde görülen titremedir. Genellikle saniyede 3 ile 7 vuruşlu olan bu titremeler en çok ellerde görülürler. Bu titremeler amaca yönelik bir hareket (kitabı almak için uzanıldığında) yapıldığında kaybolur. EEG, EMG sinyalleri ile gözlemlene bilen bu titremeler Parkinson hastalığının en önemli klinik bulgularıdır. Parkinson hastalığı kendiliğinden gelişeceği gibi travma sonrası, sinir sistemini etkileyen ilaçların etkisi, damar sertleşmesi ve beyin iltihabı sonrası nedenlere bağlı olarak da gelişebilir.

Parkinson hastalığı beyinde dopamin adlı kimyasal üreten sinir hücrelerini hasara uğratarak eksiltir. Dopamin beyin derin kısmında yer alan kara çekirdek (substansiya nigra) (Şekil 2.6) tarafından üretilir.



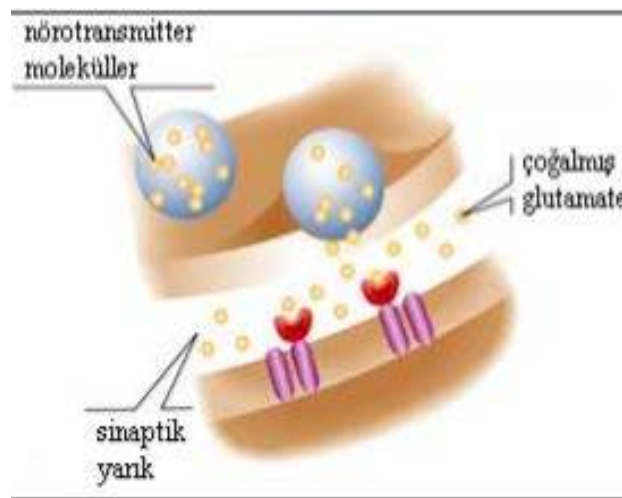
Şekil 2.6 Reseptörlere Tutunarak Dopamine İletimi.

Bu hücrelerin neden zarar gördüğü bugün bile bilinmemektedir. Bilinmeyen bir toksinin ya da henüz keşfedilmemiş bazı maddelerin eksikliğinin bu hücre hasarına neden olduğu iddia edilmiştir. Bu hücrelerin uzantıları çizgili cisim adı verilen yerdedir ve buradaki alıcı yapılar dopamine bağlanarak bilgiyi bir sinir hücresinden diğerine iletir. Parkinson hastalığında beyin yeterli dopamini salgılamadığı için kollar ve ayaklarda istirahat halindeyken titreme, kas sertliği, duruş bozukluğu ve hareket yavaşlığı ortaya çıkar

(Weiner *et al.* 2006).

2.1.3 Amiyotrofik Lateral Skleroz (ALS)

Amyotrofik lateral skleroz (ALS) omurilik, beyin sapı ve beyin kabuğundaki motor nöronlarının özgün ölümü diye tanımlanan bir hastalıktır. Bu nöronların ölmelerinden dolayı vücuttaki istemli kaslar güçsüzleşir, bu güçsüzleşme ilerleyerek genel bir felçe dönüşür. Genellikle bilişsel, seksüel ve duysal işlevlerde bir bozulma olmaz. Ellerde ya da bacaklarda, dilde, ağız yutak bölgesinde başlayabilen kas zayıflamaları giderek yayılır. Bu yayılma bulber alandaki kasları da etkileyebileceğinden konuşma ve yutmada güçlük yaratabilir. ALS'nin neden kaynaklandığı tam olarak bilinmemektedir. Ancak yapılan bir araştırmaya göre Cu/Zn superoksit dismutaz (SOD1) enzimini üreten genlerde mutasyona uğradığını keşfetmeleri ile büyük bir aşama kaydedilmiştir. Bu enzim yaklaşık olarak %20 oranında ALS'de etkili olmasından dolayı önemlidir. Enzim vücudun superoksit adı verilen zehirli serbest radikallerden zarar görmesini engelleyen kuvvetli bir antioksidandır. Superoksitler hücrede normal metabolizma işlemleri sırasında üretilen yüksek derecede reaktif moleküllerdir. Superoksitler, hücre içi proteinlere ve DNA'ya zarar verebilirler. Hastalığın motor nöron dejenerasyonuna etkileri üzerinde yapılan bazı araştırmalar glutamat'ın rolünü belirlemeye çalışmaktadır. Glutamat nörotransmitter (Şekil 2.7) verilen mesajı taşıma görevi olan kimyasal bir maddedir.

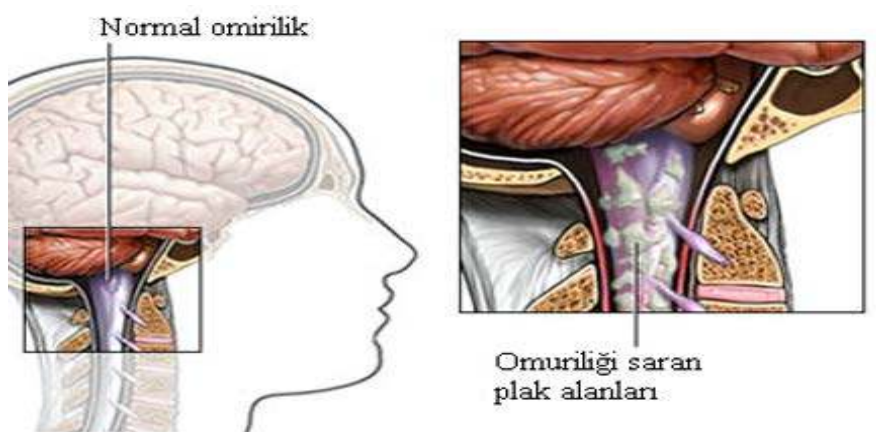


Şekil 2.7 ALS Hastalarında Glutamate Artışı.

ALS hastaları ve sağlıklı insanlar arasında yapılan bazı karşılaştırmalar omurilik sıvısı ve kanın plazmasında bulunan glutamat seviyelerinin ALS hastalarında daha yüksek olduğu göstermektedir. Yapılan laboratuvar deneyleri ortamda fazla sayıda glutamat olmasının sinir hücrelerinin ölmesine neden olduğunu kanıtlamıştır (eksitotoksisite). Astrositlerin nöronlarca sarılı olan ekstrasellüler sıvıdaki glutamata yok edememesi glutamata bağlı nörodejenerasyonun (sinir hücrelerinin bozulması) nedenlerinden biri olarak gösterilmiştir. Mount Sinai School of Medicine’ da yapılan ve 2006 yılının Şubat ayında Nöroloji adlı dergide yayınlanan bir çalışma ile, ALS hastalarında serebral omurilik sıvısında bulunan üç proteinin miktarının kayda değer derecede daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu proteinlerin seviyeleri ALS tanısında %95 oranında kesin sonuç verdiği kanıtlanmıştır (TTR, kristatin C, ve nöroendokrin protein 7B2'nin karboksil terminal parçalarıdır). Bu proteinler, ALS'nin tanısında kullanılan ilk biyolojik yapılardır (Miller *et al.* 2004, Karabudak 2006).

2.1.4 Multiple Skleroz (MS)

Multiple Skleroz (MS) beyin ve omuriliğin yani merkezi sinir sisteminin kronik, inflamatuvar ve demiyelizan hastalığıdır. MS'nin bulguları myelin de oluşan hasarlardır. MS hastalığında çoğunlukla ak madde içerisinde plaklar (Şekil 2.8) oluşur. Plak doku içerisinde oluşmuş yaralara benzetilebilir. Plak, çoğunlukla yuvarlak ya da oval görünümlü MS'e özgü hasarın olduğu sınırlı bir alandır.

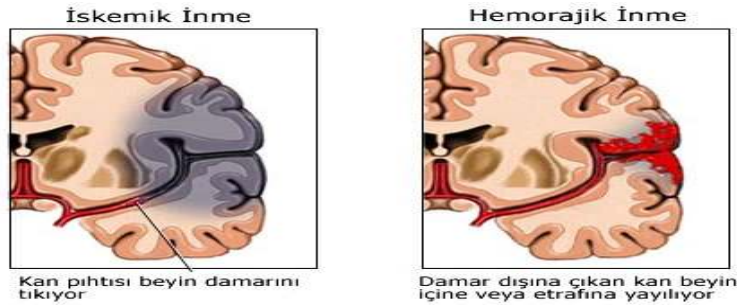


Şekil 2.8 MS’de görülen plaklar.

MS'nin genetik yatkınlık sonucu oluştuğu düşünülse de kesin olarak nedenleri bilinmemektedir. Fakat MS geleneksel anlamda genetik bir hastalık değildir. MS'nin bir öz bağışık (otoimmün) hastalık olduğuna dair birçok ipucu vardır. MS'a bir virüs ya da bakterinin de sebep olabileceği düşünülmektedir. Kısacası genetik yatkınlığı olanlarda çevresel tetikleyiciler ile başlatılan bir dizi öz bağışık reaksiyonun MS'e neden olduğu görüşü tam olarak kanıtlanmamış olsa da hala en yaygın olarak kabul edilen görüştür (Karabudak 2006).

2.1.5 İnme

İnme (Şekil 2.9) iskemik ve hemorajik (kanamalı) olmak üzere iki tipte meydana gelir. İskemik inme beyine giden kan akımının azalması veya durmasına bağlı oksijensiz kalan bölgelerdeki hücrelerin ölmesi sonucunda oluşurken hemorajik inme ise beyin içerisinde ya da çevresinde kanama meydana gelmesi ile oluşur. İnmelerin %80 i iskemikdir. İnme beyinin değişik bölgelerinde oluşabilir. Beynin değişik bölgeleri vücudun değişik bölgelerini kontrol ettiğinden dolayı etkilenen beyin bölgesinden dolayı kas gücü, hafıza, denge veya görme kaybı ortaya çıkabilir. İnme hastalarının bir kısmı hayatlarına normal olarak devam edebilirken bir kısmı hayatlarını ağır özürlü olarak devam etmek zorunda kalabilir.



Şekil 2.9 İskemik ve Hemrajik İnme.

İskemik inme kan basıncının azalması veya damar tıkanıklığından dolayı gerçekleşir. Hemarajik inme ise beynin atar damarlarındaki zayıf noktaların patlaması sonucunda olur. İnme aniden meydana gelen bir rahatsızlık olmasına rağmen bazı belirtileri mevcuttur. Bu belirtiler vücudun tek tarafında oluşan hissizlik ya da kuvvet kaybı,

yürüme güçlüğü, baş dönmesi, denge kaybı, görme kaybı, şiddetli baş ağrısıdır. İnme sonrasında hastalarda bilişsel problemler, konuşma problemi, duyu bozuklukları (depresyon gibi), genellikle tek taraflı görme kaybı, vücudun bir tarafında güç kaybı, denge kaybı ve yürüme güçlüğü görülebilir. Ancak rehabilitasyon ile bu yetilerin tekrar kazanılması mümkün olmakla birlikte bazı hastalarda tam düzelme sağlanamamaktadır.

2.2 Rehabilitasyon ve Evde Bakım

Rehabilitasyon süresi boyunca hastanın aktif olarak tedaviye katılımı ve çabasını büyük önem arz etmektedir. Bu süreç içerisinde hastanın kaybedilen vücut fonksiyonlarının yeniden kazandırılması ve kendi yaşamını idame ettirmesi hedeflenmektedir. Rehabilitasyon kavramı olarak dünya savaşlarından sonra oluşan sakatlıkların tedavi ihtiyacından dolayı, Avrupa ve A.B.D. de ortaya çıkmıştır. Rehabilitasyon, ilk başlarda sadece ‘sakatlıkların tıbbi tedavisi’ diye adlandırılmaktaydı. Rehabilitasyon kapsamı zamanla genişleyerek hastalıkların fiziksel yöntemler, ilaç, cerrahi ve yardımcı aletlerle tamamen ya da kısmen giderilmesi ile hastanın sosyal, ruhsal, ekonomik ve bedensel bakımından, bağımsızlığının sağlanması adına yapılan tüm çalışmalar rehabilitasyon olarak adlandırılmıştır.

2.2.1 Rehabilitasyon Süreci ve Nörolojik Hastalıklar

Rehabilitasyon uygulaması sırasında hastanın psikolojik yapısı, eğitim seviyesi, ailesi, işi, ekonomik durumu ve çevresi ile bir bütün oluşturduğu unutulmamalı ve tedavi programı bu faktörler göz önüne alınarak hazırlanmalıdır. Nörolojik rehabilitasyonda birinci amaç uzun dönem uygun tedaviyi düzenlemektir. Öncelikle gerçekçi ve başarılı uzun dönem hedefi belirlenmelidir. Uzun dönem hedef genellikle hastanın normal yaşantısına dönmesi olmalıdır. Ancak rehabilitasyon süreci içinde tekrar değerlendirmeler ile ayarlamalar yapılmalıdır. Hedeflerin ne olduğunu hatırlamada yararlı bir formül kullanılabilir. Bu formül özgül (specific), ölçülebilir (measurable), başarılabılır (achievable), ilgili (relevant) ve zamanla sınırlı (time limited) kelimelerinin baş harflerinden oluşan SMART şeklinde özetlenebilir. Nörolojik yetersizlik ve sakatlığa yol açan hastalıklar zor tedavi edilen hastalıklardır. Bu hastalıklara kısaca göz atacak

olursak;

Spinal Kord Yaralanması: Spinal Kord Yaralanması (SKY) olan hastanın yetersizlik ve sakatlığa yol açan primer problemleri arasında spinal stabilite, nörojenik bağırsak, nörojenik mesane, seksüel disfonksiyon, mobilite ve günlük yaşam aktivitelerini yerine getirmede zorluk, sosyal yaşama katılım problemleri sayılabilir. Çoğu insanın mesleki performansı yaşam kalitesini azaltır. SKY olan hastaların sadece %30'u çalışabilmektedir (Franceschini *et al.* 2003).

İnme: İnme rehabilitasyon gerektiren en yaygın nörolojik hastalıktır. Hastaların günlük yaşam aktivitelerinde, mobilitelerinde ve gelişmiş el becerilerinde yetersizlik ve buna bağlı sakatlık olabilir. İnme sonrası çoğunlukla yüksek ölçülerde yaşam kalitesinde bozulma meydana gelir (Greenberg and Good 1998). İnmeli hastalarda rehabilitasyon programı sonucunda kazanılan fonksiyonel bağımsızlık düzeyinin üst ekstremit ve el motor yetersizlikleri ile büyük oranda ilişkili olduğu rapor edilmiştir (Sveen *et al.* 1999).

Travmatik Beyin Hasarı: Travmatik beyin hasarı olan hastalar pek çok fonksiyonlarını kazanabilseler de büyük bir çoğunluğunda fiziksel ve kognitif yetersizlikler kalıcıdır. Hastalarda yoğun psikososyal problemler vardır (Brooks 1992). Ataksi en zor tedavi edilebilen yetersizliklerden olup günlük yaşam aktivitelerinde engelleyici olabilir (Whyte 1998).

Multiple Skleroz: Multiple Skleroz (MS) hastalarında çeşitli derecelerde bilişsel bozukluklar olduğu bilinmektedir. Yakın hafıza, konsantrasyon, planlama, değerlendirme ve organizasyon yapma gibi yüksek bilişsel fonksiyonlar en sık etkilenenler arasındadır. Yakın hafıza kaybı sonrası hastaların hem görsel hem de sesli uyanlara göre yeni hareket biçimini öğrenmeleri oldukça zordur (Martin *et al.* 1995).

Parkinson Hastalığı: Parkinson hastalığının nörolojik disabiliteye bağlı rehabilitasyon ihtiyacı diğer hastalıklardan farklılık gösterir. Bu hastaların yatak içinde dönme, yürümeye başlama, yürürken dönme ve dengeyi sağlama gibi aktivitelerde özür lülüğü söz konusudur (Schrag *et al.* 2007).

Serebral Palsi (SP): Serebral palsi (SP), gelişimini sürdürmekte olan merkezi sinir sisteminde oluşan hasar nedeniyle ortaya çıkan kalıcı hareket ve postür bozukluğu ile karakterize, istemli motor aktivitelerde ve duysal fonksiyonlardaki yetersizliktir. Bunun yanı sıra bilişsel yetersizlikler, görme konuşma bozuklukları da görülür (Molnar *et al.* 1999).

2.2.2 Rehabilitasyon Sürecinde Kullanılan Ölçekler

Rehabilitasyon fiziksel, psikolojik, sosyal fonksiyonları en üst düzeye getirmek amacıyla kişiye bilgi ve beceri kazanmasına yardım eden dinamik ve aktif bir süreçtir. Bu süreçte kullanılan ölçekler ile vücut fonksiyonları, yapılan aktivitelere katılım ve yaşam kalitesi düzeyinde bir sonuç değerlendirmesi yapılabilmektedir. Çizelge 2.1 fizik tedavi ve rehabilitasyon sürecinde kullanılan ölçekler ve kullanım alanları görülmektedir.

Çizelge 2.1 Fizik tedavi ve rehabilitasyon sürecinde kullanılan ölçekler.

Kullanım Alanları	Ölçek Türü
Bilişsel durumu	Mini Mental Durum Değerlendirmesi
Bilinç düzeyi	Glasgow Koma Skalası
Hafıza bozuklukları	Wechsler Bellek Testi
	Mini Mental Durum Değerlendirmesi
Motor bozukluklar	Brunnstrom motor evrelemesi
	Fugl-Meyer skalası
	Motor değerlendirme skalası
	Rivermead motor değerlendirimi
	Amerikan Spinal Yaralanma Birliği (American motor skalası (özellikle inmeli, spinal kord yaralanmalı hastalarda)
Duysal bozukluklar	ASIA duyu skalası
Emosyonel durumu değerlendirme	Beck Depresyon Envanteri
Spastisite değerlendirme	Modifiye Ashworth skalası
Günlük yaşam aktiviteler	Barthel-Modifiye Barthel indeksi
	Katz indeksi
Aktivite ve bilişsel fonksiyon değerlendirme	Fonksiyonel bağımsızlık ölçeği
	PULSES profili
Enstrumental/genişletilmiş aktivite değerlendirme	Frenehay Aktivite indeksi
	Nottingham Enstrumental Günlük Yaşam Aktiviteleri ölçekleri
	Nine-hale peg test
	Kuadripleji fonksiyon indeksi
	Barthel indeksi

Nörolojik yetersizliğin ölçülmesi için çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerden en sık kullanılanı günlük yaşam aktivitelerini ölçen indekslerdir. Çizelge 2.2’de nörolojik hastalık türleri ve kullanılan ölçekler verilmiştir.

Çizelge 2.2 Nörolojik hastalık türleri ve kullanılan ölçekler.

Hastalık Türü	Kullanılan Değerlendirme Ölçekleri
Travmatik beyin lezyonları	Glasgow Skalası Toplumsal Bütünleşme Sorgulaması
İnme	Rankin Skalası
Multipl skleroz Nörolojik rehabilitasyonda sağlıkla ilişkili yaşam kalitesi	Çevresel Durum Skalası Nottingham Sağlık Profili Hastalık Etki Profili Yaşam Doyum indeksi

Bu skalaların nasıl kullanıldığı ve puanlamasının nasıl hesaplandığını aşağıda açıklanmıştır. En sık kullanılan skalalardan bazıları EK-1’de detaylı olarak verilmiştir.

Barthel indeksi: Barthel indeksi (Bİ), beslenme, transfer, kendine bakım, banyo, giyinme, tuvalet kullanımı, aktivite, tekerlekli sandalye kullanımı, merdiven inip-çıkma, bağırsak ve mesane kontrolünü olmak üzere 10 bölümden oluşur. En düşük ve en yüksek puan 0-100 arasında skorlanır (Barthel 1965). Buna göre 100 puan=fiziksel bağımsızlık, 75-95=ılımlı dizabilite, 50-70=orta derecede dizabilite, 25-45= şiddetli dizabiliteyi, 0-20=çok şiddetli dizabiliteyi gösterir (Paolucci *et al.* 2001).

Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (FBÖ): FBÖ, 13 fiziksel (veya motor), sosyal-kognitif durum içeren, 18-126 (tüm alanlarda bağımlı- tüm alanlarda tamamen bağımsız) puan aralığında değerlendirme yapan bir ölçüttür. Kendine bakım, sfinkter kontrolü, transfer, hareket, iletişim, sosyal ilişki ve bilişsel durumu değerlendiren bölümlerden oluşur. Her aktivite 7 puanlı bir ölçek kullanılarak fonksiyonel bağımsızlık açısından değerlendirilir (Keith 1987, Herrmann *et al.* 1998).

Modifiye Ashworth Skalası: Ekstremitelerdeki spastisiteyi dereceleme amacıyla en sık kullanılan skaladır. Bu skala kas tonusunu 0 (normal) ile 4 (şiddetli spastisite) arasında sınıflar. Kullanımı kolay olması sebebiyle spastisitesi olan hastalara rutin olarak

uygulanmaktadır. Fakat bulgular değerlendiren kişiye göre değişebilir (Pandyan *et al.* 1999)

ASIA (American Spinal Injury Association) Skalası: ASIA sınıflamasında öncelikle yapılması gereken duysal ve motor seviyelerinin ve skorlarının saptanmasıdır. Her dermatom için iğne ve yüzeysel duyu değerlendirip sağ ve sol taraf için toplanarak iğne ve yüzeysel duyu skoru elde edilir. Bu skorlar duysal fonksiyondaki değişiklikleri sayısal olarak ifade eder. Ayrıca duysal muayene ile duysal seviye, kısmi korunmuş alan ve etkilenme derecesi saptanır. Duysal seviye iğne ve yüzeysel duyunun normal değerlendirildiği en üst seviye olarak belirlenir (Maynard *et al.* 1997) 2000 yıllarında ASIA skalası revize edilmiş ve olguların çoğunun bu skala ile sınıflandırabileceği gibi nadiren de olsa bu sınıflamada problemler olabildiği vurgulanmıştır (Kirshblum *et al.* 2011)

Mini-Mental Testi: İlk kez Folstein ve arkadaşları tarafından geliştirilen bu ölçek, kolay uygulanabilen ve bilişsel bozukluğun derecesi hakkında bilgi veren özelliktedir. Yönelim, kayıt hafızası, dikkat ve hesaplama, hatırlama ve lisan olmak üzere beş ana başlık altında toplanmıştır ve her soru bir puan değerindedir. Toplam puanı 30 olan bu testte 23 ve daha az puanın bilişsel bozukluğu gösterdiği bilinmektedir (Folstein *et al.* 1975, Dick *et al.* 1984, Küçükdeveci vd. 2005).

Glasgow Koma Skalası (GKS): Acil müdahale sırasında havayolu ve oksijenizasyon sağlanması, kan basıncı takibi ve perfüzyonun sağlanması kadar önem verilen bir değerlendirme ölçütüdür. Skoru 8 ve altında ise ağır hasarı, 9-12 arası orta derecede hasarı ve 13-15 arası minör travmayı göstermektedir. GKS'nin önemli bir faydası minör beyin hasarı vakalarını, ağır travmalardan ayırt edilmesini sağlamasıdır (Teasdale and Jennett 1974).

NIH İnme Ölçeği (National Institutes of Health Stroke Scale; NIHSS): NIH inme ölçeği, inmeli hastalarda standart olarak kabul edilen, geçerli ve güvenilir bir ölçektir. Bilinç düzeyi, ekstraoküler kas hareketleri, görme alanı, yüz felci, kol ve bacak motor fonksiyon, ataksi, duyu kaybı, afazi, dizartri, nörolojik ihmal yönleri değerlendirilir. Skorlama; 2 ile

3 puan üzerinden derecelendiren toplam 11 gruptan oluşan bir ölçektir. En yüksek puan 36'dır. Elde edilen skor iyileşmenin gözlenmesi açısından belirleyici olarak kabul edilir. Skor > 16 ise ölüm ya da ciddi özürlülük olduğunu, skor < 6 ise iyi bir prognoz olduğunu göstermektedir (Duncan *et al.* 2005).

Rivermad Mobilite indeksi (RMI): Hastalara transfer, denge, yürüme, merdiven inip çıkma, banyo yapma, koşma durumlarını sorgulayan 15 adet soru sorularak pek çok aktivite hakkında fikir sahibi olunur. Sorulara verilen her "evet" cevabı için 1 puan verilir. En iyi skor 15 puandır (Wade 1992).

Fonksiyonel Ambulasyon Skalası (FAS): Bu skala aktif rehabilitasyon sürecinde sıklıkla kullanılan basit ve değişikliklere duyarlı bir sınıflamadır. Skorlama 0-5 arasında puanlanır. Özellikle hastanın yürüme esnasında gereksinim duyduğu eksternal desteği de değerlendirmesi açısından avantajlıdır (Collen *et al.* 1990).

Galveston Oryantasyon Amnezi Testi (GOAT): Amnezinin ölçülmesi için kullanılan en yaygın ölçektir (Levin *et al.* 1979). Ancak son yıllarda Oryantasyon-Log (Alderson and Novack 2002) ve Westmead PTA skalası (Ponsford *et al.* 2004) gibi alternatifler geliştirilmiştir. GOAT'ın daha çok hafif beyin hasarlarını değerlendirebildiği, travma sonrası ve hastaneye transfer gibi konularda kafa karıştırıcı ve ajitasyonu artırabilecek sorunların olduğu ve skorlama sisteminin zorluğu yönünde eleştiriler literatürde yer almaktadır.

Fugl-Meyer Strok Sonrası Motor İyileşmenin Değerlendirme indeksi: Bu indeks 5 bölümden oluşur. Motor fonksiyon, duyu fonksiyonu, denge (otururken ve ayakta), eklem hareket açıklığı ve eklem ağrısı değerlendirilir. Toplam olası skor 226'dır. Bu toplam puanı oluşturan alt grupların skorlanması motor fonksiyon için 100 puan (66 üst ve 34 alt ekstremité), duyu için 24 (hafif dokunma, pozisyon duyusu, denge için 14 puan (otururken 6, ayakta iken 8), eklem hareket açıklığı için 44 puan ve eklem ağrısı için 44 puan olarak hesaplanır (Fugl-Meyer 1980). Bu indeksin dezavantajı tamamlanmasının 30-45 dakika sürmesidir (Salter *et al.* 2005).

Kurtzke Expanded Disability Status Skalasý: Bu skala ile 8 fonksiyonel sistemdeki yetersizlik ölçölmekte ve fonksiyonel sistemdeki puanların çoęu 0-6 arasında değerdendirilmektedir. Bu skala, bilişsel fonksiyonlar ve üst ekstremité dizabilitesini çok iyi değerdendirememektedir (Kurtzke 1983).

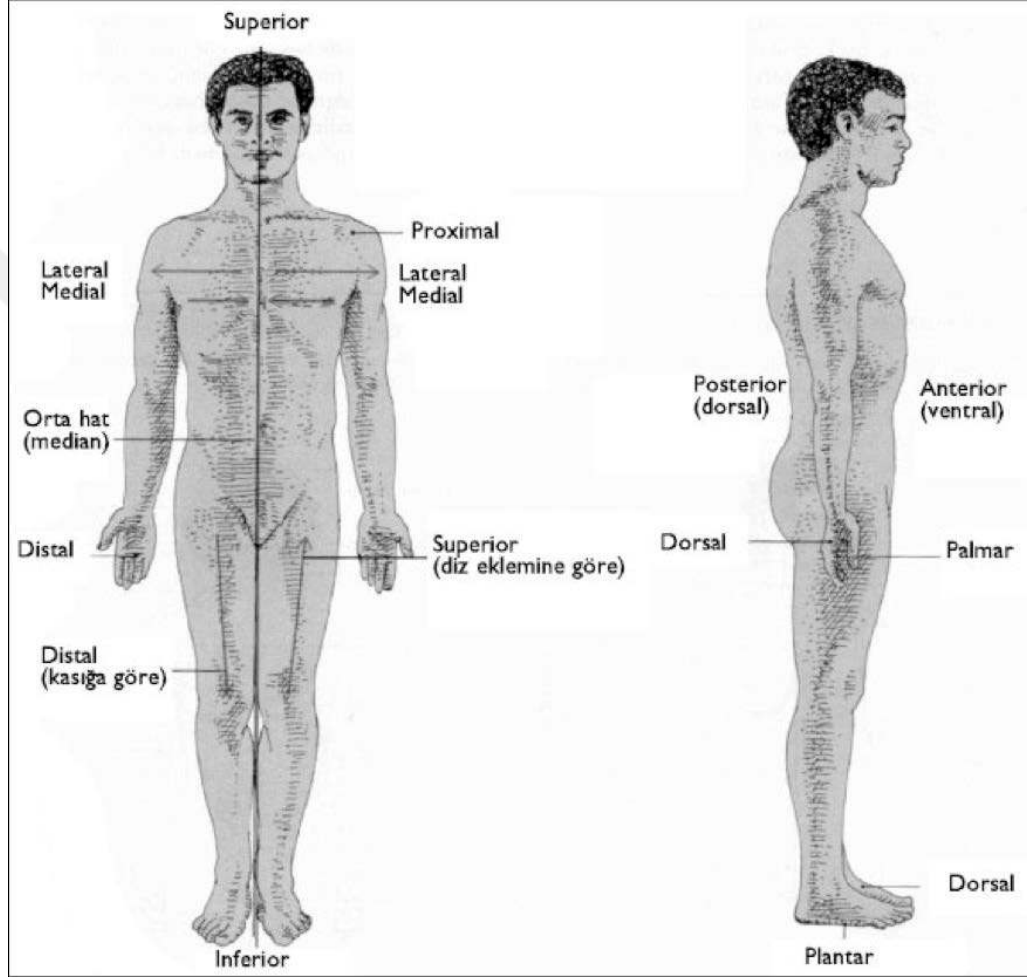
2.2.3 Evde Bakım

Evde bakım kavramı ölkemizde ileri yaştaki ya da doktora gidemeyecek durumdaki hastaların ayağına sağlık hizmeti ulaştırma olarak algılanmaktadır. Dünyada ise evde bakım kavramı teşhis ve tedavi sonrası bakım, kronik hastalıkların takibi, koruyucu sağlık hizmetlerinin bireyin kendi yaşam alanlarına götürme olarak tanımlanmaktadır. Evde bakım hizmetleri sayesinde hastalar hastanelerin yorucu etkinlerinden uzak tedavilerini sürdürebilmektedir. Ancak bunun sağlık kuruluşlarına bir maliyeti bulunmaktadır. Bu maliyetin tamamını sağlık güvence sistemleri tarafından karşılanmamaktadır. Ölkemizdeki sağlık güvence sistemi evde bakım hizmetlerinin sadece hastaneye gidemeyecek durumdaki özürlü hastalara verilen kısımlarını karşılamaktadır. Evde bakım hizmeti hastaların sadece tıbbi bakımları değil aynı zamanda sosyal bakımlarını da içermektedir. Sosyal bakım yemek yeme, banyo, tuvalet, yürüme, giyinme gibi günlük yaşam faaliyetleri ile ev işleri, yemek, alışveriş gibi yardımcı yaşam faaliyetlerini kapsamaktadır. Rehabilitasyon gibi uzun süreli tedavi gerektiren rahatsızlıkların hastanın yaşam alanında uygulanması hastanın sosyal çevresinden elde edeceği motivasyon sayesinde iyileşme sürecini daha kısa sürede tamamladığı bilinmektedir. Ölkemizde evde bakım hizmetleri sayesinde hızlı bir şekilde iyileşebilecek bireylerin sağlık güvence sisteminin bu bedelleri karşılamamasından dolayı bireylerin sağlık kuruluşlarına ve rehabilitasyon merkezlerinde ki yoğunluğu arttırmasına neden olmaktadır.

2.3 Anatomik Duruş

Vücuttaki tüm organ ve oluşumların bulundukları konumlar anatomik duruşa göre tanımlanır. Anatomik duruş (Şekil 2.10) el ayakları öne bakacak şekilde “Hazır Ol” şeklinde duran kişinin duruş şeklidir. Bu duruş referans alındığında yukarıya (kafaya) doğru olan kısımlara superior aşağıya (ayaklara) doğru olan kısımlara ise inferior olarak

adlandırılır. Örneğin akciğerler midenin superior iken böbrekler kalbin inferiorudur. Ön tarafa yani yüze doğru olan kısma anterior, arka tarafa yani enseye doğru olan kısma posterior denir. Vücudun merkezine yakın olan kısımlara proximal, uzak olan kısımlara ise distal olarak adlandırılır. Vücudun orta hattına yakın olan kısımları medial, uzak olan kısımlara ise lateral olarak isimlendirilmektedir.

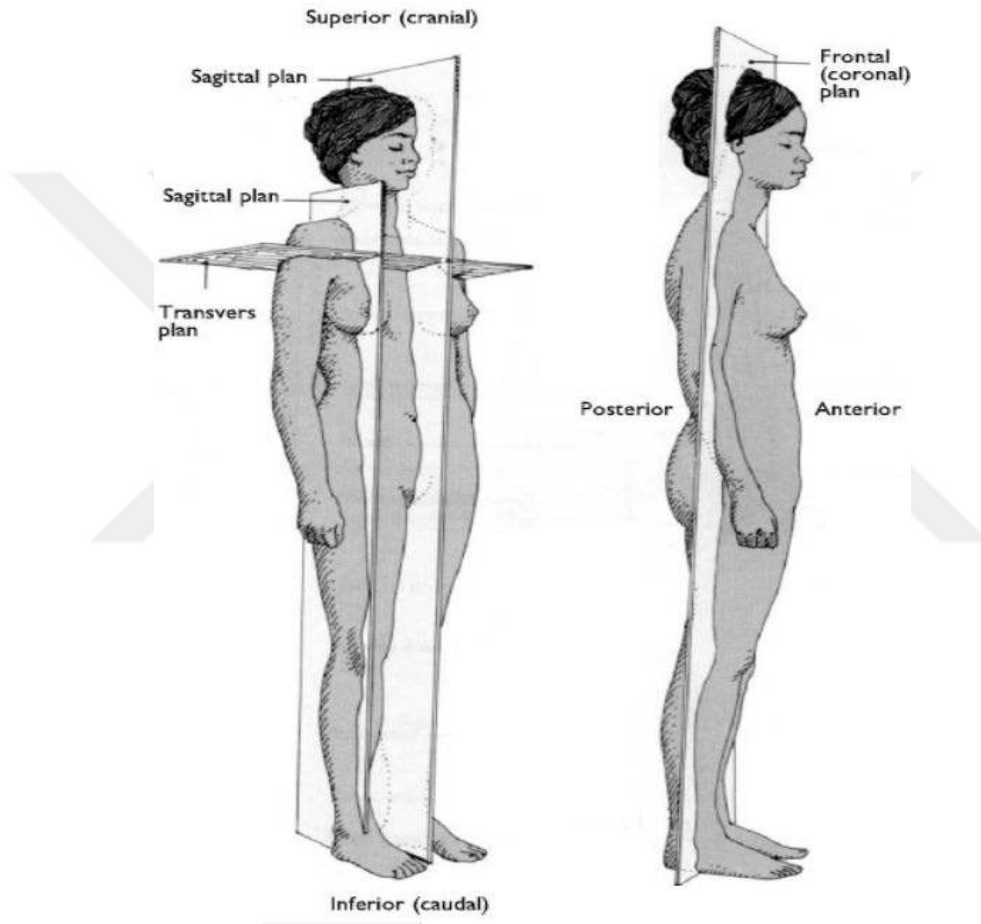


Şekil 2.10 Anatomik duruş.

2.3.1 Anatomik Düzlem

İnsan vücudunu tanımlamak için ortaya konulan hayali düzlemlerdir (Şekil 2.11). Anatomik plan ve kesitler organ ve oluşumların yerini tanımlayabilmek için insan vücudunu farklı eksenlerde ikiye böler. Bu düzlem ve kesitler başlıca şunlardır:

- *Horizontal (Tranvers) Eksen:* Enine, yeryüzüne paralel olan
- *Sagittal Eksen:* Burnumuzu ikiye ayıracak şekilde önden arkaya ve yukarıdan aşağıya doğru devam eden
- *Frontal (Coronal) Eksen:* Her iki omzumuzu ön ve arka olarak iki parçaya ayıracak şekilde, vücudu yukarıdan aşağıya doğru ikiye ayıran sanal kesit ve plan



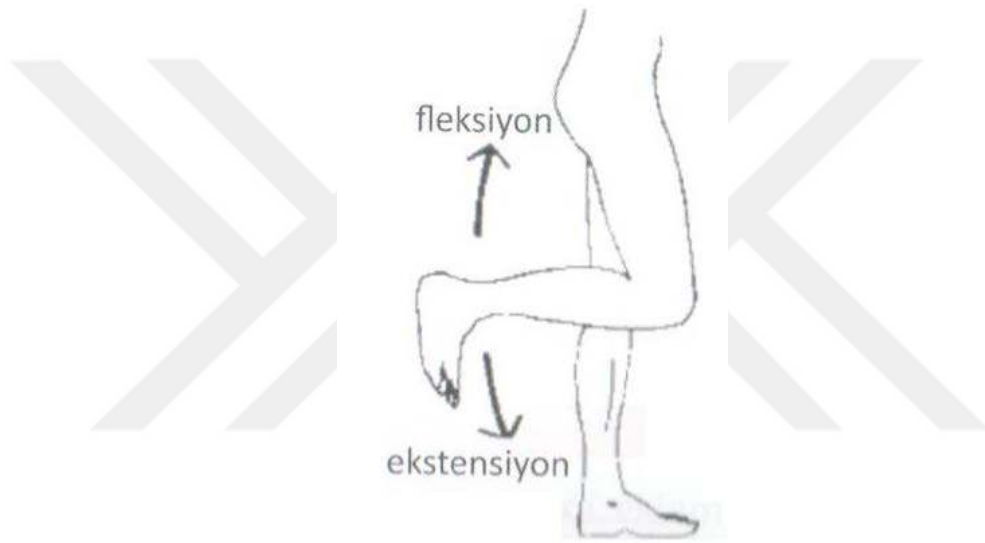
Şekil 2.11 Vücut düzlemleri.

2.3.2 Eklem Hareketleri

Eklem kemikleri birbirine bağlayan özelleşmiş işlevsel bağlantılardır. İskelet sisteminde hücre, doku ve organları bir arada tutan çeşitli bağ dokuları bulunmaktadır. Ligamentler iki kemiği birbirine bağlarken tendonlar kasları kemiğe bağlamada görev alır. Eklemler

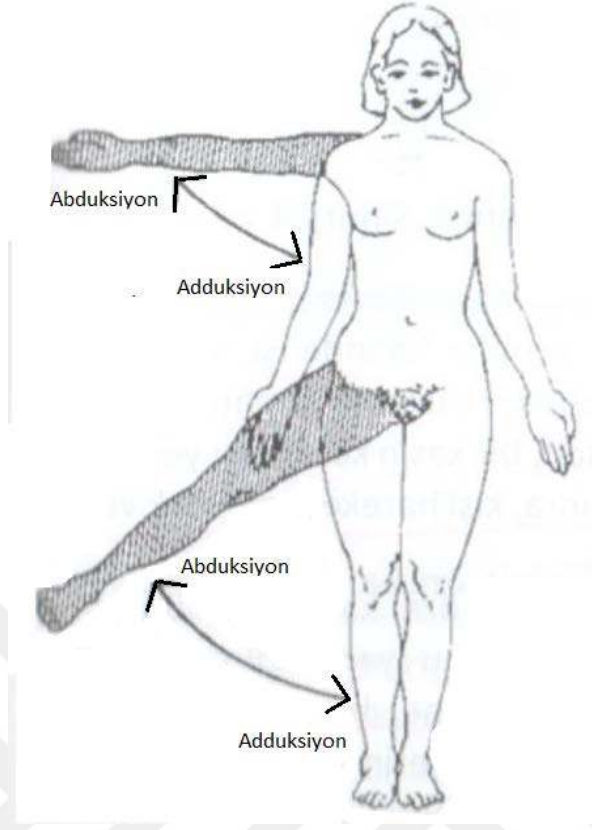
hareket kabiliyetine göre oynamaz, yarı oynar ve oynar olmak üzere üç grupta toplanmaktadır. Kas – kemik bileşim hareketlerini anlatırken fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon, adduksiyon ve rotasyon terimleri kullanılmaktadır. Bunları sıra ile açıklamak gerekirse;

Fleksiyon-Ektansiyon: Eklem açısının azalmasına neden olacak şekilde ve çoğunlukla sagittal düzlemde yapılan hareket fleksiyon, eklem açısının artması ekstansiyon olarak adlandırılır (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 Fleksiyon ve Ektansiyon Hareketi.

Abduksiyon, Adduksiyon: Vücudun medial eksenden uzaklaşma hareketi abduksiyon, medial eksene yaklaşma hareketi adduksiyon olarak tanımlanır (Şekil 2.13).



Şekil 2.13 Abduksiyon ve Adduksiyon Hareketi.

Rotasyon: Yer değışme olmaksızın eklemin bir eksen etrafında (Şekil 2.14) dönmesidir.



Şekil 2.14 Rotasyon Hareketi.

2.4 Literatür Taraması

Literatür taraması sonucunda özellikle 2010 yılından sonra nörolojik rehabilitasyon ile ilgili çalışmaların artan bir hızla literatürde yer aldığı görülmektedir. Konu ile ilgili başlıca yapılmış olan başlıca çalışmalar incelendiğinde;

2012 yılında K. Laver ve arkadaşları sanal gerçeklik sayesinde rehabilitasyon merkezlerinde kullanılan pahalı, sıkıcı sistemler yerine ucuz olan oyunlara geçmenin mümkün olacağı ifade etmiştir (Laver *et al.* 2012). Biddiss'e göre birçok hasta üzerinde sistematik olarak yapılan çalışmalar dikkate alındığında sanal gerçeklik ile üst ekstremité kaslarının rehabilite ve rehabilitasyon süresi boyunca verilerin çok daha verimli bir şekilde toplanması mümkündür (Biddiss 2012). Sanal gerçekliğin etkili bir yöntem olması sadece yapbozun bir parçasını oluşturmakta olup diğer parçası ise sanal gerçeklik ile araştırmacıların elde ettiği tecrübenin rehabilitasyon uzmanlarına aktarımıdır.

Klinik olarak sanal gerçeklikten elde edilen tecrübenin aktarımının geliştirilmesi devlet kuruluşları olan "National Institute on Disability and Research" ve "The Canadian Institutes of Health and Research, CIHR" isimli iki kuruluşun en önemli önceliği olmuştur (NIDRR 2013). Tecrübe aktarımının önemi CIHR tarafından şöyle açıklanmaktadır; "Dinamik ve gelişime açık bir süreç olan tecrübenin sentezi, yayılması, değişimi ve etik değerlerin belirlenmesi Kanadalıların tedavisini olumlu yönde etkileyecek sağlık sistemi içerisinde bulunan sağlık hizmetleri ve sağlık ürünlerinin daha verimli kullanımını sağlayacaktır." Basılmış eğitim materyalleri, denetimler, geri bildirimler ve özel müdahaleler geleneksel tecrübe aktarım yöntemleridir (Grimshaw *et al.* 2012) Her ne kadar fiziksel rehabilitasyonda hangi tecrübe aktarım yönteminin daha efektif olduğu bilinse de (Zidarov *et al.* 2013) devam eden yaklaşımlar en iyi destek için birçok yaklaşımı içermektedir (Grimshaw *et al.* 2002). Buna ek olarak interneti bir tecrübe aktarım platformu olarak kullanmak tercih edilen bir yöntemdir. Çünkü rehabilitasyona yön verebilecek bağımsız düşünceler günden güne hatırı sayılır sayıda internette artmakta bunlar sayesinde tempolu ve direk öğrenim gerçekleşebilmektedir (Curran and Fleet 2005, David *et al.* 2012). Özellikle kullanıcı dostu tecrübe aktarım kaynaklarını desteklemek önemlidir. Bu kaynaklara ulaşım uzmanların sanal gerçekliği pratikte kullanımını sağlayabilir. Çünkü dünya çapında birçok uzman sanal gerçeklik sistemini tedavide kullanamaya çekinmektedir. Birleşik krallıkta yapılan bir grup çalışmasında rehabilitasyon uzmanları tarafından inme hastaları için en yaygın yardımcı teknolojinin bilgisayar oyunları olduğu belirtilmektedir (Johnson *et al.* 2013). Avusturya'da inme hastalarının %76'sının Nintendo Wii cihazına erişimi vardır ("National Stroke Foundation. National stroke audit: rehabilitation services report" 2012). Kanada'da bir rehabilitasyon merkezindeki meslek terapistleri ve fizik tedavi uzmanları üzerinde yapılan bir ankete göre yatarak tedavi gören hastaların %76'sının tedavisinde Nintendo Wii faydalı olmuş ayakta tedavi gören hastaların ise %73'nün Nintendo Wii ile uygulanan tedavi programlarına sadık kalarak rehabilitasyonlarını aksatmadığı kaydedilmiştir (Fung *et al.* 2012). Sanal gerçeklik yöntemleri ve oyunları yayınlandıktan sonra süratli bir şekilde araştırmacılar tarafından yürütülen çalışmalar ile özelliklerinin sınırları belirlenecektir. Bu sayede kullanımının yaygınlaşması mümkün olacaktır. Örneğin Nintendo Wii 2007 yılında piyasaya sürülmüş ve bu cihaz ile rehabilitasyon alanıyla ilgili ilk yayın 2008 de gerçekleşmiştir (Deutsch *et al.* 2008). 2011 yılına geldiğimizde oyun

analizi rehabilitasyonun süreci içerisinde uzmanın karar vermesinde önemli bir etken olduğu tespit edilmiştir (Deutsch *et al.* 2011). Literatürde sanal gerçeklik sistemleri ile standart sistemler arasındaki karşılaştırmalara (doğruluk ve geçerlilik) ulaşmak mümkündür. Rehabilitasyon uygulamalarında kullanılabilecek en yeni ürün Microsoft firmasının ürettiği Kinect sensörüdür. Bu sensör Xbox oyunlarını vücut hareketleri ile oynamaya olanak sağladığı gibi içinde bulunan kullanıcı tanıma sistemi ve kullanıcı limitlerini tanımlama sistemi sayesinde olası hile ihtimalini de ortadan kaldırmış bulunmaktadır. Kinect Xbox oyunlarının rehabilitasyon sistemi olarak yetişkinde dahil olmak üzere farklı gruplar üzerinde uygulanmasının olumlu sonuçları ortaya çıkmaktadır (Rajaratnam *et al.* 2013, Sin and Lee 2013). 2013 yılında yapılan başka bir çalışmada Gutierrez ve arkadaşları Kinect cihazının Multiple skleroz hastalığında da olumlu sonuç verdiği ortaya koymuştur (Gutiérrez *et al.* 2013). Yine 2013 yılında Luna-Oliva ve arkadaşlarının yaptığı çalışma bizlere Kinect cihazının serebral palsi hastası çocuklar üzerinde de olumlu sonuç verdiğini aktarmaktadır (Luna-Oliva *et al.* 2013). Aynı yıl yapılan bir başka çalışmada Ilg ve arkadaşları Kinect cihazının ataksi hastaları üzerinde de etkili olduğunu belirtmişlerdir (Ilg *et al.* 2012). Vemadakis ve arkadaşlarının 2014 yılında yaptığı başka bir çalışma cihazın ayak burkulması geçiren gençlerde de olumlu sonuç verdiğini ortaya koymuştur (Vernadakis *et al.* 2014). Literatür üst ekstremité kullanımı, denge ve mobilite gibi çeşitli hastalıklarla ilgili Kinect cihazı kullanarak tedavi gören bireyler için kısa vadeli sonuçlarının daha yararlı olduğunu göstermektedir. Kinect ve diğer VR sistemlerinin desteği birçok açıdan faydalı olduğu görülse de pratikte daha iyi kullanımı için tecrübe paylaşımının artması gerekmektedir (Laver *et al.* 2011). Beyin hasarı alanında çalışan fizik tedavi uzmanı ve meslek terapistleri "Interactive Rehabilitation Exercise System - IREX" isimli interaktif rehabilitasyon sistemi üzerindeki engellerden birinin bilgi diğerinin zaman olduğunu belirtmektedir Levac ve arkadaşları araştırmalarında beyin hasarı geçirmiş çocuk hastaların fizik tedavi ve rehabilitasyonunda Wii'nin kullanımı çok faydalı olduğunu hastanın öğrenmeye karşı olan düşüncelerini daha kolay aştığından dolayı tedaviye başlama zamanını kısalttığını bu da hastanın sağlığına kavuşmasına, oyunların eğlenceli olmasından dolayı hastanın tedavisini aksatmadan devam etmesine olanak sağladığını göstermektedir (Levac and Miller 2013). Mayo ve arkadaşları tarafından 2000 yılında yaptıkları çalışmada evde yapılan rehabilitasyonun hastanın sosyal hayata adaptasyonunu hızlandırdığı tespit

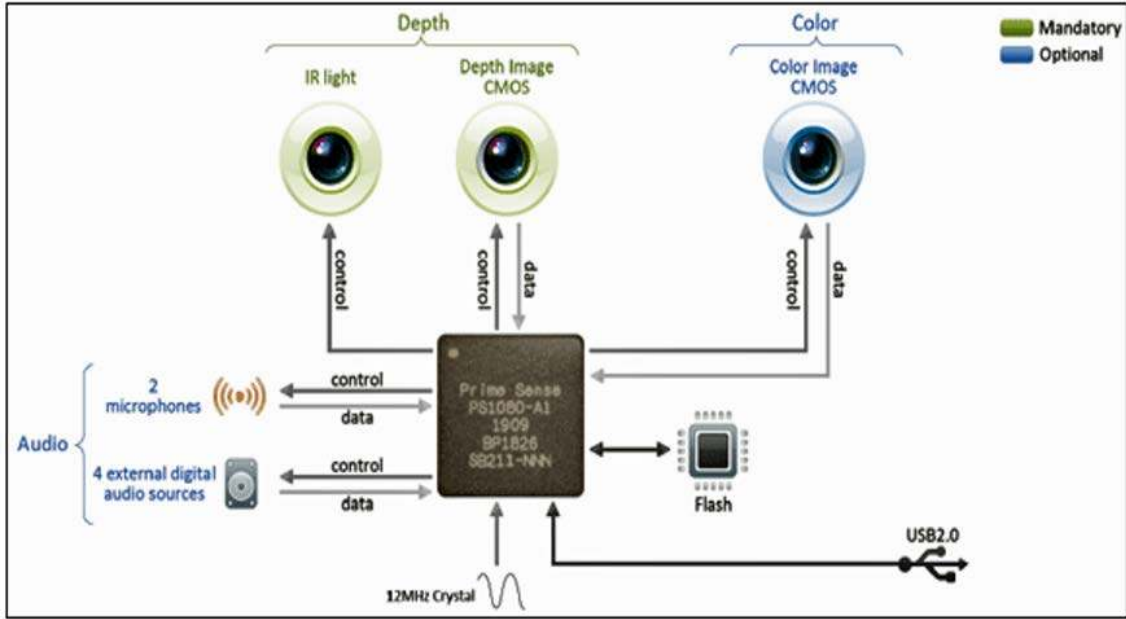
etmiştir (Mayo *et al.* 2000). Ev ve toplum yaşamında özürlü kişinin tam katılımını sağlamak, komplikasyonları minimize etmek ve fonksiyonel durumlarını en iyi düzeye getirmek için rehabilitasyon süreklilik gerektirir. Rehabilitasyon programının planlanması hasta olan kişiye göre olmalıdır. Fakat rehabilitasyonun başarılı olabilmesi aile, arkadaş ve yakın çevrenin desteğine bağlıdır (Göksoy 2009). Pedraza ve arkadaşları tarafından 2015 yılında Kinect cihazı için herkesin kullanıma izin veren "Creative Commons" lisans ile bir rehabilitasyon oyunu hazırlamışlardır (Pedraza-Hueso *et al.* 2015). Xu ve Arkadaşları 2015 yılında Kinect cihazının geçerliliğini test etmiş ve çok yüksek güvenilirliğe sahip olduğunu belirtmişlerdir (Xu and McGorry 2015).

Yapılan literatür taraması sonucunda hızla gelişen sanal gerçeklik rehabilitasyon uzmanlarına ve araştırmacıları için gelecek vadetmektedir. Sanal gerçeklik sistemi donanım ve yazılımla gerçekçi bir ortam yaratarak insanlarla etkileşime geçmeyi sağlamaktadır. Bugüne kadar yapılan çalışmalar hastaların evde sağlık kavramı içerisinde değerlendirilmiştir. Fizik tedavi ve rehabilitasyon sürecinin devamlılığı ne kadar önemli ise bu hasta gruplarının uzman tarafından takip edilmesi bir o kadar önemlidir. Gerçekleştirilmesi planlanan bu çalışmada hastaların gelişim süreçlerinin FTR uzmanları tarafından takip edilebildiği düşük maliyetli bir sistemin gerçekleştirilmesi hedeflenmektedir. Böylece literatüre katkı sağlanacağı gibi konun ülkemiz içerisinde de çalışılması sağlanmış olacaktır.

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Kinect

Kinect ya da Project Natal cihazı 2010 yılında Microsoft firması tarafından geliştirilmiş, PrimeSense firmasının sensörlerinin kullandığı bir hareket algılayıcısıdır. Özellikle oyun uygulamalarında bir kontrol aleti olmadan yani temassız vücut hareketlerini algılayıp onları işleyerek kullanılması için tasarlanmıştır. Cihazın herkes tarafından geliştirilebilmesi için 2011 yılında Kinect Yazılım Geliştirme Kitinin (SDK) beta sürümünü yayınlanmıştır. Kinect cihazı (Şekil 3.1) piyasaya oyun konsollarının bir parçası olarak çıkmasına rağmen biyomedikal, robotik, askeri, eğitim ve güvenlik sistemleri gibi farklı alanlarda da kullanılır hâle gelmiştir. Kinect sensörü üç boyutlu (3D) derinlik sensörü, IR lazer projektör, IR kamera ve mikrofon grubundan meydana gelmektedir.



Şekil 3.1 Kinect Cihazı.

Renkli (RGB) Video Kamera: Renkli video verilerinin yakalanmasından sorumludur. Kırmızı, yeşil ve mavi olmak üzere üç renk bileşenini algılayarak yüz tanıma ve diğer algılama özelliklerine destek vermektedir. Kinect cihazının RGB kamerası 1080p

boyutunda yüksek ışık altında 30 f/s düşük ışıkta ise 15 f/s çekim yapabilmektedir.

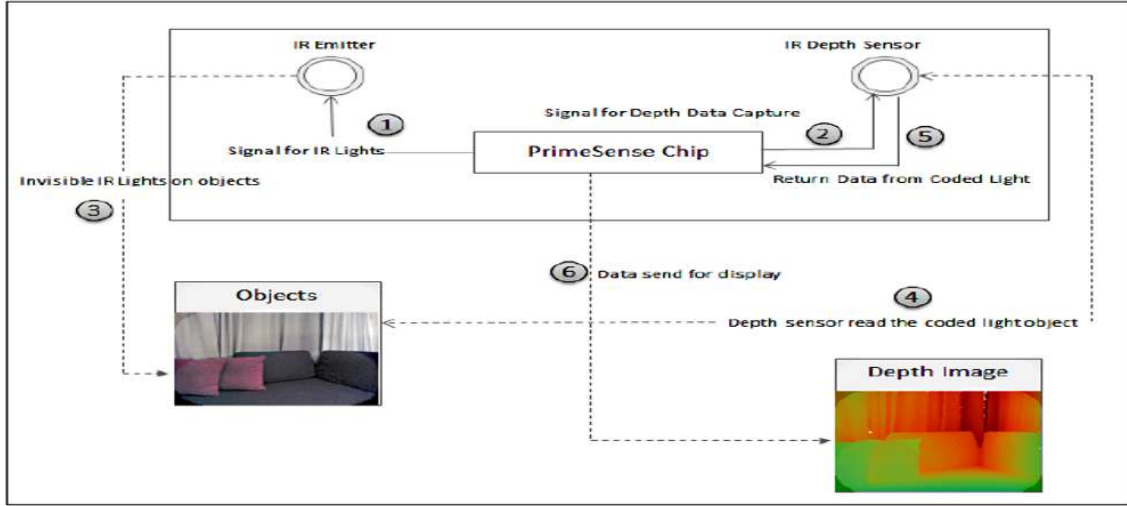
3D Derinlik Sensörü: Aydınlatma koşullarından bağımsız olarak üç boyutlu alanı görmek için bir kızılötesi yansıtıcısı ve tek renkli CMOS (Complimentary metal-oxide semiconductor) ile birlikte çalışır. 3 Boyutlu Derinlik Sensörü 80*60 piksel, 320*240 piksel veya 640*480 piksel çözünürlükte saniyede 30 kare olmak üzere 3 farklı derinlik görüntüsünü 16 bit çözünürlükte alabilmektedir. 3 Boyutlu derinlik sensörü ile 43° dikey ve 57° yatay alan taranarak cisimlerin uzaklıklarını hesaplamaktadır. Hesaplanan derinlik verisi milimetre cinsinden ifade edilmektedir.

Mikrofon Grubu: Ortamdaki gürültüden, kullanıcı seslerini izole edebilen dört mikrofon dizisinden oluşmaktadır. Bu mikrofonlar doğrusal bir sırayla yerleşmiştir. 3'ü sağda biri soldadır Sadece ses dalgasının yakalanmasından değil aynı zamandan sesin lokasyonunun belirlemesi işlemini gerçekleştirir.

Motor: Kinect cihazının taban kısmında bulun motor algılayıcısının otomatik olarak +27° ile -27° arasında aşağı ve yukarı yönde hareketini sağlayarak düzenli görüntünün alınmasına yardımcı olur.

3.1.1 Derinlik Algılama

Derinlik sensörü; kızılötesi tarayıcı ve kızılötesi derinlik sensöründen (Şekil 3.2) oluşmaktadır. Kızılötesi tarayıcı bir projektör olup kızılötesi ışın yayarak önünde bulunan nesneye sahte nokta koyarak işaretler. Bu sahte noktalar kızılötesi derinlik sensörü



Şekil 3.2 Derinlik algılama çalışma prensibi.

tarafından derinlik bilgisini elde etmek için kullanılır. Kızılötesi derinlik sensörü farklı nesnelerden yansıyan sahte noktaları okur. Sensör gönderilen ve nesneden yansıyan sahte noktalar arasındaki farkı ölçerek derinlik bilgisine çevirir.

Cihaz üzerinde bulunan sensörlerden alınan eklem koordinatları sayesinde birden fazla insan hareketi yakalayabilmekte ve takip edebilmektedir. Derinlik sensörü aynı anda 6 kişinin iskeletini çıkarabilmektedir. Bu iskelet noktaları 25 farklı noktadan (Çizelge 3.1) oluşmaktadır.

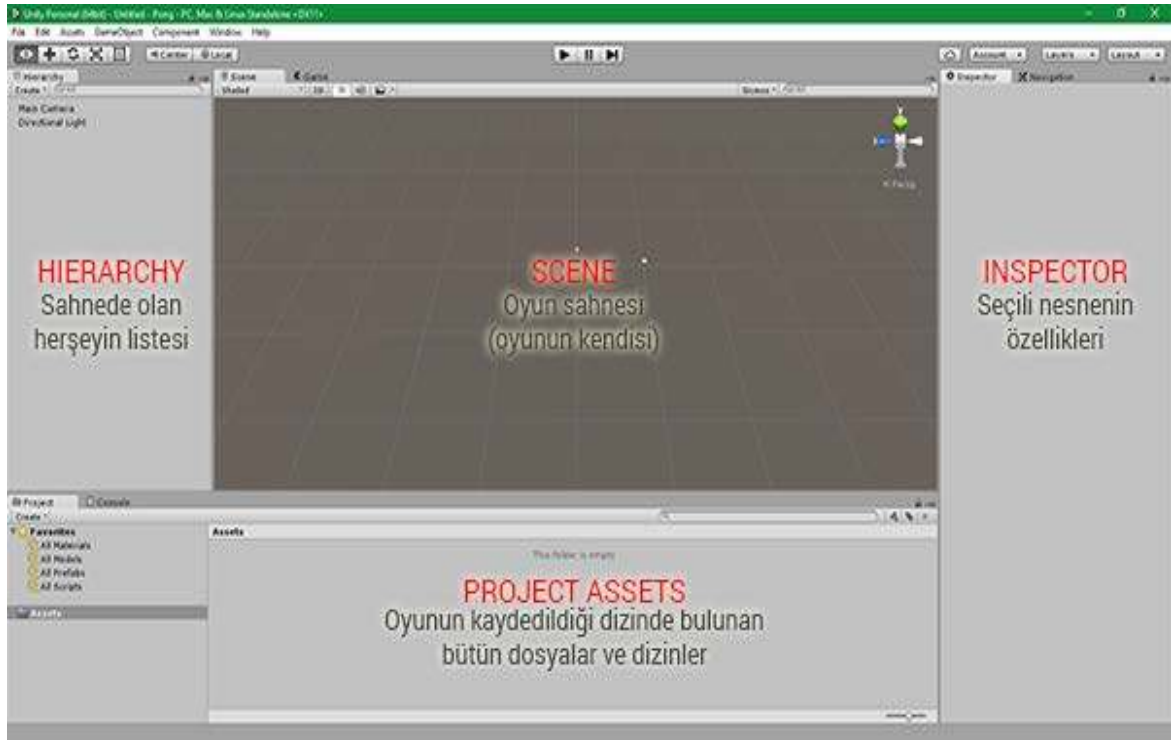
Çizelge 3.1 Derinlik Sensör Markırları.

Üye(Member)	Değer(Value)	Üye(Member)	Değer(Value)
Sol ayak bileği	14	Sol diz	13
Sağ ayak bileği	18	Sağ diz	17
Sol dirsek	5	Boyun	2
Sağ dirsek	9	Sol omuz	4
Sol ayak	15	Sağ omuz	8
Sağ ayak	19	Omurga mekezi	0
Sol el	7	Omurga orta	1
Sağ el	11	Omurga omuzu	20
Sol başparmak	21	Sol başparmak	22
Sağ başparmak	23	Sağ başparmak	24
Kafa	3	Sol bilek	6
Sol kalça	12	Sağ bilek	10
Sağ kalça	16		

3.2 Unity

Unity3D cross-platform 2D ve 3D oyun geliştirme aracıdır. Gerçekleştirilen oyunlar Windows, Android, iOS, Linux, Xbox ve Playstation, vs. ortamlarda çalıştırılabilmektedir. Unity3D kurulum dosyasına <http://unity3d.com/get-unity> adresinden ulaşılabilir. Şekil 3.3’de editör paneli görülen Unity3D’nin 4.3 versiyonu 2D ve 3D oyunların yapılmasına olanak sağlamaktadır. Editör paneli dört temel bölümden oluşmaktadır. Bunlar;

Hierarchy: Oyun sahnesinde bulunan tüm nesnelerin listesinin gözüktüğü panel. Yeni bir oyun projesi oluşturulduğunda bu panel’de Main Camera nesnesi gözüktür. Eğer sahneye Cube, Sphere, Cylinder, Spotlight, vs gibi nesneler eklenecek olursa, bu panel’de listelenecekler. Bu panel’de listelenen nesneleri sürükleyip diğer bir nesnenin içine bırakarak nesneler birbirleri ile ilişkilendirerek parent/child yapısı oluşturabilir.



Şekil 3.3 Unity3D Editör Paneli.

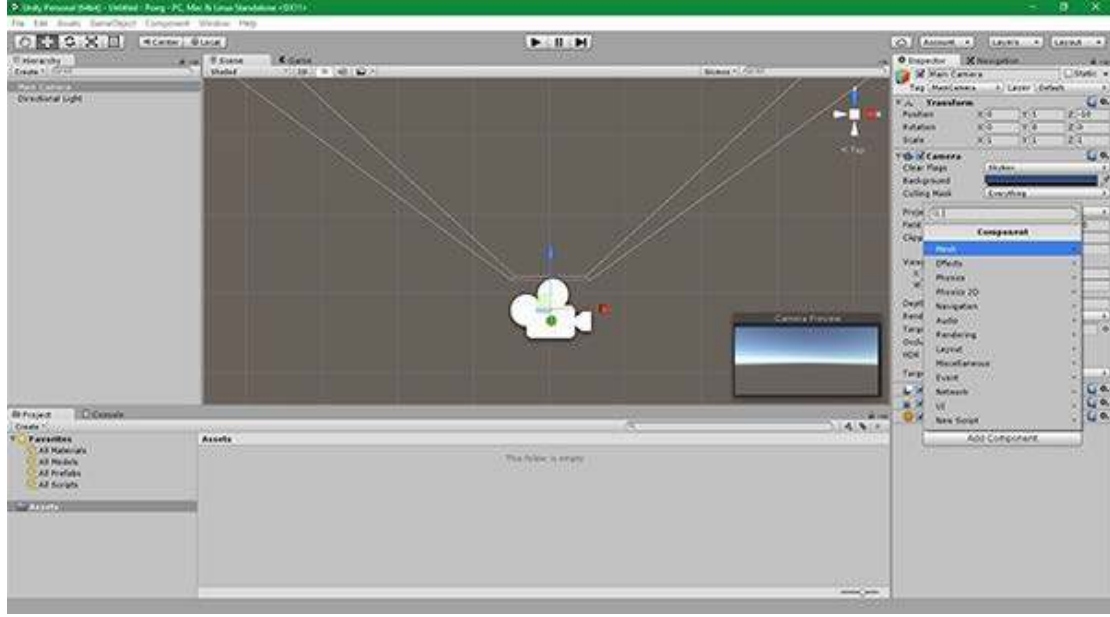
Scene: Oyun alanını bu alanda görür. Herhangi bir nesneyi sahnede bulmak için Hierarchy panelindeki ismine çift tıklamak yeterlidir.

Project Assets: Oyun içerisinde kullanabilecek Texture, 3D Model, Script, vs bu panelde listelenir. Bu panelde yer alan dosyalar oyun projesinin diskteki dizini ile birebir aynıdır. Oyun projesinin dizininde yeni bir dizin veya dosya oluşturulduğunda da Project Assets panelinde gözükür.

Inspector: Hierarchy veya Scene panellerinden seçilen nesne veya nesnelerin özelliklerinin görebildiği ve değiştirebildiği panelidir. Inspector paneli sayesinde bir nesnenin oyun sahnesindeki konum, boyut, renk, kaplama, vs gibi özellikleri görebilir ve değiştirebilir.

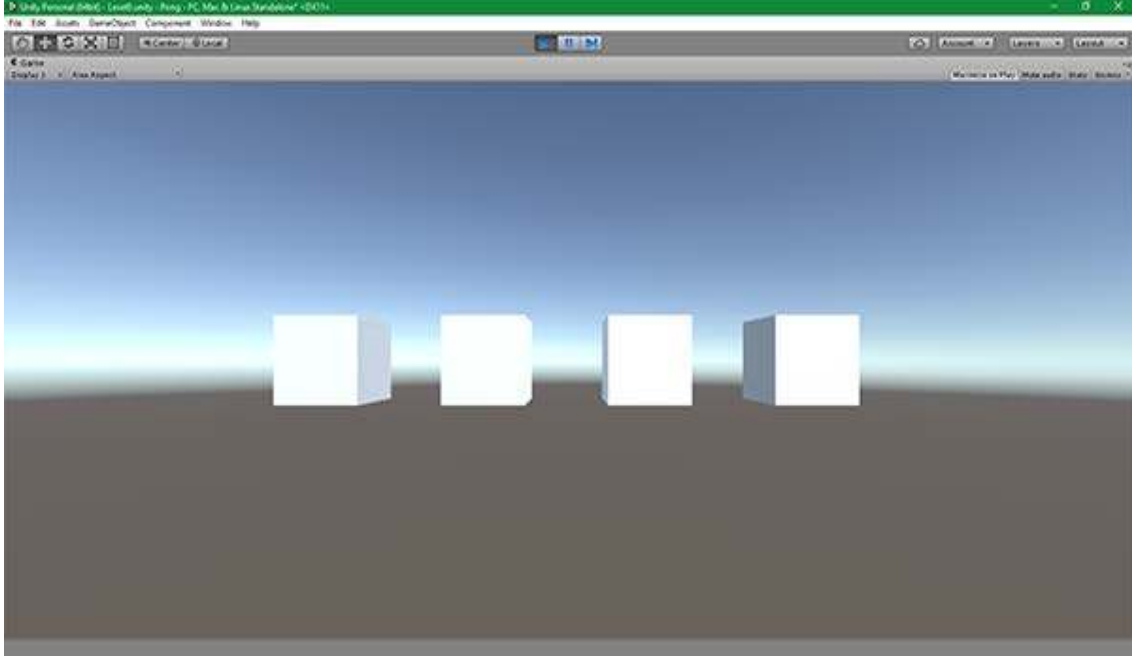
3.2.1 Oyun Tasarımı

Unity3D’de bir oyun sahnesi oyuncuya kameranın bakış açısından gösterilir. Böylece ekrandan daha büyük alanlarda hareket etmek için kamera hareket ettirilir. Unity3D bir oyun projesi oluşturulduğunda (Şekil 3.4) sahneye bir tane kamera (Main Camera) eklenir. İstenildiğinde sahneye ikinci veya üçüncü kameralar da eklenebilir. İstenildiğinde Hierarchy panelinde görüntülenen nesnelerin isimleri değiştirebilir. Bunun için ilgili nesnenin üzerine sağ tuşla tıklayıp Rename menüsünü seçilmelidir. Unity3D’de sahnede olan bir nesneye kendi özelliklerinin dışında yeni özellikler eklenmek istendiğinde Inspector panelinde bulunan Add Component butonuna tıklanmalı ve gelen listeden eklemek istenen özelliğe göre bir öge seçilmelidir.



Şekil 3.4 Unity3D Oyun Tasarım Paneli.

Sahneye yeni nesneler eklenmek istenildiğinde Hierarchy panelindeki 3D Object menüsü altından Cube, Sphere, Cylinder, vs seçerek sahneye eklenebilir. Hierarchy panelinde sahneye eklenen birden fazla nesneyi başka bir nesnenin içerisine sürükleyip bırakarak bir bütün olarak ele alınmaları sağlanabilir. Böylece birlikte hareket ettirilir, birlikte döndürülebilir veya boyutlandırılabilir. Şekil 3.5’de görüldüğü üzere aktif sahne oynatmak istenildiğinde Unity3D editörü ekranının üstünde yer alan başlat (oynat) butonuna tıklanır ve oyun kameranın bakış açısından oynanmaya başlanır.

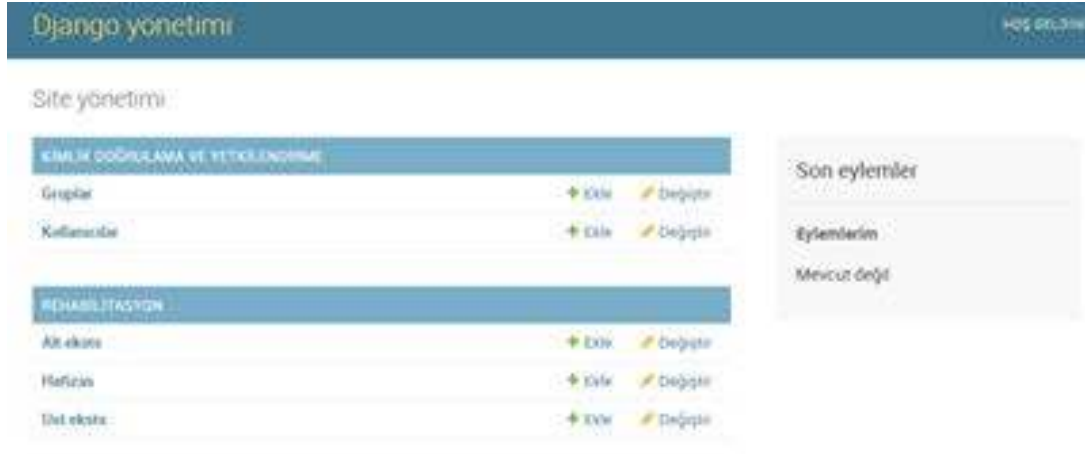


Şekil 3.5 Unity 3D Oyun.

Oyuna eklemek istenen çeşitli nesneler veya özellikler ile ilgili daha önce oluşturulmuş paketleri oyuna Assets menüsü altında bulunan Add Packages alt menüsü içerisinde eklenir. Böylece oyuna hızlı bir şekilde ağaçlar, deniz, çeşitli arabalar, efektler veya duman / alev / havai fişek gösterisi, vs eklemek mümkün olmaktadır.

3.3 Django

Django, bağımsız kuruluşlar tarafından kâr amacı gütmeyen açık kaynak kodlu web uygulama iskeletidir. Django internet sitelerinin görselliğinden ziyade güvenliğinin sağlanmasını hedefler. Django yazılım dili olarak pythonu kullanmasına rağmen kendine özgü mantık ve kodları da içerisinde barındırır. Django'nun sağladığı alt yapı sayesinde veri tabanı işlemleri hem daha güvenilir hem de daha çabuk gerçekleştirilebilir hale gelmiştir. Django veri tabanı gibi gizlilik gerektirecek işlemlerin güvenliğini sağlamanın yanı sıra veri tabanı işlemleri çok daha rahat kontrol edip düzenlemeye olanak sağlayan birçok eklentiye de barındırır. Örneğin oluşturulan veri tabanını yönetmek için yöneticilere özel bir sayfa tasarlanmasına ihtiyaç yoktur. Çünkü django bu sistemi kullanıcılarına hazır olarak sunmaktadır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 Django yönetim sayfası.

3.2 Nörolojik Rehabilitasyon ve Ölçümleme

Rehabilitasyon; organ patolojisi ile başlayan daha sonra bozukluk ile devam eden süreçte özürllülük olgusunun gelişmesi ile engelliliğin ortaya çıkmasıyla sonuçlanan ve her aşamasına müdahale ederek hastayı yeniden sosyal yaşamla tanıştıran çalışmaların bütünüdür. Hastaların rehabilitasyon sürecine sokulabilmeleri için çeşitli incelemeler yapılması şarttır. Yapılan ölçümlerin kaydedilmesi hem hastanın o andaki durumunu ortaya koyacak hem de rehabilitasyona verilecek cevapların zaman içerisinde izlenmesine (monitörizasyon) yol açacaktır. Yapılan bu ölçümler sırası ile;

1. Anamnez: Rehabilitasyona alınacak hastadan ve varsa yakın çevresinden gerek şu andaki sorununa gerekse öz ve soy geçmişine ait bilgilerin alınması gerekir. Anamnez sırasında hastanın ne tip bir hastalığının olduğuna karar vermek gerekir. Acaba bir ortopedik sorunla mı yoksa nörolojik patolojiyle karşı karşıya olunduğu bilinmelidir.

2. Kas Gücü: Kas gücünün ortaya konmasındaki temel hedef hastanın ne kadar kas gücü kaybettiğinin belirlenmesi amacını taşır. Bunun tespiti için deneyimli bir elle doğruya çok yakın bir sonuç almak mümkün olabilmektedir. (Manuel Kas Gücü Testi) Burada 0 ila 4 arasındaki nümerik değerler güç hakkında önemli ipuçları verebilmektedir. Bunun yanı sıra bazı uygun kaslar için dinamometre veya izokinetik testler yapılarak kas

gücü hakkında kantitatif değerleri ortaya koymak mümkündür.

3. Kas Tonusu: Kas tonusunun ortaya konulması rehabilitasyon hastasının değerlendirilmesinde önemli bir parametredir. Birinci motor nöron patolojilerinde tonusdaki patolojik artışın karşılığı Spastisite iken. 2. motor nöron tipi bir kas kasılmasının karşılığı spazm olarak adlandırılır.

4. Hareket Ve Yürümenin Değerlendirilmesi: Rehabilitasyon hastasının tüm yaşamsal hareketleri ne ölçüde yaptığı son derece önemlidir. Burada istemli ya da istemsiz hareketler değerlendirilir.

5. Eklem Hareket Açıklığının (EHA) Belirlenmesi: Eklem hareket açıklığı en doğru ve en kolay goniometrik ölçümle anlaşılır. Her eklem normal hareket kapasitesi ve hareket yönleri bilinirse aradaki farklar kolayca ortaya çıkar. EHA, rehabilitasyon sonuçlarının izlenmesinde önemli bir göstergedir.

6. Konuşmanın Değerlendirilmesi: Konuşma bazı hastalarda iletişimi tamamen sınırlayacak kadar bozulmuştur. Bu ya afazi ya da dizartri şeklinde olabilir. Konuşma bozukluklarının çözümünde konuşma terapistlerinin katkısı hiçbir zaman yadsınamaz.

7. Psikolojik Yapının Değerlendirilmesi: Rehabilitasyon süreci içerisinde psikolojik yapı çoğu zaman değişkindir. Bazen kişinin kendisinde iyi olacağına ait bir ümit varken bazen de yaşamından tamamen ümidini kesmesi söz konusu olabilir. Psikolojik yaşam her zaman keskin çizgilerle belirlenmez. Depresyonun ölçülmesinde en yaygın BECK skalası kullanılmaktadır. Somatik Persepsiyon Kendi Kendine Yeterlilik Memnuniyet Derecelendirmesi (Minnesota Multifazik Personalite Invertory- MMP) diğer psikolojik ölçüm yöntemlerinden biridir.

8. Yaşam Kalitesi Ölçekleri: Yaşam Kalitesi Ölçek (Quality of Life) Skorları "Doktorun Bugün Nasılsınız?" sorusunun sayısal cevabıdır. Bu ölçekler kişinin ruhsal ve bedensel sağlığı ile ilişkili yaşam kalitesi düzeyini belirlerler. Bu düzeyi belirlerken genel ve spesifik ölçeklerden yararlanılır.

9. Fonksiyonel Durum ve Günlük Yaşam Hareketlerinin Değerlendirilmesi: Günlük yaşam aktiviteleri 4 puan sistemli fonksiyonel sorgulama ile sınıflandırılması yapılarak derecelendirilir. Fonksiyonel durumun ortaya konulmasında birincil çalışma Rol Fonksiyonu' nu değerlendirmektir.

3.2.1 Görüntü İşleme Temelli Nörolojik Tedavi Cihazı

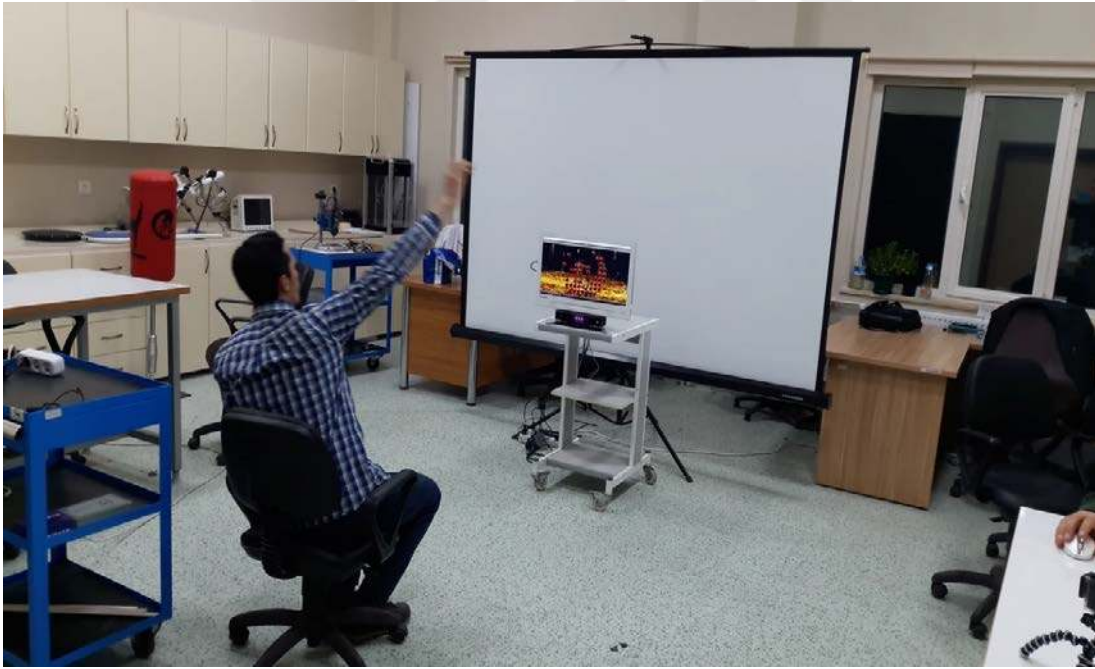
Nörolojik Rehabilitasyonda görüntü işleme temelli tedavi cihazı tasarımı ve gerçekleştirilmesi için kullanılacak sistemin genel blok diyagramı Şekil 3.7'da görülmektedir. Çalışma donanım ve yazılım olmak üzere iki temel bölümden oluşmaktadır. Çalışmanın donanım kısmı insan iskeletinin hareketlerini algılayabilen Kinect Sensörü, taşınabilir projeksiyon cihazı ve orta düzey bir bilgisayardan meydana gelmektedir. Yazılım kısmı C# programlama dili üzerine Unity3D oyun motoru, python programlama dili ile django altyapısından oluşmaktadır.



Şekil 3.7 Genel blok diyagramı.

4. BULGULAR

Şekil 4.1’de gerçekleştirilen görüntü işleme temelli nörolojik tedavi cihazı görülmektedir. Unity3D oyun motoru Lenovo 300-22ISU model hepsi bir arada bilgisayarda çalıştırılmıştır. Nörolojik rehabilitasyon oyununa ait ana menü ve alt menü görüntüleri EK-2’de verilmiştir. Sistem hafıza, alt ekstremité ve üst ekstremité bölümü olmak üç temel kısımdan oluşmaktadır. Her bir bölüm içerisinde ölçümleme, egzersiz ve raporlama bölümleri bulunmaktadır. Egzersiz bölümü hastanın bireysel gelişimi için tasarlanmış oyunlardan oluşurken ölçümleme kısmı fizik tedavi uzmanına kantitatif veriler sunabilecek şekilde tasarlanmıştır. Bu amaçla hastadan en fazla 30s içerisinde yapabileceği maksimum fleksiyon, ekstansiyon, abduksiyon ve adduksiyon hareketleri ölçülür. Bu hareketleri yapma süresi ve açı değerleri raporlama birimde kayıt edilerek web üzerinden uzmanla paylaşımı sağlanır.



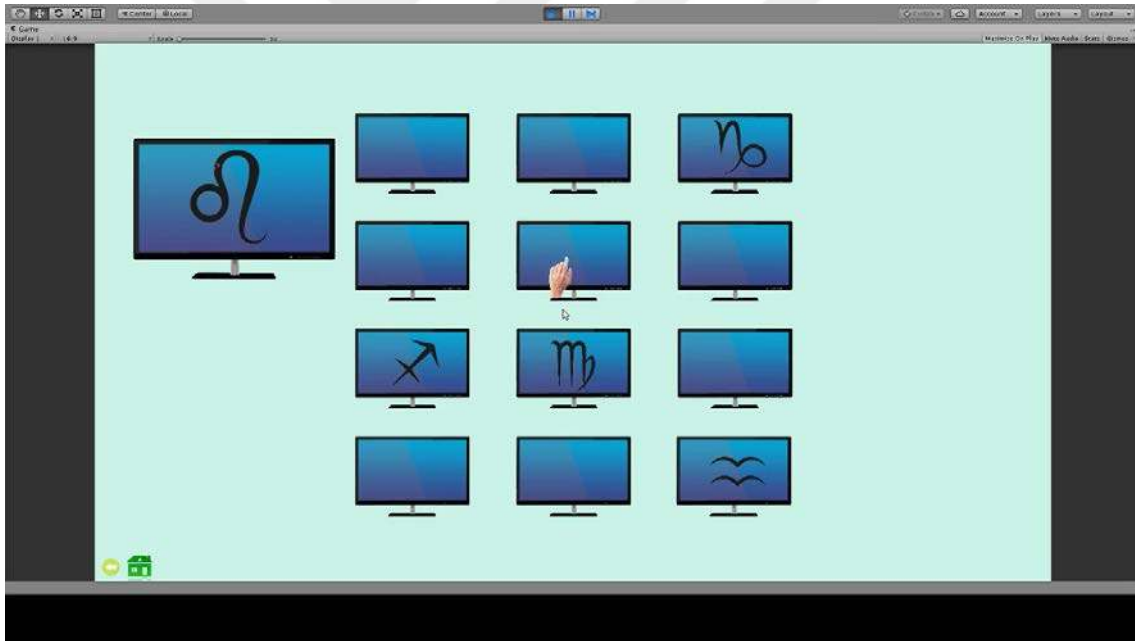
Şekil 4.1 Gerçekleştirilen Nörolojik Rehabilitasyon Tedavi Cihazı.

Çalışmanın etkinliği sağlıklı bireyler üzerinde laboratuvar ortamında test edilmiştir. Nörolojik tedavi amaçlı oyun görüntüleri Promacto marka Pro X10 model mikro projektör ile ayaklı sunu perdesine aktarılmıştır. Kinect sensörünün teknik özellikleri

değerlendirilerek hasta ile sensor arasındaki uzaklığın 1m 50cm ile 2m 50cm arasında olduğu tespit edilmiştir. Hafıza, alt ekstremité ve üst ekstremité için yapılan testler aşağıda detaylı olarak açıklanmıştır.

4.1 Hafıza Ölçümleme Sistemi

Hafıza ölçümleme sistemi hastanın kısa dönem zihinsel durumunu test etmektir. Test sırasında hastanın simgelerin gizli olduğu monitörleri doğru olarak seçmesi beklenmektedir (Şekil 4.2). Bütün simgelerin yerleri başlangıçta belirli bir süre hastaya gösterilir. Hasta doğru simgenin olduğu monitörü seçtiği zaman monitör açık kalarak bir sonraki simge ekrana verilir. Hasta bütün simgeleri bulana kadar açtığı her monitörün bilgisi (doğru ya da yanlış simge) kaydedilerek süre ile birlikte veri tabanına kaydedilir.



Şekil 4.2 Hafıza test modülü.

Veri tabanına kaydedilen veriler işlenerek fizik tedavi uzmanına rapor halinde internet üzerinden gönderilir. Böylece fizik tedavi uzmanının hastanın başarımına göre simgelerin ekranda görülme sürelerini ayarlaması sağlanmıştır. Bu sayede kısa dönem hafıza sıkıntısı yaşayan insanların sıkıntılarını aşmaları için fizik tedavi merkezlerine gitmeden uzaktan kontrol ve tedavisi mümkün kılınmıştır. Yapılan çalışmalar ile başlangıçta 10

saniye boyunca açık bırakılan kutularda ki hata oranının zamanla azalma gösterdiği görülmüştür.

4.2 Hafıza Egzersizi Sistemi

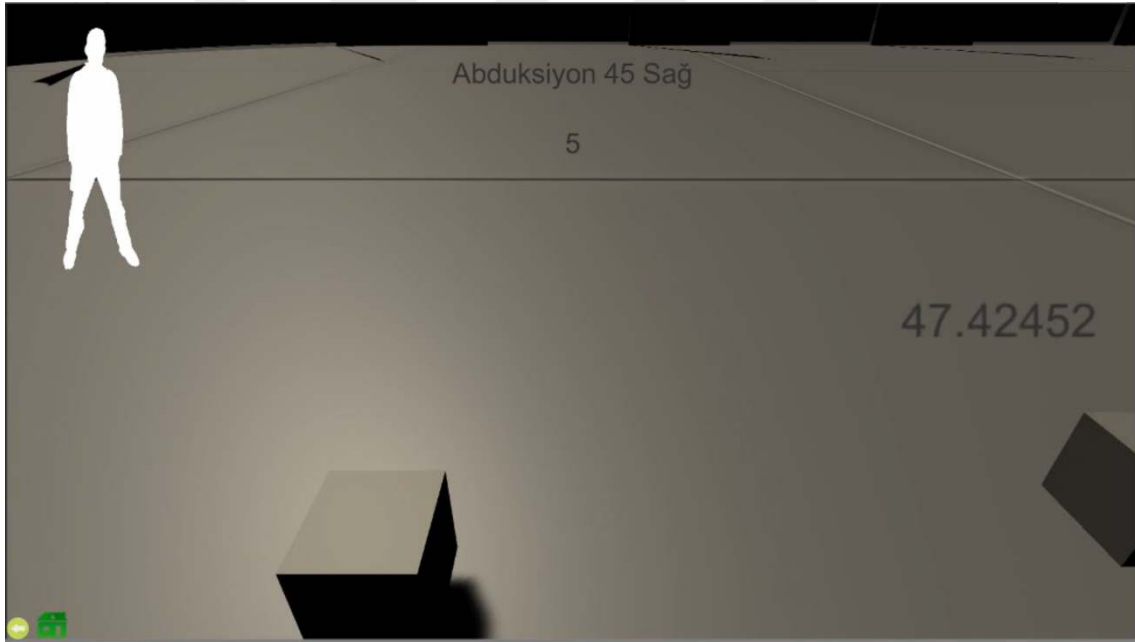
Hafıza egzersiz sistemi hastalara kısa dönem hafızalarını geliştirebilecekleri aşamalı sistemlerin oluşturulabileceği alternatif bir oyun ortamı sunmaktır (Şekil 4.3). Hafıza egzersiz sisteminin ilk seviyesinde bireye belirli 11 basamaklı bir numara gösterilerek bu numaralı sırayla doğru bir şekilde işaretlenmesi beklenmektedir. Seviyeler aşıldıkça sayıların bir kısmı belirli bir süre içinde ekrandan kaybolarak bireyin hafızası yardımı ile boşlukları doldurması beklenmektedir. Hafıza yetenekleri artıkça sayıların ekranda kalma süresi azaltılarak oyunun zorluk derecesi artırılabilir. Hafıza egzersiz sistemini bireylerin zihinsel durumunu geliştirmeye yardımcı bir rehabilitasyon aracı olarak geliştirilmiştir. Bu sayede hastalar kendi yaşam alanları içerisinde tedaviye devam edebilmektedir.



Şekil 4.3 Hafıza egzersiz modülü.

4.3 Alt Ekstremitte Ölçümleme Sistemi

Alt ekstremitte ölçümleme sistemi bireylerin kalça fleksiyon ve abduksiyon açıklıklarını tespit etmektir (Şekil 4.4). Sistemde bireye hem resim hem yazı yardımı ile görsel olarak yapması gereken hareket bildirilir. Bireyin gereken açıklığı yakalaması için 30s süre verilir. Birey 30s içerisinde bu açıklığı elde edemezse bireyin en son ulaştığı açıklık kaydedilerek bir sonraki aşamaya geçilir. Bu sistem sağ kalça abduksiyonu ve fleksiyonu ile sol kalça abduksiyon ve fleksiyonu olmak üzere 4 aşamadan oluşmaktadır. Her aşamada geçen süre ve açı bilgisi veri tabanına kaydedilir. Ölçülen açılar ile bireyin sağ - sol lateral arasındaki balansı ile interior -posterior arasındaki balansı kantitatif olarak belirlenmiştir. Veri tabanına kaydedilen bu bilgiler daha sonra raporlama sistemi sayesinde uzmana ulaştırılır.

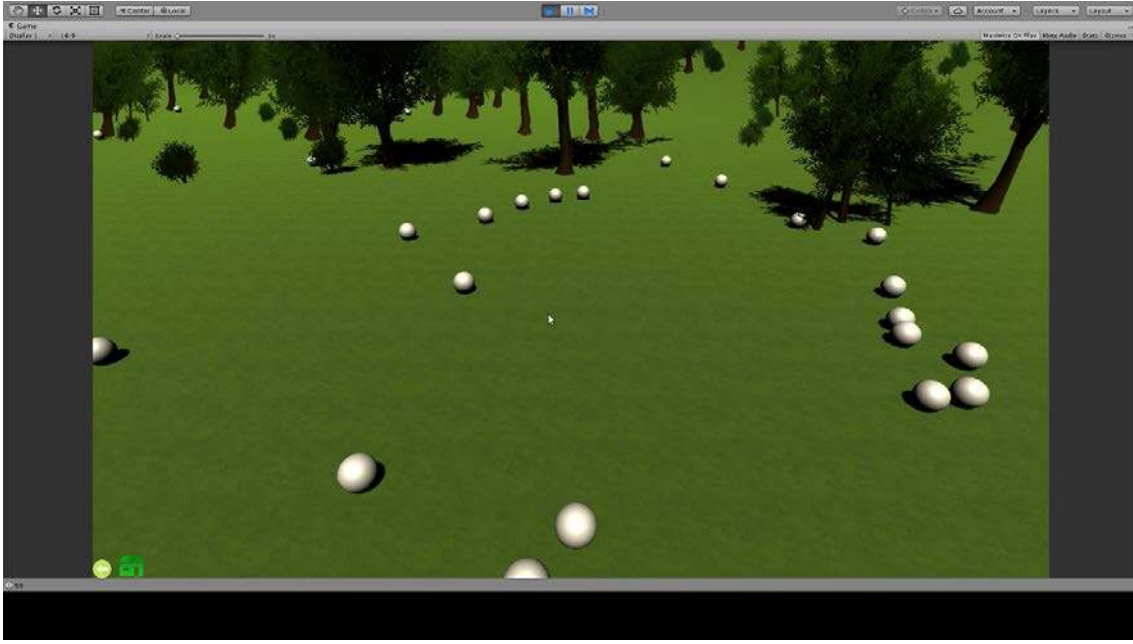


Şekil 4.4 Alt ekstremitte ölçümleme modülü.

4.4 Alt Ekstremitte Egzersiz Sistemi

Alt ekstremitte egzersiz sistemi hastanın kalça kasları geliştirmek ve takip sistemi ile birlikte keyifle vakit geçirebileceği oyun tabanlı egzersiz aracıdır. Bu sistemde bireyin etrafına nesneler yerleştirerek bu nesneleri ayakları yardımıyla belli bir uzaklığa

itmelerini beklenmektedir. (Şekil 4.5). Yapılan bu işlem sırasında Unity3d fizik motoru sayesinde uygulanan kuvvet tespit edilerek bireyin kas gücü hakkında bilgi edinilir. İlerleyen seviyelerde unity3d fizik motoru sayesinde nesnelerin ağırlıkları değiştirilerek oyunun zorluk derecesi artırılabilir. Egzersiz sistemini bireylerin alt ekstremitelerini geliştirmeye yardımcı bir rehabilitasyon aracı olarak geliştirilmiştir. Bu sayede hastalar kendi yaşam alanları içerisinde tedaviye devam edebilmektedir.



Şekil 4.5 Alt ekstremitte egzersiz modülü.

4.5 Üst Ekstremitte Ölçümleme Sistemi

Üst ekstremitte ölçümleme sistemi bireylerin omuz abdüksiyon ve addüksiyon açılarını tespit etmektir (Şekil 4.6). Sistemde bireye hem resim hem yazı yardımı ile görsel olarak yapması gereken hareket bildirilir.



Şekil 4.6 Üst ekstremité ölçümleme modülü.

Bireyin gereken açıklığı yakalaması için 30 saniye süre verilir. Birey 30 saniye içerisinde bu açıklığı elde edemezse bireyin en son ulaştığı açıklık kaydedilerek bir sonraki aşamaya geçilir. Bu sistem 0 derece abdüksiyon, 90 derece abdüksiyon, 180 derece abdüksiyon ve 75 derece addüksiyon olarak sağ ve sol omuz için 4 aşamadan oluşmaktadır. Her aşamada geçen süre ve açı bilgisi veri tabanına kaydedilir. Ölçülen açılar ile bireyin sağ- sol lateral arasındaki balansı ile interior -posterior arasındaki balansı kantitatif olarak belirlenmiştir. Veri tabanına kaydedilen bu bilgiler daha sonra raporlama sistemi sayesinde uzmana ulaştırılır.

4.6 Üst Ekstremité Egzersiz Sistemi

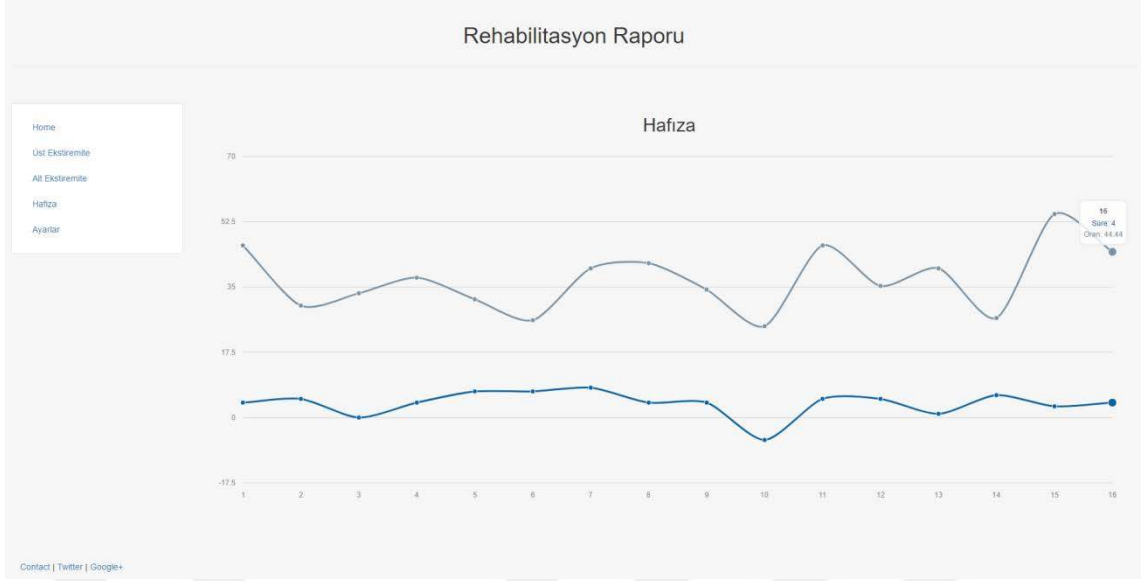
Üst ekstremité egzersiz sistemi (Şekil 4.7) bireyin omuz kaslarını çalıştırırken keyifli vakit geçirebileceği rehabilitasyon aracıdır. Bu sistemde sahnenin belli bölgelerine nesneler yerleştirilerek bireyin bu nesnelere eli ile dokunması istenmektedir. İlerleyen aşamalarda ise toplama işlemindeki nesnelerin rasgele çıkması ve bireyin tepki süresinin değerlendirmeye alınması, nesnelere farklı renkler vererek belirli renkteki nesnelere dokunulması istenerek oyunun zorluk derecesi artırılabilir. Egzersiz sistemini bireylerin üst ekstremitelerini geliştirmeye yardımcı bir rehabilitasyon aracı olarak geliştirilmiştir.



Şekil 4.7 Üst ekstremit e egzersiz sistemi.

4.7 Raporlama Sistemi

Raporlama sistemi, Django arka plan alt yapısı ve bootstrap görsel alt yapısı kullanılarak oluşturulmuş internet tabanlı bir sistemdir. Bu sistem amaç bakımından 2 ye ayrılmaktadır. Sistemin birinci amacı rehabilitasyon sistemlerinden gelen bilgiyi fizik tedavi uzmanına görsel bir şekilde iletmektir. İkinci amacı ise fizik tedavi uzmanının rehabilitasyon sistemi üzerindeki ayarlarda değişiklik yapmasını sağlamaktır. Hafıza sisteminin raporlanma aşamasında veri tabanındaki veriler okunarak her deneme için bireyin ne kadar süre de tamamladığı ve başarı oranını yüzde olarak hesaplayarak çizgi grafiğine döker (Şekil 4.8). Üst ve Alt ekstremit sistemlerinde ise her deneme için başarılmaya çalışılan açının adı ve açı değeri veri tabanından okunarak çizgi grafiği oluşturulur. Ayarlar bölümünde ise fizik tedavi uzmanının sistem üzerinde değişiklik yapmasına olanak sağlanır. Hafıza ayarlarında başlangıçta ekranda görülme süresi, üst ve alt ekstremit ayarlarında aşamaların geçiş süresi ve yeter açı değerinin belirlenmesine olanak sağlanmıştır.



Şekil 4.8 Örnek çizgi tablosu.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

İnme, Parkinson ve Serabral Palsi gibi nörolojik hastalık geçiren insanlar yürüme, konuşma ve kavrama gibi günlük hayattaki hareketleri yaparken zorluk çekmektedir. Bu insanların bu hareketleri yapamamalarının nedeni hastalığın sinir sistemine verdiği zarardır. Mekanik olarak bu hareketleri yapmada hiçbir engel olmamasına rağmen beyinden gönderilen sinyaller organlara yetirince iletilemediği için yürüme, konuşma ve kavrama gibi hareketleri yapmak zor hatta imkânsız hale gelmektedir. Tedavinin başarısı hastanın tedavi sırasında verilen hareketleri kendi yaşam alanı içerisinde de devam ettirebilmesine bağlıdır. Hızla gelişen sanal gerçeklik rehabilitasyon uzmanlarına ve araştırmacılar için gelecek vadetmektedir. Sanal gerçeklik sistemi donanım ve yazılımla birlikte gerçekçi bir ortam yaratarak insanlarla etkileşime geçmeyi sağlamaktadır.

Fizik tedavi ve rehabilitasyon sürecinin devamlılığı ne kadar önemli ise bu hasta gruplarının uzman tarafından takip edilmesi bir o kadar önemlidir. Hastaların gelişiminin izlenmesinde kullanılan kalitatif ölçeklerin yerini kantitatif ölçeklere bırakması kaçınılmazdır. Bu geçişi hızlandırmak için ölçek geliştiricilerin kullandıkları sensörü iyi seçmesi önemlidir. Hızlı kamera ve görüntü işleme teknikleriyle hareketlerin çok yüksek doğrulukla tespit edilebilmesi mümkün olmakla beraber takip için hastayı işaretlemek, ışık dengesinin iyi olması gibi etkenler yüzünden laboratuvar dışında kullanımı oldukça zordur. Son yıllarda hareket algılamada kullanılan kinect çoklu sensor ve makina öğrenme algoritmaları ile hızlı kameralara göre daha az veri kümesi ile her ortamda çok daha iyi sonuç vermektedir. Bu çalışmada, kinect hareket algılayıcısından elde edilen verilere dayalı 2D ve 3D oyunlar tasarlanarak hastaların kendi yaşam alanları içerisinde süre kısıtlaması olmaksızın tedavilerine devam etmelerine olanak sağlayan nörolojik rehabilitasyon sistemi geliştirilmiştir. Elde edilen indeks skorlarının depolanması ve internet üzerinden fizik tedavi uzmanına iletilmesi ile fizik tedavi uzmanının tedavi sürecini kontrol altında tutması sağlanmıştır. Raporlama, rehabilitasyon sürecinin başarılı veya başarısız olduğu bölümleri gösterebilmesi açısından önemlidir. Rehabilitasyon hastalarının uzun süren tedavi süreçlerini evlerinde tamamlayabilmeleri için hareket kabiliyetlerinin sürekli gözlem altında tutulup bilgilerin fizik tedavi uzmanına düzenli iletilmelidir. En az raporlama kadar önemli olan bir başka husus ise geliştirilen sistemin

hastayı kendisini zorlamaya sevk edecek psikolojik etkiyi sağlamasıdır. Günümüzdeki rehabilitasyon hastalarının çoğu video oyunları ile ya geç tanışmış ya da hiç tanışmamıştır. Bu sebepten dolayı oyunlar ile tedavi, gelecek nesillerde çok daha etkin rol oynayacaktır. Çünkü gelecek nesillerin video oyunları ile daha fazla etkileşimi olduğundan rehabilitasyon için geliştirilen oyunları benimsemeleri çok daha kolay olacaktır. Sonuç olarak yapılan bu çalışma ile hastanın fizik tedavi ve rehabilitasyona kendi yaşam alanlarında devam edebilecekleri ve tedavi sürecinin FTR uzmanları tarafından takip edilebildiği düşük maliyetli bir sistem gerçekleştirilmiştir. Bu sistem SGK'nın masraflarını azaltmakla birlikte hastaların tedavi sürecini daha sağlıklı yürütebilmesine olanak sağlayacaktır.



6. KAYNAKLAR

- Alderson, A. L. and Novack, T. A. (2002). Measuring recovery of orientation during acute rehabilitation for traumatic brain injury: Value and expectations of recovery. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, **17**(3), 210-219.
- Barthel, L. (1965). Functional evaluation: the Barthel index. *Md State Med J*, 14, 61-65.
- Biddiss, E. (2012). Should we integrate video games into home-based rehabilitation therapies for cerebral palsy? *Future Neurology*, **7**(5), 515-518.
- Brooks, N. (1992). Psychosocial assessment after traumatic brain injury. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine. Supplement* **26**, 126-131.
- Collen, F. M., Wade, D. T. and Bradshaw, C. M. (1990). Mobility after stroke: reliability of measures of impairment and disability. *International Disability Studies*, **12**(1), 6-9.
- Curran, V. R. and Fleet, L. (2005). A review of evaluation outcomes of web-based continuing medical education. *Medical Education*, **39**(6), 561-567.
- David, I., Poissant, L. and Rochette, A. (2012). Clinicians' expectations of Web 2.0 as a mechanism for knowledge transfer of stroke best practices. *Journal of Medical Internet Research*, **14**(5).
- Deutsch, J. E., Borbely, M., Filler, J., Huhn, K. and Guarrera-Bowlby, P. (2008). Use of a low-cost, commercially available gaming console (Wii) for rehabilitation of an adolescent with cerebral palsy. *Physical Therapy*, **88**(10), 1196-1207.
- Deutsch, J. E., Brettler, A., Smith, C., Welsh, J., John, R., Guarrera-Bowlby, P. and Kafri, M. (2011). Nintendo wii sports and wii fit game analysis, validation, and application to stroke rehabilitation. *Topics in Stroke Rehabilitation*, **18**(6), 701-719.
- Dick, J. P., Guiloff, R. J., Stewart, A., Blackstock, J., Bielawska, C., Paul, E. A. and Marsden, C. D. (1984). Mini-mental state examination in neurological patients. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, **47**(5), 496-499.

- Duncan, P. W., Zorowitz, R., Bates, B., Choi, J. Y., Glasberg, J. J., Graham, G. D. and Reker, D. (2005). Management of adult stroke rehabilitation care. *Stroke*, **36**(9), e100-e143.
- Folstein, M. F., Folstein, S. E. and McHugh, P. R. (1975). "Mini-mental state": a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, **12**(3), 189-198.
- Franceschini, M., Di Clemente, B., Rampello, A., Nora, M. and Spizzichino, L. (2003). Longitudinal outcome 6 years after spinal cord injury. *Spinal Cord*, **41**(5), 280.
- Fugl-Meyer, A. R. (1980). Post-stroke hemiplegia assessment of physical properties. *Scand J Rehabil Med Suppl*, **7**, 85-93.
- Fung, V., Ho, A., Shaffer, J., Chung, E. and Gomez, M. (2012). Use of Nintendo Wii Fit™ in the rehabilitation of outpatients following total knee replacement: a preliminary randomised controlled trial. *Physiotherapy*, **98**(3), 183-188.
- Göksoy, T. (2009). *Nörolojik Rehabilitasyon - Sinir Sistemi Hastalıklarında Tanı Tedavi ve Rehabilitasyon*. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri.
- Greenberg, J. P. and Good, D. J. (1998). Functional assessment in neurologic disability. *Principles of Neurologic Rehabilitation*. New York: McGraw Hill, 7-27.
- Greenspan, R. J. (2007). An Introduction to Nervous Systems. *Cold Spring Harbor Laboratory Pres, Woodbury*.
- Grimshaw, J. M., Eccles, M. P., Lavis, J. N., Hill, S. J. and Squires, J. E. (2012). Knowledge translation of research findings. *Implementation Science*, **7**(1), 50.
- Grimshaw, J. M., Eccles, M. P., Walker, A. E. and Thomas, R. E. (2002). Changing physicians' behavior: what works and thoughts on getting more things to work. *Journal of Continuing Education in the Health Professions*, **22**(4), 237-243.
- Gutiérrez, R. O., Galán del Río, F., Cano de la Cuerda, R., Diego, A., Isabel, M., González, R. A. and Page, J. C. (2013). A telerehabilitation program by virtual reality-video games improves balance and postural control in multiple sclerosis patients. *NeuroRehabilitation*, **33**(4), 545-554.

- Herrmann, N., Black, S. E., Lawrence, J., Szekely, C. and Szalai, J. P. (1998). The sunnybrook stroke study. *Stroke*, **29**(3), 618-624.
- Ilg, W., Schatton, C., Schicks, J., Giese, M. A., Schöls, L. and Synofzik, M. (2012). Video game-based coordinative training improves ataxia in children with degenerative ataxia. *Neurology*, **79**(20), 2056-2060.
- Johnson, L., Burridge, J. H. and Demain, S. H. (2013). Internal and external focus of attention during gait re-education: an observational study of physical therapist practice in stroke rehabilitation. *Physical Therapy*, **93**(7), 957-966.
- Karabudak, R. (2006). MS ile yaşamak. *Ankara: Aşina Kitaplar*, 11-34.
- Keith, R. A. (1987). The functional independence measure: a new tool for rehabilitation. *Adv Clin Rehabil*, **1**, 6-18.
- Kirshblum, S. C., Burns, S. P., Biering-Sorensen, F., Donovan, W., Graves, D. E., Jha, A. and Schmidt-Read, M. (2011). International standards for neurological classification of spinal cord injury (revised 2011). *The Journal of Spinal Cord Medicine*, **34**(6), 535-546.
- Kurtzke, J. F. (1983). Rating neurologic impairment in multiple sclerosis an expanded disability status scale (EDSS). *Neurology*, **33**(11), 1444-1444.
- Küçükdeveci, A. A., Kutlay, S., Elhan, A. H. ve Tennant, A. (2005). Preliminary study to evaluate the validity of the mini-mental state examination in a normal population in Turkey. *International Journal of Rehabilitation Research*, **28**(1), 77-79.
- Laver, K., George, S., Thomas, S., Deutsch, J. E. and Crotty, M. (2012). Virtual reality for stroke rehabilitation. *Stroke*, **43**(2), e20-e21.
- Laver, K., Ratcliffe, J., George, S., Burgess, L. and Crotty, M. (2011). Is the Nintendo Wii Fit really acceptable to older people?: a discrete choice experiment. *BMC Geriatrics*, **11**(1), 64.
- Levac, D. E. and Miller, P. A. (2013). Integrating virtual reality video games into practice: Clinicians' experiences. *Physiotherapy Theory and Practice*, **29**(7), 504-512.

- Levin, H. S., O'donnell, V. M. and Grossman, R. G. (1979). The Galveston Orientation and Amnesia Test: A Practical Scale to Assess Cognition after Head Injury. *The Journal of Nervous and Mental Disease*, **167(11)**, 675-684.
- Luna-Oliva, L., Ortiz-Gutiérrez, R., Cano-de la Cuerda, R., Piédrola, R. M., Alguacil-Diego, I. M. and Sánchez-Camarero, C. (2013). Evaluation of the use of a virtual reality video-game system as a supplement for rehabilitation of children with cerebral palsy. *Converging Clinical and Engineering Research on Neurorehabilitation* (s. 873-877). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Martin, R., McFarland, H. F. and Boggs, J. M. (1995). Immunological aspects of experimental allergic encephalomyelitis and multiple sclerosis. *Critical Reviews in Clinical Laboratory Sciences*, **32(2)**, 121-182.
- Maynard, F. M., Bracken, M. B., Creasey, G. J., Ditunno, J. F., Donovan, W. H., Ducker, T. B. and Waters, R. L. (1997). International standards for neurological and functional classification of spinal cord injury. *Spinal Cord*, **35(5)**, 266-274.
- Mayo, N. E., Wood-Dauphinee, S., Côté, R., Gayton, D., Carlton, J., Buttery, J. and Tamblyn, R. (2000). There's no place like home. *Stroke*, **31(5)**, 1016-1023.
- Miller, R. G., Gelinas, D. and O'Connor, P. (2004). Amyotrophic lateral sclerosis. *Demos Medical Publishing*.
- Molnar, G. E., Molnar, M. and Alexander, M. A. (1999). Cerebral Palsy. *Pediatric Rehabilitation* (s. 193-219). Philadelphia: Hanley and Belfus.
- Pandyan, A. D., Johnson, G. R., Price, C. I., Curless, R. H., Barnes, M. P. and H, R. (1999). A review of the properties and limitations of the Ashworth and modified Ashworth Scales as measures of spasticity. *Clinical Rehabilitation*, 373-383.
- Paolucci, S., Grasso, M. G., Antonucci, G., Bragoni, M., Troisi, E., Morelli, D. and Rizzi, F. (2001). Mobility status after inpatient stroke rehabilitation: 1-year follow-up and prognostic factors. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, **82(1)**, 2-8.

- Pedraza-Hueso, M., Martín-Calzón, S., Díaz-Pernas, F. J. and Martínez-Zarzuela, M. (2015). Rehabilitation using kinect-based games and virtual reality. *Procedia Computer Science*, **75**, 161-168.
- Ponsford, J., Facem, P. C., Willmott, C., Rothwell, A., Kelly, A. M., Nelms, R. and Ng, K. T. (2004). Use of the Westmead PTA scale to monitor recovery of memory after mild head injury. *Brain Injury*, **18(6)**, 603-614.
- Rajaratnam, B. S., Gui KaiEn, J., Lee Jialin, K., SweeSin, K., Sim FenRu, S., Enting, L. and Teo SiaoTing, S. (2013). Does the inclusion of virtual reality games within conventional rehabilitation enhance balance retraining after a recent episode of stroke? *Rehabilitation Research and Practice*, **13(6)**, 49-56.
- Saka Topçuoğlu, E., Selekler, K. (1998). Alzheimer hastalığı. *Geriatri*, 63-67.
- Salter, K., Jutai, J. W., Teasell, R., Foley, N. C., Bitensky, J. and Bayley, M. (2005). Issues for selection of outcome measures in stroke rehabilitation: ICF Participation. *Disability and Rehabilitation*, **27(9)**, 507-528.
- Schrag, A., Dodel, R., Spottke, A., Bornschein, B., Siebert, U. and Quinn, N. P. (2007). Rate of clinical progression in Parkinson's disease. A prospective study. *Movement Disorders*, **22(7)**, 938-945.
- Sin, H. and Lee, G. (2013). Additional virtual reality training using Xbox Kinect in stroke survivors with hemiplegia. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation*, **92(10)**, 871-880.
- Sveen, U., Bautz-Holter, E., Sodrings, K. M., Wyller, T. B. and Laake, K. (1999). Association between impairments, self-care ability and social activities 1 year after stroke. *Disability and Rehabilitation*. **21(8)**, 372-379
- Teasdale, G. and Jennett, B. (1974). Assessment of coma and impaired consciousness: a practical scale. *The Lancet*, **304(7872)**, 81-84.
- Vernadakis, N., Derri, V., Tsitskari, E. and Antoniou, P. (2014). The effect of Xbox Kinect intervention on balance ability for previously injured young competitive male athletes: a preliminary study. *Physical Therapy in Sport*, **15(3)**, 148-155.

- Wade, D. T. (1992). Measurement in neurological rehabilitation. *Current Opinion in Neurology*, **5**(5), 682-686.
- Weiner, W. J., Shulman, L. M. and Lang, A. E. (2006). Parkinson's disease: A complete guide for patients and families. *The Johns Hopkins University Press, Baltimore*.
- Whyte, J. (1998). Rehabilitation of the patient with traumatic brain injury. *Rehabilitation Medicine, Principles and Practice*, 1191-1240.
- Xu, X. and McGorry, R. W. (2015). The validity of the first and second generation Microsoft Kinect™ for identifying joint center locations during static postures. *Applied Ergonomics*, **49**, 47-54.
- Zidarov, D., Thomas, A. and Poissant, L. (2013). Knowledge translation in physical therapy: from theory to practice. *Disability and Rehabilitation*, **35**(18), 1571-1577.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : İsmail SARI
Doğum Yeri ve Tarihi : Fatih 22.07.1987
Yabancı Dili : İngilizce
İletişim (Telefon/e-posta) : +905061199201/ismailsari3461@gmail.com

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Önlisans :Sakarya Üniversitesi, Bilgisayar Teknolojisi ve Programlama Bölümü (2007-2010)
Lisans :Afyon Kocatepe Üniversitesi, İstatistik Bölümü, (2011-2014)
Lisans :İstanbul Kemerburgaz Üniversitesi, Bilgisayar Mühendisliği Bölümü, (2016-Devam Ediyor)
Yüksek Lisans :Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Biyomedikal Mühendisliği Anabilim Dalı, (2015-2017)
Yayınları (SCI ve diğer) :Doğan H., Erdoğan S., Sarı I., Metot Karşılaştırma Çalışmalarında Kullanılan Tip 2 Regresyon Yöntemlerinin Karşılaştırılması

Fidan, U., Sarı, I., & Kumrular, R. K. Cilt Lezyonlarının YSA ile Sınıflandırılması Classification of Skin Lesions using ANN.

EKLER

EK 1. Rehabilitasyonda kullanılan ölçekler

Barthel Günlük Yaşam Aktiviteleri İndeksi

GYA	Bağımlı	Yardım	Sınırlı yardım	Bağımsız
Beslenme	0 Tamamen bağımlıdır.	5 Bir miktar yardıma iht. duyar (et kesme vb işlerde)		10 Tam bağımsız. Yemek yemek için gerekli aletleri kullanır
Yatak/ koltuk transferi	0 Tamamen bağımlıdır.	5 Tek başına yataktan oturma pozisyonuna geçebilir ama geçiş için max yardım gereklidir.	10 Geçişte min yardım alır veya yapacağı işlerin sırası hatırlanabilir.	15 Tam bağımsız. Tekerlekli sandalye kullanıyorsa frenleri ve ayak dayanaklarını kendisi kullanır
Kendine bakım	0 Tamamen bağımlıdır.			5 Elini yüzünü yıkayabilir, dişlerini fırçalayabilir, traş olabilir, makyaj yapabilir.
Klozete oturup kalkma	0 Tamamen bağımlıdır.	5 Elbiselerini giyip çıkarmak, tuvalet kağıdını kullanmak için bir miktar yardım ister.		10 Duvardan veya bardan destek alabilir ve tuvalet kağıdını yardımsız kullanabilir.
Banyo yapma	0 Tamamen bağımlıdır.	-	-	5 Hasta yardımsız olarak küvette yıkanabilir, duş alabilir veya keselenebilir.
Düz yüzeyde yürüme/ tekerlekli iskemle kull.	0 Tamamen bağımlıdır.	5 Yürüyemez ama tekerlekli sandalyeyi en az 40-50 m kullanabilir. Köşeleri dönebilir, yatağa tuvalete yanaşabilir.	10 Hasta yandakileri yapmak için yardıma veya gözetime ihtiyaç duyar. Fakat 40-50 m yardımla yürüyebilir.	15 Hasta yardımsız 40-50 metre yürüyebilir. Breys, baston, koltuk değneği, yürüteç kullanabilir. Breys kullanıyorsa kilitleyip açabilir, oturup kalkabilir, mekanik destekleri yardımsız kullanabilir.
Merdiven inip çıkma	0 Tamamen bağımlıdır.	5 Hasta yukarıdaki işleri yapabilmek için yardıma veya gözetime ihtiyaç duyar.	-	10 Yardımsız ve gözetilmeksizin merdivenlerden inip çıkabilir. Gerekirse trabzanlara tutunabilir. Baston veya koltuk değneği kullanabilir. Merdiven inip çıkarken baston/koltuk değneğini taşıyabilmelidir.
Giynip soyunma	0 Tamamen bağımlıdır.	5 Bu işler için yardıma iht. duyar. İşin en az yarısını kendi yapabilmeli ve uygun sürede tamamlamalıdır	-	10 Hasta giyinip soyunabilir. Ayakkabı bağlarını çözebilir, bağlayabilir; kemerini bağlayabilir.
Barsak kontrolü	0 Inkontinan	5 Bazen (<1/hafta) altına kaçırabilir veya suppozituar koymak /lavman yapmak için yardıma iht. duyar.	-	10 Inkontinans yok, suppozituar kullanabilir veya gerekirse lavman yapabilir.
Mesane kontrolü	0 Inkontinan	5 Bazen (<1/ gün) tuvalete yetişemez/sürgüyü bekleyemez altına kaçırır ya da yardımcı araç kullanmak için yardıma ihtiyaç duyar.	-	10 Gece ve gündüz mesanesini kontrol edebilir. Gereğinde kateter bakımını bağımsız yapabilir

EK 1 (devam). Rehabilitasyonda kullanılan ölçekler

KATZ GÜNLÜK YASAM AKTİVİTELERİ ÖLÇEĞİ

Temizlik	• Evimi temizlerken v.b temizlik isleri yapamıyorum • Evimi temizlerken v.b temizlik isleri yardım alarak yapıyorum • Evimi temizlerken v.b temizlik isleri yardımsız yapabiliyorum	Bağımlı () Kısmen bağımlı () Bağımsız ()
Alış Veriş	• Mağazaya gitme, eşyaları taşıma, merdivenleri çıkma v.b. yapamıyorum • Mağazaya gitme, eşyaları taşıma, merdivenleri çıkma v.b. yaparken yardım alıyorum • Mağazaya gitme, eşyaları taşıma, merdivenleri çıkma v.b. yapabiliyorum	Bağımlı () Kısmen bağımlı () Bağımsız ()
Ulaşım	• Toplu taşıtlara ait duraklara gidemiyorum, otobüs, tren, dolmuş v.b. binemiyorum • Toplu taşıtlara ait duraklara giderken yardım alıyorum, otobüs, tren, dolmuş v.b. binerken yardım alıyorum • Toplu taşıtlara ait duraklara gidebiliyorum, otobüs, tren, dolmuş v.b. binebiliyorum	Bağımlı () Kısmen bağımlı () Bağımsız ()
Yemek hazırlama	• Mutfığa gidip kendi yemeğimi hazırlayamıyorum • Mutfığa gidip kendi yemeğimi hazırlarken yardım alıyorum • Mutfığa gidip kendi yemeğimi hazırlayabiliyorum	Bağımlı () Kısmen bağımlı () Bağımsız ()
Yıkama	• Kendi basıma yıkanamıyorum • Yıkılırken yardım alıyorum • Kendi basıma yıkanabiliyorum	Bağımlı () Kısmen bağımlı () Bağımsız ()
Giyinme	• Kendi basıma giyinemiyorum • Giyinirken yardım alıyorum • Kendi basıma giyinebiliyorum	Bağımlı () Kısmen bağımlı () Bağımsız ()
Tuvalet ihtiyacı	• Tuvalet ihtiyacımı karşılayamıyorum • Tuvalet ihtiyacımı karşılarken yardım alıyorum • Tuvalet ihtiyacımı karşılayabiliyorum	Bağımlı () Kısmen bağımlı () Bağımsız ()
Transfer	• Yatağa girip çıkmak, sandalyeye oturmak v.b. işlevleri yapamıyorum • Yatağa girip çıkmak, sandalyeye oturmak v.b. işlevleri yaparken yardım alıyorum • Yatağa girip çıkmak, sandalyeye oturmak v.b. işlevleri yapabiliyorum	Bağımlı () Kısmen bağımlı () Bağımsız ()
Kontinans	• Mesane ve barsak boşaltımını kontrol edemiyorum • Mesane ve barsak boşaltımını kontrol edebilmek için araç v.b yardım alıyorum • Mesane ve barsak boşaltımını kontrol edebiliyorum	Bağımlı () Kısmen bağımlı () Bağımsız ()
Beslenme	• Yemeğimi kendi basıma yiyemiyorum • Yemeğimi yerken yardım alıyorum • Yemeğimi kendi basıma yiyebiliyorum	Bağımlı () Kısmen bağımlı () Bağımsız ()

EK 1 (devam). Rehabilitasyonda kullanılan ölçekler

FONKSİYONEL BAĞIMSIZLIK ÖLÇEĞİ (FİM)					
DÜZEYLER	7	Tam Bağımsız - Hiçbir yardıma gerek duymadan belirli bir aktiviteyi gereken zamanda, cihazsız olarak ve emniyetli şekilde yapar	YARDIMCI YOK		
	6	Modifiye bağımsız - Bir aktiviteyi yardımcı bir cihaz yada uzun sürede modifikasyona gerek duyarak emniyetsiz bir şekilde yapar			
	Modifiye Bağımlılık		YARDIMCI VAR		
	5	Gözetim - Fiziksel yardım almadan sözel yardım ile aktiviteyi tamamlar (% 100)			
	4	Minimal yardım - Hafif bir fiziksel temas dışında yardıma ihtiyacı yoktur. Aktivite için gereken eforun en az % 75'ini harcar			
	3	Orta derecede yardım - Aktivite için gerekli eforun % 50 – 75'ini harcar			
	Tam bağımlılık				
2	Maksimal yardım - Gereken eforun % 25 – 50'sini harcar				
1	Tam yardım - Gereken eforun % 0 – 25'ini harcar				
		YATIŞ (.....)	ÇIKIŞ (.....)	İZLEM (.....)	
Kendine Bakım	A	Beslenme			
	B	Kendine çeki düzen verme			
	C	Banyo yapma			
	D	Giyinme – vücut üst kısmı			
	E	Giyinme – vücut alt kısmı			
	F	Tuvalet kullanımı			
Sinekler Kontrolü	G	Mesane kontrolü			
	H	Barsak kontrolü			
Transferler	I	Yatak, sandalye, tekerlekli sandalye			
	J	Tuvalet			
	K	Küvet, duş			
Hareket	L	Yürüme / Tekerlekli sandalye	☐	☐	☐
	M	Merdiven			
MOTOR SKOR ALT TOPLAMI					
İletişim	N	Anlama A:İşitsel V:Görsel B:Her ikisi	☐	☐	☐
	O	İfade etme V: Sesli C: Sessiz B:Her ikisi	☐	☐	☐
Sosyal Algı	P	Sosyal etkileşim			
	Q	Problem çözme			
	R	Bellek			
KOGNİTİF SKOR ALT TOPLAMI					
TOTAL FİM SKORU					

Not: Boşluk bırakmayınız. Hasta risk nedeniyle test edilemiyorsa 1 puan olarak skorlayınız.

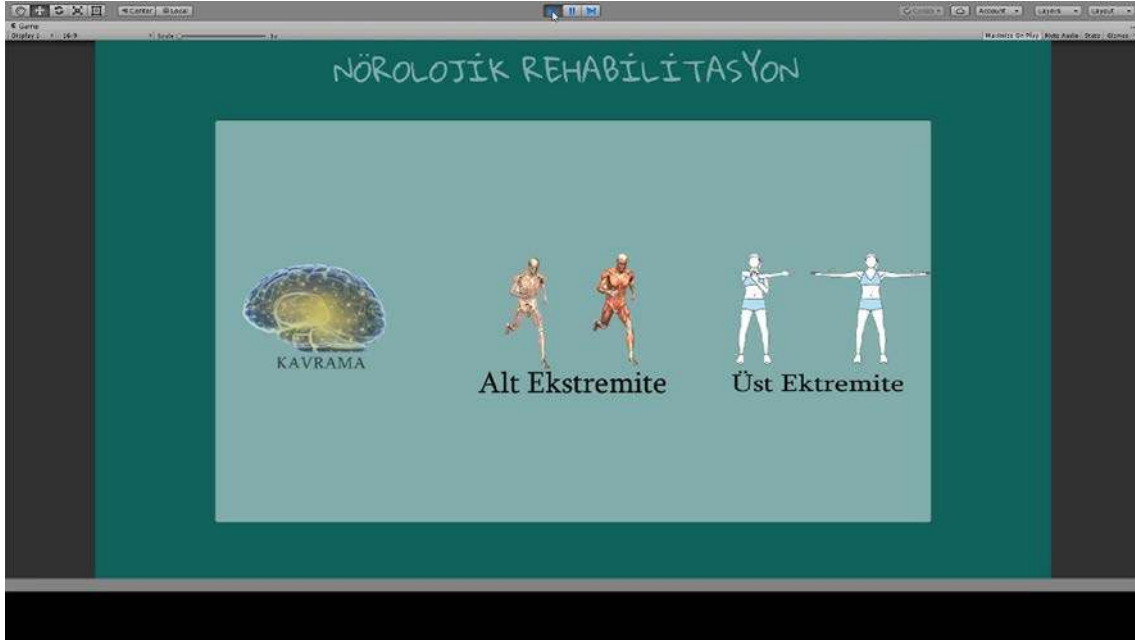
* Bu form 1. Tıbbi Rehabilitasyon Sempozyumu, Kurs Düzenleme Kurulu tarafından hazırlanmıştır. Ankara 2006

Rankin Dizabilite Skalası

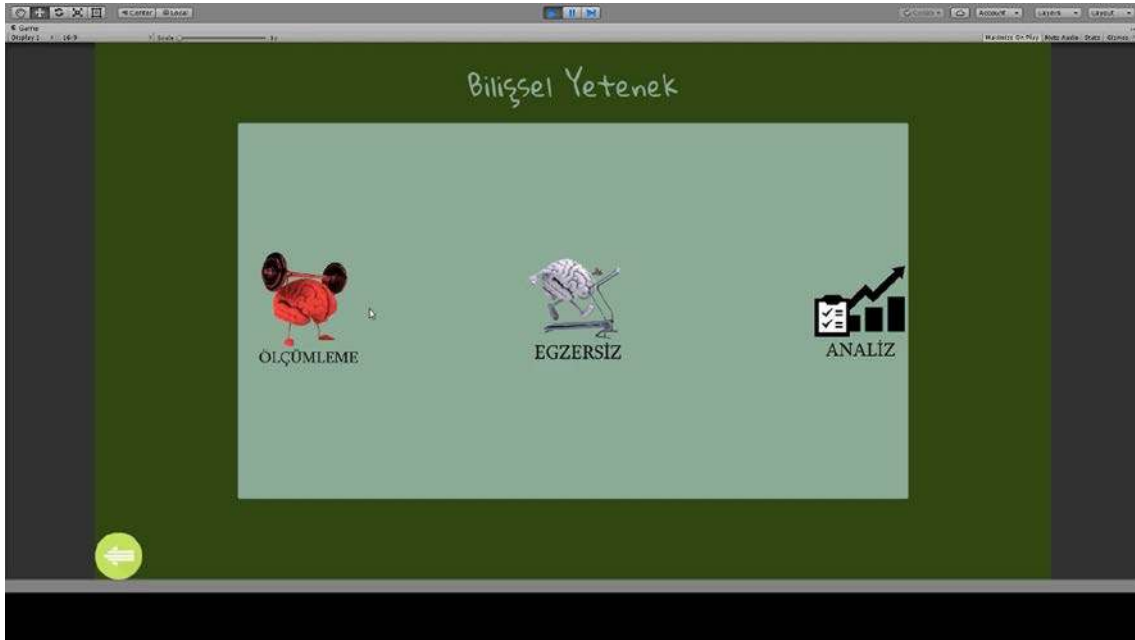


Skor	Bulgular
0	Hiç semptom yok
1	Belirgin defisit yok; semptomlara rağmen hasta günlük aktivitelerini ve görevlerini yerine getirebiliyor
2	Hafif defisit; geçmişte yaptığı bütün aktiviteleri yapamıyor ama yardım olmaksızın kendi işlerini yapabiliyor
3	Orta derecede defisit; kısmen yardıma ihtiyacı var, ama kendi başına yarımsız yürüyebiliyor
4	Ağır defisit; yarımsız yürüyemiyor ve yarımsız bedensel ihtiyaçlarını karşılayamıyor
5	Çok ağır defisit; yatağa bağımlı, inkontinan ve sürekli hemşire bakımına muhtaç
6	Ölüm

EK 2. Nerolojik Rehabilitasyon Oyun Programı Ana Ekranlar

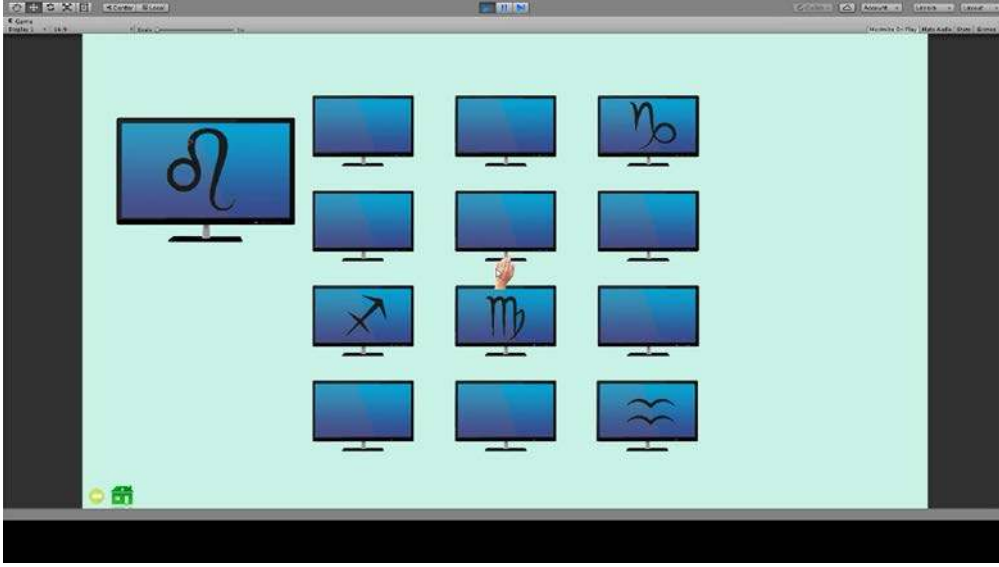


Ana Giriş Ekranı



Bilişsel Yetenek Alt Ekranı

EK 2 (devam). Nerolojik Rehabilitasyon Oyun Programı Ana Ekranlar

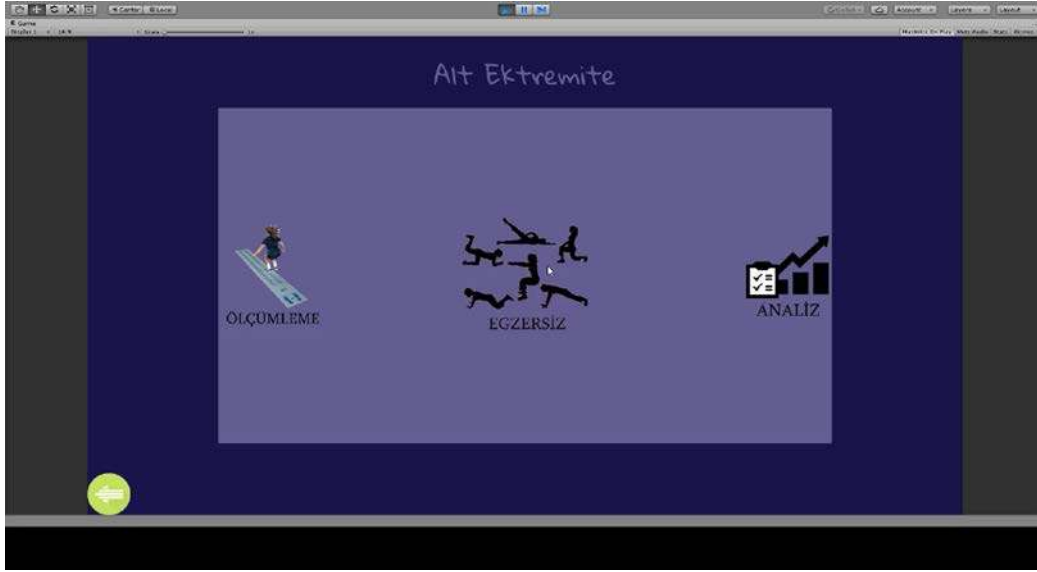


Hafıza Ölçümleme Oyunu

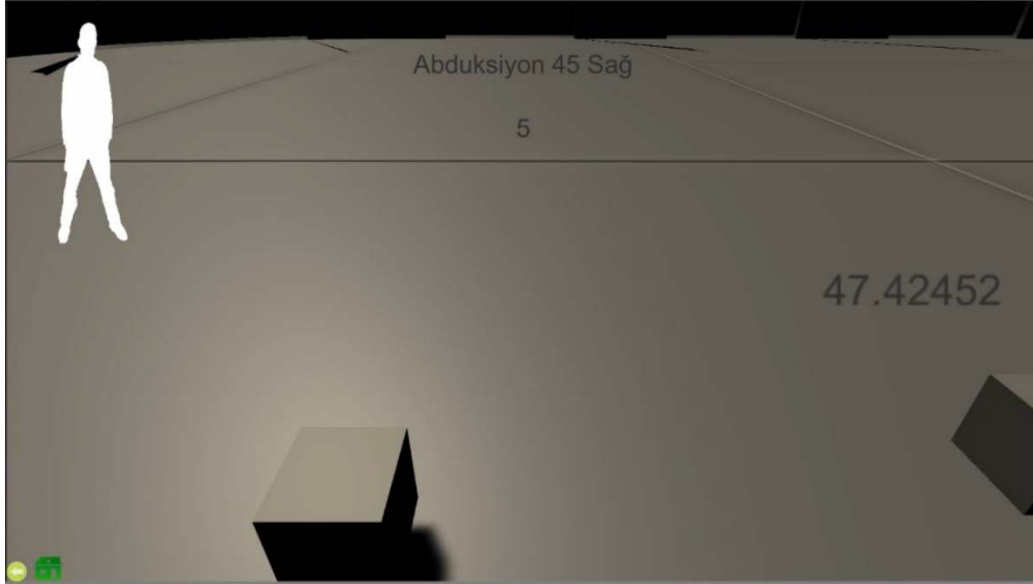


Hafıza Egzersiz Oyunu

EK 2 (devam). Nerolojik Rehabilitasyon Oyun Programı Ana Ekranlar

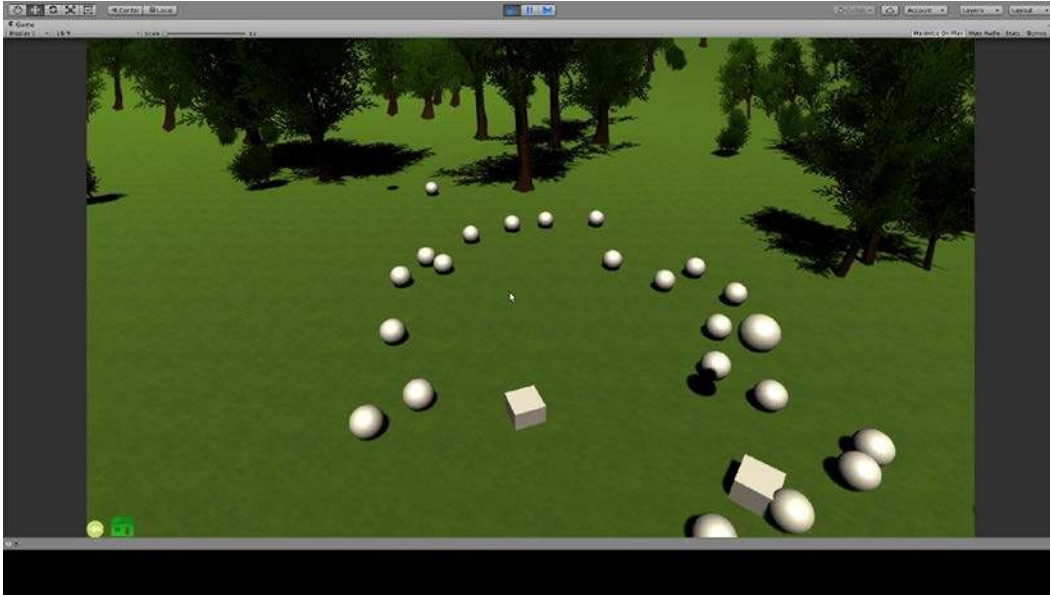


Alt Ekstremité Alt Ekranı



Alt Ekstremité Ölçümleme Oyunu

EK 2 (devam). Nörolojik Rehabilitasyon Oyun Programı Ana Ekranlar

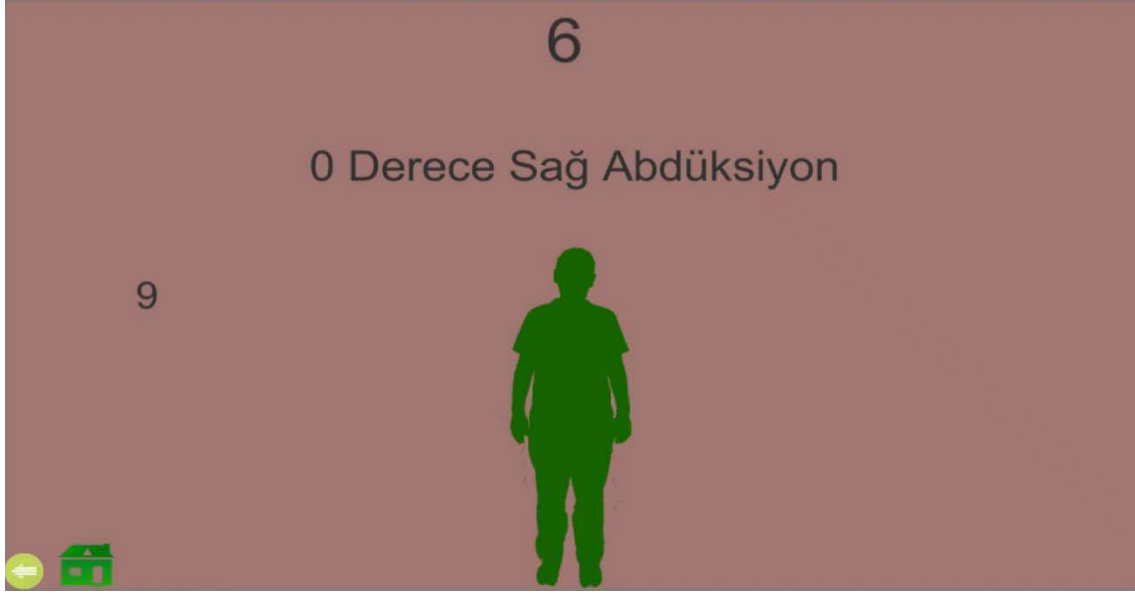


Alt Ekstremité Egzersiz Oyunu

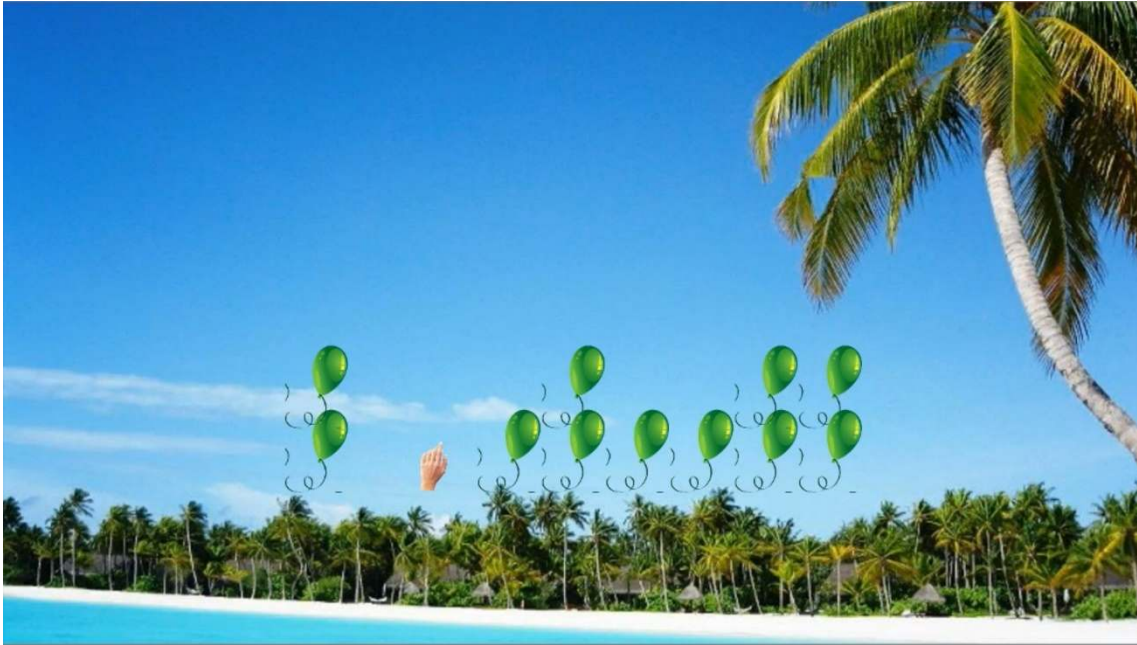


Üst Ekstremité Alt Ekranı

EK 2 (devam). Nerolojik Rehabilitasyon Oyun Programı Ana Ekranlar



Üst Ekstremité Ölçümleme Oyunu

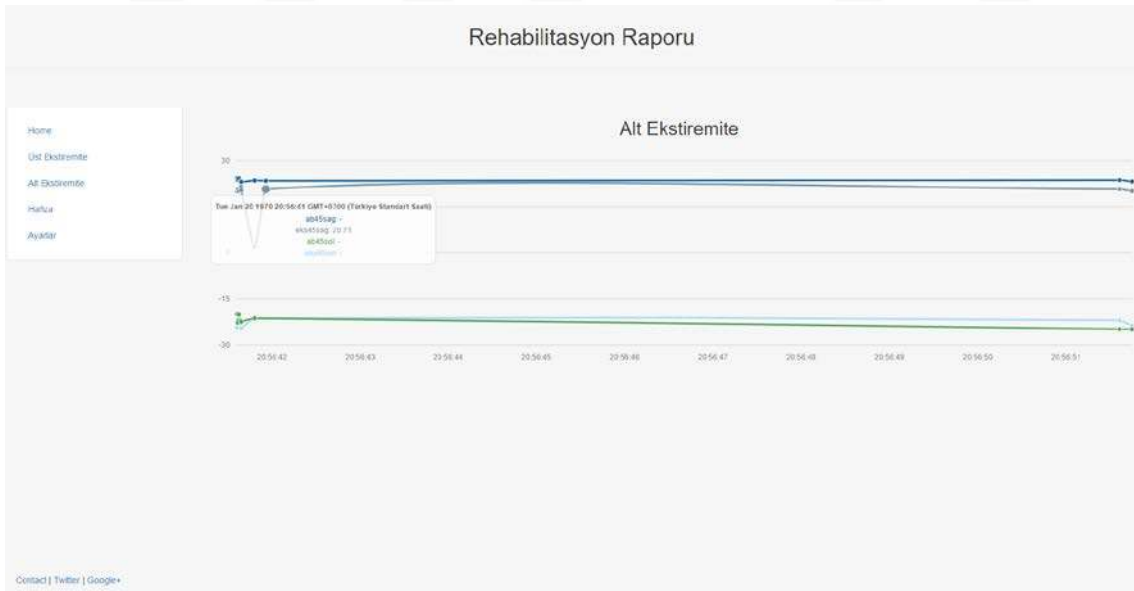


Üst Ekstremité Egzersiz Oyunu

EK 2 (devam). Nörolojik Rehabilitasyon Oyun Programı Ana Ekranlar



Üst Ekstremité Sonuç Raporu



Alt Ekstremité Sonuç Raporu