

T.C
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İNME Lİ HASTALARDA SANAL GERÇEKLİK TEMELLİ HAREKET
TEDAVİSİNİN ÜST EKSTREMİTE FONKSİYONLARI, GÜNLÜK YAŞAM
AKTİVİTELERİ VE KOGNİTİF FONKSİYONLAR ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ**

Fzt. Oğuzhan Bahadır DEMİR

Kocaeli Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin
Fizik Tedavi ve Anabilim Dalı Doktora Programı İçin Öngördüğü
DOKTORA TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

KOCAELİ
2020

T.C
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**İNME Lİ HASTALARDA SANAL GERÇEKLİK TEMELLİ HAREKET
TEDAVİSİNİN ÜST EKSTREMİTE FONKSİYONLARI, GÜNLÜK YAŞAM
AKTİVİTELERİ VE KOGNİTİF FONKSİYONLAR ÜZERİNE OLAN ETKİLERİ**

Fzt. Oğuzhan Bahadır DEMİR

Kocaeli Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetmeliğinin
Fizik Tedavi ve Anabilim Dalı Doktora Programı İçin Öngördüğü
DOKTORA TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Erbil DURSUN
KÜ GOKAEK 2018/1.25

KOCAELİ
2020

T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

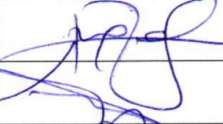

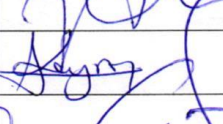
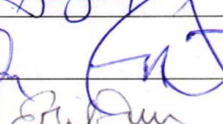
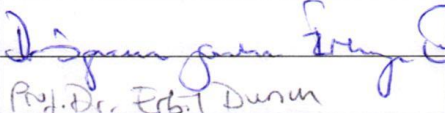
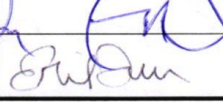
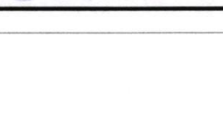
Tez Adı: İnmeli Hastalarda Sanal Gerçeklik Temelli Hareket Tedavisinin Üst Ekstremitte Fonksiyonları, Günlük Yaşam Aktiviteleri ve Kognitif Fonksiyonlar Üzerine Olan Etkileri

Tez yazarı : Oğuzhan Bahadır DEMİR

Tez savunma tarihi: 09.01.2020

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Erbil DURSUN

İşbu çalışma, jürimiz tarafından Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

JÜRİ ÜYELERİ		İMZA
ÜNVANI	ADI SOYADI	
BAŞKAN (ÜYE)	Dr. Nilgal Dursun	
ÜYE:	Dr. Özgür Çiğdem Murat İnanır	
ÜYE:	Dr. Öpr. Üyesi TUBBA GÖKBEL	
ÜYE:	Dr. Seda KAMIRAN	
ÜYE:		
DANIŞMAN:	Prof. Dr. Erbil Dursun	

ONAY

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.../.../2020

Prof. Dr. Sema Aşkın KEÇELİ

Kocaeli Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

İnmeli Hastalarda Sanal Gerçeklik Temelli Hareket Tedavisinin Üst Ekstremitte Fonksiyonları, Günlük Yaşam Aktiviteleri ve Kognitif Fonksiyonlar Üzerine Olan Etkileri

Amaç: İnme sonrası gelişen paralizi, tonus değişiklikleri, denge ve motor kontrol kayıpları fiziksel yetersizliğin başlıca nedenleridir. Geleneksel inme rehabilitasyonunda sınırlı tekrar, amaca yönelik aktivitenin ve motivasyonun eksikliği gibi iyileşme sürecini doğrudan etkileyen belirli sınırlamalar mevcuttur. Randomize kontrollü bu çalışmada, inmeli hastalara uygulanan SG temelli hareket tedavisinin üst ekstremitte fonksiyonları, GYA ve kognitif fonksiyonlar üzerine olan etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır.

Yöntem: Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nda ayaktan tedavi programına alınan inmeli hastalardan çalışmaya dahil edilme kriterlerine uyanlar, randomize olarak konvansiyonel terapiler ve SG uygulanan (çalışma grubu: 15) ve sadece konvansiyonel terapiler uygulanan (kontrol grubu: 10) hastalar şeklinde 2 gruba ayrıldı. Hastaların üst ekstremitte fonksiyonları JTEFT ve TKBT ile; GYA'ları BGYAİ ve SF-36; kognitif fonksiyonları MMT ile değerlendirildi. İlk değerlendirmeden sonra, çalışma grubundaki hastalara ek olarak SG temelli hareket tedavisi uygulandı. 6 haftalık tedavi programı sonrası hastaların ikinci değerlendirmeleri yapıldı.

Bulgular: Tedavi öncesinde gruplar arasında demografik ve klinik parametrelerde istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p>0.05$). Grup içi değerlendirmelerde; çalışma grubunda başlangıca göre JTEFT'nin iri ağır nesnelere ve iri hafif nesnelere kaldırma, SF-36 fiziksel fonksiyon, BBT, MMT verilerinde olumlu gelişme gözlemlendi (tüm parametreler için $p<0.05$).

Sonuç: Bu çalışmadan elde edilen veriler, inmeli hastalarda Sanal Gerçeklik Temelli Hareket Tedavisinin üst ekstremitte fonksiyonları, GYA ve kognitif fonksiyonları üzerine olumlu etkileri olabileceğini düşündürmektedir.

Anahtar Kelimeler: İnme, Sanal Gerçeklik, Günlük Yaşam Aktiviteleri, Kognitif fonksiyon

ABSTRACT

Effects of Virtual Reality Based Movement Therapy on Upper Extremity Functions, Daily Living Activities and Cognitive Functions in Stroke Patients

Objective: Post-stroke paralysis, tonus changes, loss of balance and motor control are the main causes of physical insufficiency. There are certain limitations in conventional stroke rehabilitation that directly affect the healing process, such as limited repetition, lack of goal-oriented activity and motivation. In this randomized controlled study, we aimed to investigate the effects of SG-based movement therapy on upper extremity, cognitive functions and upper extremity functions in stroke patients.

Method: Patients with stroke who were included in the outpatient treatment program at the Department of Physical Medicine and Rehabilitation of Kocaeli University School of Medicine, who met the inclusion criteria, randomly divided into two groups as conventional therapies and SG (study group: 15) and only conventional therapies (control group: 10). Upper extremity functions of the patients were evaluated by JTHFT and BBT; ADL are evaluated by BI and SF-36; cognitive functions were evaluated with MMT. After the initial evaluation, SG-based movement therapy was additionally administered to patients program in the study group. After the 6-week treatment program, the second evaluation was performed.

Results: There was no statistically significant difference between the groups in terms of demographic and clinical parameters before treatment ($p > 0.05$). In the study group evaluations, there was a positive improvement in JTEFT's lifting of heavy heavy objects and large light objects, SF-36 physical function, BBT and MMT data ($p < 0.05$ for all parameters).

Conclusions: The data obtained from this study suggest that VR based movement therapy may have positive effects on upper extremity functions and cognitive functions in stroke patients.

Key words: Stroke, Virtual Reality, Activities of Daily Living, Cognitive function

TEŞEKKÜR

Doktoraya bařladıđım sűreç boyunca deđerli bilgilerini benimle paylařan, kendisine ne zaman danıřsam bana kıymetli zamanını ayırıp sabırla ve bűyűk bir ilgiyle bana faydalı olabilmek için elinden gelenden fazlasını sunan kıymetli ve danıřman hoca statűsűnű hakkıyla yerine getiren Prof. Dr. Erbil DURSUN'a teőekkűrű bir borç biliyor ve űkranlarımı sunuyorum. 2018/026 proje nolu çalıřmamı destekleyen Kocaeli Ŭniversitesi Bilimsel Arařtırmalar Proje (BAP) koordinatűrlűđűne teőekkűrlerimi sunarım.

Teőekkűrlerin az kalacađı Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'ndaki diđer hocalarımda bana kazandırdıkları her űey için ve beni gelecekte sűz sahibi yapacak bilgilerle donattıkları için hepsine teker teker teőekkűrlerimi sunuyorum. Ve son olarak çalıřmamda desteđini ve bana olan gűvenini benden esirgemeyen eřim Őzler DEMİR'e ve beni bu gűnlere sevgi ve saygı kelimelerinin anlamlarını bilecek űekilde yetiřtirerek getiren ve benden hiçbir zaman desteđini esirgemeyen bu hayattaki en bűyűk űansım olan aileme sonsuz teőekkűrler.

TEZİN AŞIRMA OLMADIĞI BİLDİRİSİ

Tezimde başka kaynaklardan yararlanılarak kullanılan yazı, bilgi, çizim, çizelge ve diğer malzemeler kaynakları gösterilerek verilmiştir. Tezimin herhangi bir yayından kısmen ya da tamamen aşırma olmadığını ve bir intihal programı kullanılarak test edildiğini beyan ederim.

Fzt. Oğuzhan Bahadır DEMİR



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT)	v
TEŞEKKÜR	vi
TEZİN AŞIRMA OLMADIĞI BİLGİSİ	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	x
ÇİZİMLER	xi
ÇİZELGELER	xii
1. GİRİŞ	1
1.1. İnme Risk Faktörleri	2
1.2. İnme Sınıflandırması	4
1.3. İnme Sonrası Görülen Motor Bozukluklar	5
1.4. İnme Sonrası Görülen Somato-Duyusal Problemler	6
1.5. İnme Sonrası Görülen Bilişsel ve Algısal Problemler	7
1.6. İnmede Nörolojik Fonksiyonun İyileşme Mekanizmaları	7
1.6.1. Nörolojik İyileşme	8
1.6.2. Fonksiyonel İyileşme	8
1.7. Üst Ekstremitte Rehabilitasyonu	11
1.8. Üst Ekstremitte Rehabilitasyonunda Kullanılan Tedavi Yöntemleri	14
1.8.1. Geleneksel Tedavi	15
1.8.2. Nörofizyolojik Yöntemler	15
1.8.3. Zorunlu Kullanım Tedavisi	16
1.8.4. Elektrik Stimülasyonu (ES)	16
1.8.5. Elektromiyografik Biyo-Geribildirim	17
1.8.6. Ayna Tedavisi	17
1.8.7. Mental İmgeleme Tedavisi	17
1.8.8. Elektriksel Beyin Stimülasyonu	17
1.8.9. Bilateral Eğitim	18
1.8.10. Eylem Gözlem Terapisi	19
1.8.11. Splintleme veya Ortez Kullanımı	20

1.8.12. Robot Yardımlı Tedavi	20
1.8.13. Tele-Rehabilitasyon	20
1.8.14. Sanal Gerçeklik (SG) Tedavisi	21
1.9. Yaygın Ticari SG Ürünleri	27
2. AMAÇ	35
3. YÖNTEM	37
3.1. Olgü Seçimi	37
3.2. Değerlendirme ve Yöntem	37
3.3. Tedavi	41
3.4. İstatistiksel Yöntem	43
4. BULGULAR	44
4.1. Sonuç Ölçütleri	45
5. TARTIŞMA	51
5.1. Sınırlılıklar	59
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	60
6.1. Sonuçlar	60
6.2. Öneriler	60
7. KAYNAKLAR	62
8. ÖZGEÇMİŞ	71
9. EKLER	73

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

- GYA: Günlük Yaşam Aktiviteleri
EHA: Eklem Hareket Açıklığı
FES: Fonksiyonel Elektik Stimulasyonu
ZKT: Zorunlu Kullanım Tedavisi
ES: Elektrik Stimulasyonu
TENS: Transkutanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu
NMES: Nöromuskuler Elektrik Stimülasyonu
EMG: Elektromiyografi
rTMS: Repetitif Transkraniyal Manyetik Stimulasyon
tDAS: Transkraniyal Direkt Akım Stimulasyonu
CST: Kortikospinal Traktus
BATRAC: Bilateral Ritmik İşaretleme Cihazı
APBT: Aktif ve Pasif Bilateral Eğitim
EGT: Eylem Gözlem Terapisi
PET: Pozitron Emisyon Tomografisi
EEG: Elektroensefalografi
fMRG: Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme
SG: Sanal Gerçeklik
ICF: The International Classification of Functioning Disability and Health
MAS: Modifiye Ashworth
JTEFT: Jebsen Taylor El Fonksiyon Testi
TKBT: Tahta Kutu ve Blok Test
BGYAİ: Barthel Günlük Yaşam Aktiviteleri İndeksi
MMT: Mini Mental Test
SF 36: Short Form
HMD: Head Mounted Display
FAK: Fonksiyonel Ambulasyon Kategorisi
MMDS: Modifiye Motor Değerlendirme Skalası
RKÇ: Randomize Kontrollü Çalışma

ÇİZİMLER DİZİNİ

Çizim 1.1. Oculus Rift	27
Çizim 1.2. HTC Vive	28
Çizim 1.3. Sony Playstation Eyetoy	29
Çizim 1.4. Nintendo Wii	30
Çizim 1.5. Microsoft Xbox	31
Çizim 1.6. InMotion Arm	32
Çizim 1.7. Armeo	32
Çizim 1.8. Flint Rehabilitation	33
Çizim 1.9. HandTutor	34
Çizim 1.10. Amadeo	34
Çizim 3.1. Jebsen Taylor El Fonksiyon Testi Materyalleri	39
Çizim 3.2. Tahta Kutu ve Blok Testi	40
Çizim 3.3. Oculus Rift SG gözlüğü	41
Çizim 3.4. The Climb	42

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 Hemiplejide görülen sinerji paternleri	9
Çizelge 2.1. Konvansiyonel Rehabilitasyonun Kısıtlılıkları	35
Çizelge 4.1. Hastaların demografik bilgileri ve gruplara göre dağılımı	45
Çizelge 4.2. Hastaların JTEFT verileri	46
Çizelge 4.3. Çalışma ve kontrol grubununJTEFTyüzdelik değişim farkları	47
Çizelge 4.4. Çalışma ve Kontrol Grubunun tedavi öncesi ve sonrası TKBT verileri	48
Çizelge 4.5. Çalışma ve Kontrol Grubunun tedavi öncesi ve sonrası MMT verileri	48
Çizelge 4.6. Çalışma ve Kontrol Grubunun tedavi öncesi ve sonrası BGYAİ verileri	49
Çizelge 4.7. Çalışma ve Kontrol Grubunun SF-36 verileri	50



1. GİRİŞ

İnme, Dünya Sağlık Örgütü tarafından "24 saatten uzun süren veya ölümlü sonuçlanan, vasküler kaynaktan başka görülebilir bir nedeni olmayan, hızlı gelişen, fokal (veya global) serebral fonksiyon bozukluğu sonucu ortaya çıkan klinik bulgular" olarak tanımlanmaktadır (Hatano 1976). Kansere ve iskemik kalp hastalıklarından sonra dünyada ölüm sebebi olarak üçüncü sırada yer alan inme, çok ciddi ve büyük bir halk sağlığı problemidir. İnme dünya popülasyonunun % 0.6'sından daha fazlasında yetişkinlerdeki en önemli engellilik nedenidir. İnmeden 1 yıl sonra günlük yaşam aktivitelerinde (GYA) (giyinme, banyo yapma, dışarı çıkma gibi) fiziksel ya da bilişsel bozukluklardan dolayı başkasına bağımlı kalma oranı % 20-30 olarak açıklanmaktadır (Hankey 2013).

İnme, dünyada engelliliğin önde gelen nedenlerinden biridir (Johnston ve diğ. 2009) ve hastalar ve onların aile üyeleri üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Saposnik ve diğ. 2010). İnme sonrası nörolojik semptomlar, beyin lezyonunun lokalizasyonuna ve derecesine göre değişir, ancak motor güçsüzlüğü ve kognitif bozukluk en sık bildirilen semptomlardır (Balami ve diğ. 2013). Bir inmeden hemen sonra, hayatta kalanların % 85'ine kadar hemiparetik üst ekstremitelerde bozukluğu görülür (Nakayama ve diğ. 1994). Bu hastaların % 80'i, inme başlangıcından sonraki 3 hafta içinde en iyi üst ekstremitelerde fonksiyonunu elde eder ve % 95'i 9 hafta içinde bunu başarır (Nakayama ve diğ. 1994). Bununla birlikte, inme geçirenlerin % 55-75'i üst ekstremitenin kalıcı fonksiyonel kısıtlılıklarına sahiptir ve günlük yaşam aktivitelerine bağımlılığı ile sonuçlanmaktadır (Nichols-Larsen ve diğ. 2005). Dikkat eksikliği de, inme sonrası sıklıkla görülür. Tam sıklık bir tartışma konusu olmakla birlikte, prevalansın akut fazda % 46-92 ve taburculukta % 24-51 olduğu tahmin edilmektedir (Hyndman ve diğ. 2008, Rasquin ve diğ. 2004).

İnme sonrası oluşan motor, bilişsel, duyuşsal ve emosyonel bozukluklar kişilerin temel ve yardımcı GYA'larını, eğitim, iş ve boş zaman aktivitelerinin bir kısmını ya da tamamındaki becerilerini kısıtlayarak sosyal katılımlarını engeller (Pulaski ve diğ. 2003, Lippincott ve diğ. 2012). En fazla iyileşme, inme sonrası ilk birkaç hafta içinde gerçekleştiği düşünüldüğü halde, hastalar inme geçirdikten aylar sonra fonksiyonel görevlerde iyileştirmeler yapabilir (Teasell ve diğ. 2014). Çok sayıda inme mağdurunun, uzun süreli sakatlık yaşadığı ve yaşam kalitesinin düştüğü bildirilmektedir (Patel ve diğ. 2006).

İnmenin önlenmesi ve tedavisinde elde edilen ilerlemelere rağmen, yüksek orandaki sıklığı ve mortalitesi ile toplumun geniş bir kısmını etkileyen ve yaşamını sürdüren kişilerde

ciddi yeti yitimine yol açan inme önemli bir sağlık sorunu olmaya devam etmektedir (World Health Organization. 2004). İnme sonrası akut dönemde elde edilen başarılı sonuçlarla hayatta kalma oranının artması, inmenin hasta, hasta yakınları ve toplum üzerine etkileri nedeniyle inme rehabilitasyonunun önemi giderek artmaktadır.

İnme rehabilitasyonunda amaç; bireyin mevcut yetersizliklerine rağmen en yüksek fonksiyonel bağımsızlık düzeyinin sağlanması ve yaşam kalitesinin artırılmasıdır. Bu amaçla kullanılan geleneksel tedavi yöntemleri; eklem hareket açıklığı (EHA) egzersizleri, dirençli ve aerobik egzersizler, fonksiyonel elektrik stimülasyonu (FES), nörofizyolojik egzersiz yaklaşımları gibi standart rehabilitasyon programlarını içerir. Fakat inme rehabilitasyonunda kullanılan bu yöntemler sıklıkla üst ekstremit motor fonksiyonlarını geri döndürmekte yetersiz kalmaktadır.

1.1. İnme Risk Faktörleri

Yetişkinlerde sakatlık ve ölüme en çok neden olan nörolojik hastalık olması sebebiyle inme vakalarının önlenmesi için en etkili yaklaşım birincil korunmadır. Risk faktörlerinin belirlenmesi ve kontrol edilmesiyle inme insidansının azalacağı ortaya konulmuştur (Aha ve diğ. 2014). İnme görülme sıklığında artışa sebep olan risk faktörleri başlıca değiştirilebilen ve değiştirilemeyen risk faktörleri olarak iki gruba ayrılır. Yaş, cinsiyet, ırk, aile öyküsü ve genetik değiştirilemeyen risk faktörleridir. Değiştirilebilen risk faktörleri ise ‘kesinleşmiş risk faktörleri’ ve ‘kesinleşmemiş risk faktörleri’ olarak iki grupta değerlendirilir (Hankey 2005).

İnmede risk faktörleri

I. Değiştirilemeyen risk faktörleri

- a. Yaş
- b. Cinsiyet
- c. İrk
- d. Aile öyküsü/genetik
- e. Ailede inme ya da geçici iskemik atak öyküsü

II. Değiştirilebilir risk faktörleri

a. Kesinleşmiş faktörler

1. Hipertansiyon

2. Sigara
3. Diyabetes Mellitus, hiperinsülinemi, glikoz intoleransı
4. Kardiyovasküler hastalıklar (Koroner kalp hastalığı, kalp yetmezliği, periferik arter hastalığı)
5. Asemptomatik karotis stenozu
6. Atrial fibrilasyon
7. Orak hücreli anemi
8. Dislipidemi
9. Obezite
10. Diyet ve beslenme alışkanlığı
11. Fiziksel inaktivite
12. Postmenapozal hormon tedavisi

b. Kesinleşmemiş faktörler

1. Metabolik sendrom
2. Alkol kullanımı
3. Hiperhomosisteinemi
4. İlaç kullanımı ve bağımlılığı
5. Hiperkoagülabilitate (ACA, LA, FVL ve protrombin mutasyonu; proteinC, proteinS, ve antitrombin III eksikliği)
6. Oral kontraseptif kullanımı
7. İnflamasyon (hs-CRP, CD 40 ligand, IL-18)
8. Enfeksiyon (C. pnömonia, H.Pylori, CMV, periodontal hastalıklar)
9. Migren
10. Yüksek Lp(a), yüksek Lp-(PLA2)
11. Uykuda solunum bozuklukları

1.2. İnme Sınıflandırması

İnme etyolojiye bağılı olarak iskemik ve hemorajik olarak ikiye ayrılmaktadır (Shiber ve diğ. 2010). İskemik inme en sık rastlanılan, en çok mortaliteye neden olan ve ortalama yaşam ömrünün uzaması ile daha sık karşımıza çıkan inme tipidir. Bahsedilen nedenler dolayısıyla risk faktörlerinin tespit edilmesi, birincil ve ikincil korunma yöntemleri, erken tanı ve inme kliniklerinin devreye girmesi, inme kaynaklı mortalite ve morbiditeyi azaltmada etkili olacak faktörlerdir (Bakar ve Oğul 2009).

İskemik inme beynin bir bölgesinin kanlanmasını sağlayan arterlerin daralması veya tıkanması sonucu o bölgeye kan gitmemesi sonucu gelişen patolojik durumdur. Tüm dünyada görülen en sık karşılaşılan inme tipidir ve tüm inmelerin yaklaşık %80-85'i iskemiye bağılıdır (Bakar ve Oğul 2009). İskemik inmede çoğunlukla damardaki tıkanma tam değildir ve kan akımının en az olduğu kısım iskemik çekirdektir. İskemik penumbra bölgesi, bu çekirdeğin etrafında henüz kalıcı hasarın gelişmediği ve akut iskemi tedavisinde hedef bölgedir. İskemik dokunun kaderini belirleyen en önemli iki etken iskeminin süresi ve şiddetidir. Reperfüzyon gerçekleşmezse kısa sürede bölgede nöron ve glia ölümü gerçekleşir (Kutluk 2004).

Trombotik tıkanmada, serebral infarktlar çoğunlukla tromboz denilen aterosklerotik bir damarın tıkanması sonucu ortaya çıkarlar. Tıkanma serebral damarların servikal veya intrakranial kısmında olabilir. Beyin kan akımında yavaşlama ve risk faktörleri hazırlayıcı rol oynarlar (Roth ve Harvey 2000). Serebral embolilerin en önemli kaynağı kalpten veya aterosklerotik bir plaktan kaynaklanan embolilerdir. Atrial fibrilasyon kardiyak kaynaklı embolilerde en önemli etken iken, aterosklerotik plaklardan kaynaklanan embolilerde damar yapısındaki değişiklikler, hiperlipidemi vb. risk faktörleri tetikleyici rol oynar (Roth ve Harvey 2000).

Hemorajik inme yaşamı tehdit eden bir inme tipidir ve tüm inmelerin %15-20'sini oluşturur. Bulantı, kusma, şiddetli baş ağrısı gibi belirtileri genellikle ani başlar ve hasta hızla kötüleşir (Mohr ve Stapf 2008). En yaygın nedeni hipertansiyon ve arterioskleroz olan intraserebral kanama beyin dokusunun içine olan kanamadır (Utku ve Çelik 2009). Tüm inmelerin yaklaşık % 5'ini oluşturan subaraknoid kanama beyni çevreleyen zarlar ve beyin omurilik sıvısına olan kanamadır (Sacco 2008). Konjenital veya akkiz etmenlere bağılı gelişen anevrizmaların rüptürü başlıca nedenidir. % 90'ından fazlası rüptüre oluncaya kadar semptom vermeyen anevrizmalar bir kez rüptüre olduklarında başağrısı, bilinç değişikliği, bulantı-kusma, çeşitli nörolojik bozukluklar gibi semptomlar görülür.

İnme belirtilerinin yerleşme ve sonlanma biçimleri yönünden incelendiğinde 4 temel tablo ile karşılaşılır (Roth ve Harvey 2000).

1- Geçici İskemik Atak: Ani başlayan, genellikle 5-15 dakika süren, 24 saat içerisinde düzelen geçici fokal nörolojik defisittir.

2- Reversibl İskemik Nörolojik Defisit: 24 saatten fazla sürdükten sonra klinik bulguların tamamen düzeldiği olgulardır. Subkortikal beyaz ve gri cevherdeki küçük infarktlardan kaynaklanabilir.

3- Progresif İnme: Nörolojik defisit ani başladığı, saatler veya birkaç günü alacak şekilde ilerlerleyen ve belirli bir platoda devamlı kalan inme tipidir. Sebebi çoğunlukla major serebral arterin aktif oklüsif trombozudur.

4- Tamamlanmış İnme: 6 saatten daha kısa süre içerisinde nörolojik defisitinin maksimal olarak oturduğu olgulardır.

İnme sonrası etkilenen beyin bölgesine bağlı olarak çeşitli klinik bulgular meydana gelmektedir. Sıklıkla görülen bozukluklar arasında; motor bozukluklar, somato-duyusal problemler, görsel algısal performans problemleri, bilişsel problemler, konuşma ve dil bozuklukları ve emosyonel problemler sayılabilir (Pulaski ve diğ. 2003).

1.3. İnme Sonrası Görülen Motor Bozukluklar

İnmenin başlıca motor belirtileri içinde yer alan vücudun diğer yarısında görülen paralizi izole ya da diğer bulgu ve semptomlar ile beraber olabilir. Epidemiyolojik olarak yapılan inme çalışmalarında motor bozukluk (parezi/paralizi) oranının % 80-90 olduğu bulunmuştur. Omuz, el, ayak ve kalçanın genel zayıflığı ile beraber olan hemiparezi motor bozukluk profilinin üçte ikisini oluşturur. Bütün inme vakalarının yaklaşık % 19'unu monopoleji, %1'ini parapleji tablolarının oluşturduğu ve inme hastalarının % 2'sinde üç ya da dört ekstremitenin etkilendiği belirtilmiştir (Pandian ve Arya 2013, Melo ve Bogousslavsky 2001).

Fasiyobrakiyokrural hemiparezi; orta serebral arterin kapsadığı supratentoriyal alandaki büyük bir lezyona bağlı olarak oluşan, kol ve bacadaki zayıflığa duyuşsal ve konuşma bozukluğunun da eşlik ettiği parezi tablosudur.

Pür motor hemiparezi; sıklıkla internal kapsülün arka bacağı, corona radiata ve pons tutulumuna bağlı olarak oluşur. İlk kez inme geçirenlerin %12.7'sini ve laküner sendromların

%50'sini oluşturur. Yüz, kol ve bacağı içeren hemipleji tablosu ya da yüz ve kolu ya da kol ve bacağı içeren tam olmayan bir hemipleji tablosudur. Duyusal bozukluk içermeyen görsel bozukluk, değişen bilinçlilik ve yüksek beyin fonksiyonlarında bozukluk görülür (Elliott ve Parente 2014).

Brakiyofasiyal hemiparezi; Sıklıkla serebral arterin (Medial Cerebral Artery-MCA) süperfisiyal territori bölgesindeki kortikal infarktın kaynaklanan ve alt ekstremitelerinin tutulumunun olmadığı parezi tablosudur.

Brakiyokrural hemiparezi; Sadece kol veya bacağı içeren pareziler tüm inme olaylarının %1.2-%2.5' ini oluşturur. Hastaların çoğunda kola yönelik monoparezi görülürken, inme olaylarının sadece % 0.5' inde bacağına yönelik monoparezi görülür. Serebellumda gelişen lezyon nedeniyle aynı vücut yarısında piramidal olmayan motor bozukluklar görülebilir. Serebellar lezyon sebebiyle koordinasyon bozukluğu ya da disdiadokokinezi meydana gelebilir. Bununla birlikte motor inkar, apraksi ya da görsel motor ataksi kuvvet kaybı olmaksızın da ciddi bir defisite yol açabilir ve şiddetli bir yürüme ataksisi motor bozuklukla beraber olamayabilir (Arboix ve Josep 2012).

1.4. İnme Sonrası Görülen Somato-Duyusal Problemler

Motor hareketleri etkin olarak planlayabilmek ve işleyebilmek için fonksiyonun önemli bir bileşeni olan duyunun doğru ve hızlı tespit edilmesi ve değerlendirilmesi temel unsurdur. Amaçlı motor hareketlerin organizasyonu somato-duyusal bütünleşmenin sağlanmasıyla gerçekleştirilir. Somato-duyusal işleyişteki bir bozukluk ısı ve ağrı duyusunu etkileyerek elin cisimleri etkili kavrayabilme ve yazı yazma kabiliyetini etkileyebileceği gibi güvenliği tehlikeye atabilir. Motor fonksiyonun giderek kötüleşmesine neden olup etkilenen elin kendiliğinden kullanımını azaltarak öğrenilmiş kullanmamının oluşma ihtimalini de artırabilecektir. İnme hastalarında görülebilen somatik duyudaki bozukluk oranları duyusal bozukluğun tanımlanması ve değerlendirilmesindeki farklılıklara bağlı olarak inme sonrası somatik duyudaki bozukluklar; Yekutieli'ye göre %11-85, Carey ve diğerlerine göre % 65, Hunter ve diğerlerine göre % 60-74 Rand ve diğerlerine göre ise %100 olarak belirtilmiştir. Astereognosis, propriosepsiyon ve taktil duyunun bozulması sonrası en sık görülen duyusal bozukluktur. Bununla beraber ayırıcı duyu bozukluklarının da sık olduğu rapor edilmektedir (Connell ve diğ. 2013).

İnme sonrası oluşan asosiyasyon alanlarındaki lezyonlar duyuların tanımlanması ve yorumlanması ile ilgili zorlukların klinik görüntüsü ise:

- Astereognozis (görmeden, dokunarak ele alınan cismin tanımlanamaması)
- Vücut şeması bozuklukları (vücut pozisyonunu ve vücut bölümlerinin birbirleri ile ilişkisini algılamada zorluk)
 - Somatognosia (vücudun ve vücut parçalarının ilişkisine dair farkındalığın olmaması)
 - Tek taraflı ihmal (Vücudun etkilenen tarafının ve etkilenen taraftaki çevrenin ihmali)
 - Sağ/sol ayırım bozukluğu (sağ ve sol kavramlarının anlaşılmasındaki zorluk)
- Vücut imajı bozuklukları (kişinin vücuduna dair zihinsel görüntüsünün olmaması) şeklinde kendini göstermektedir (Mew ve Winnall 2010).

1.5. İnme Sonrası Görülen Bilişsel ve Algısal Problemler

Bireyin çevresiyle amaçlı ve yetkin olarak etkileşimde bulunabilmesi için biliş ve algı hayati önemdedir. Biliş, bireyin bilgiyi işleme, depolama ve kullanabilmesine imkan verir. Algı ise duyuların anlamlı bilgi ile bütünleşmesini sağlar (Hoffmann ve diğ. 2010).

ICF'in sınıflamasına göre mental fonksiyonlar;

Global mental fonksiyonlar: Bilinç, oryantasyon, entellektüel fonksiyonlar, global psikososyal fonksiyonlar, kişisel fonksiyonlar ve eğilimler, huy ve kişilik fonksiyonları, enerji ve güdü işlevleri, uyku.

Spesifik mental fonksiyonlar: Dikkat, hafıza, psikomotor fonksiyonlar, emosyonel fonksiyonlar, algısal fonksiyonlar (görsel, işitsel, koku, tat, dokunma, görsel uzaysal algılama), düşünme, temel bilişsel fonksiyonlar, yüksek seviyeli bilişsel fonksiyonlar (soyutlama, planlama ve organizasyon, zaman yönetimi, bilişsel esneklik, içgörü, muhakeme, problem çözme), dil, hesap yapma, karmaşık hareketleri sıralama üzerine mental fonksiyon, kişinin kendi ve zamana dair deneyimler (World Health Organization 2007).

1.6. İnmede Nörolojik Fonksiyonun İyileşme Mekanizmaları

Yapılan klinik çalışmalar, hastalar arasında başkalıklar olmakla beraber inmeli hastalarda başlangıçta görülen ağır nörolojik kaybın zaman içerisinde bariz şekilde düzeldiğini göstermektedir. İnme sonrasında nörolojik ve fonksiyonel iyileşmenin büyük çoğunluğu sıklıkla ilk 3-6 ay içinde olmasına rağmen bazı hastalarda süreç daha da uzayabilir ve sonuçta hastada beklenenden daha üstün iyileşme seviyesi gözlenebilir (Speech ve Dombovy 1995).

Bunun yanısıra beyin fonksiyonlarının organizasyonlarında anlamlı değişikliklerin ortaya çıkması 12 aya kadar gecikebilir (Tombari ve diğ. 2004).

İnmeli hastalarda iyileşme, iki farklı yolla gerçekleşir.

-Nörolojik iyileşme

-Fonksiyonel iyileşme

1.6.1. Nörolojik İyileşme: Klinik olarak motor kontrolde, konuşma yeteneğinde ve diğer primer nörolojik fonksiyonlarda düzelme olarak görülmektedir (Speech ve Dombovy 1995).Nörolojik fonksiyonlarda kendiliğinden iyileşmede akut dönemde iskemi, ödem, metabolik hasar, hemoraji ve bası gibi patolojilerin ortadan kalkması etkili olurken, ileriki iyileşmeden nöroplastisiteyi oluşturan beyindeki yapısal ve fonksiyonel reorganizasyon rol oynamaktadır (Aras ve Çakıcı 2004). Bu reorganizasyon fonksiyonu aylarca sürebilir. Nöroplastisitenin rehabilitasyon açısından önemi nöral ağların kullanımına bağımlı olmasıdır (Brandstater 1998). Hastanın aktif fiziksel terapötik programlara dahil olmasının beyinde fonksiyonel reorganizasyonu olumlu etkilediği ve nörolojik iyileşmeyi artırdığı kabul edilmektedir (Aras ve Çakıcı 2004).

1.6.2. Fonksiyonel İyileşme: Fiziksel yetersizliklerin sınırları içinde, GYA'yı gerçekleştirme yeteneğindeki iyileşmedir.

İnmeden kısa bir süre sonra, “etkilenmeyen” yarımküreye doğru kontralezyonel bir aktivasyon kayması gözlenir; bunu, öğrenme ile ilgili beyin yapılarının (beyincik, bazal ganglionlar ve ön korteksler dahil) aktivasyonu izler (Lehéricy ve diğ. 2005). En hızlı motor iyileşme 30 gün içerisinde olur ve 1 yıla kadar uzayabilir (Özcan ve Turan 2000). İyileşme sürecinin başlangıcında kol bacadan daha çok etkilendiği için kolun motor iyileşmesi bacadaki iyileşmeden daha kısıtlıdır. Akut inmeli hastaların yaklaşık 1/3'ünde afazi vardır. Bir yıla kadar dil fonksiyonlarında düzelmeler olabilir (Brandstater 1998). Afazinin iyileşmesi, motor iyileşmeye nazaran daha yavaş ve uzun sürede olur. Algılama fonksiyonların iyileşmesi ilk 3-6 ayda gerçekleşir. İnmeli hastaların yaklaşık %20'sinde mevcut olan görme alanı defektinin düzelme dereceleri motor ve duyuşal fonksiyonlardaki düzelme kadar belirgin değildir. Birkaç haftada iyileşme gözlenmezse geç düzelme çoğu zaman olmaz (Brandstater 1998).

İnme iyileşmesi fonksiyonel sonuç açısından heterojendir. Akut fazda hafif-orta üst ekstremitte parezi olan hastalar, fonksiyonel iyileşme için iyi bir prognoza sahiptir, çünkü bu

hastaların% 71'i inmeden 6 ay sonra bir miktar fonksiyonu kazanır (Nijland ve diğ. 2010). Ciddi bir şekilde etkilenen hastalarda, inmeden 6 ay sonra yaklaşık % 60'ında fonksiyon kazanımı olmadığından kötü prognoz görülür (Kwakkel ve diğ 2003). Son olarak, başlangıçta tamamen felç geçirmiş hastaların sadece % 5'i kollarının işlevsel kullanımını sağlar. Üst ekstremitelerde bozuklukları kronik olarak tüm inmeli hastaların % 50-70'inde fonksiyonel bağımsızlığı ve memnuniyeti etkiler. (Bonita ve Beaglehole 1988).

Son olarak, iyileşmenin derecesine bağlı olan ya perilezyonel ya da dağınık iyileşme paterni olmak üzere iki aktivasyon tanımlanmıştır (Ween 2008). Rehme ve diğ. (2012) bu son varsayımı onaylamış ve iyi bir fonksiyonel sonucun kontralezyonel aktivasyondan ziyade orijinal fonksiyonel “network”ün iyileşmesine dayandığı sonucuna varmıştır. Richards ve ark. tarafından yapılan meta analizde (Richards ve diğ. 2008), üst ekstremitelerde rehabilitasyon programından sonra lezyonlu yarımkürede beyin aktivasyonlarının arttığı sonucuna varılmıştır. Reorganizasyon ve kompensasyon işlemlerini içeren beyin plastisitesi, yukarıda tarif edildiği gibi nörolojik iyileşmenin temelidir, ancak rehabilitasyonun etkinliğinin altında yatan kesin patofizyolojik mekanizmalar net değildir (Eliassen ve diğ. 2008)

Motor fonksiyon kontrolü spinal, supraspinal ve serebral düzeylerde gerçekleşir. İnme sonrası hastada serebral kontrol ortadan kalkar ve spinal düzeydeki inhibisyon azalması neticesinde bazı ilkel hareket ve refleksler ortaya çıkar. İyi kontrol edilemeyen, kaba ve stereotipik karakter gösteren bu hareketler sinerji paternleri olarak bilinir. Hemiplejide görülen sinerji paternleri Çizelge 1.1’de gösterilmiştir. Hemiplejik hastalarda çoğunlukla üst ekstremitelerde fleksör sinerji, alt ekstremitelerde ekstansör sinerji paternleri gelişme eğilimindedir.

Çizelge 1.1 Hemiplejide görülen sinerji paternleri

	Üst ekstremitelerde	Alt ekstremitelerde
Fleksör sinerji	Omuz retraksiyonu	Kalça fleksiyonu
	Omuz abduksiyonu	Kalça abduksiyonu
	Omuz eksternal rotasyonu	Kalça eksternal rotasyonu
	Dirsek fleksiyonu	Diz fleksiyonu
	Ön kol supinasyonu	Ayak bileği eversiyonu
	Bilek fleksiyonu	Dorsal fleksiyon
	Parmak fleksiyonu	Parmak ekstansiyonu

Ekstansör sinerji	Omuz protraksiyonu	Kalça ekstansiyonu
	Omuz adduksiyonu	Kalça adduksiyonu
	Dirsek ekstansiyonu	Diz ekstansiyonu
	Önkol pronasyonu	Ayak bileği inversiyonu
	Bilek ekstansiyonu	Plantar fleksiyon
	Parmak fleksiyon	Parmak fleksiyon

Twichell' in tanımladığı motor iyileşme modelinde, inmeli hastada hareketler sinerji paternleri içerisinde gelişir. Sinerjiler kuvvetlendikçe spastisitede artış gözlenirken, izole hareketler ortaya çıkmaya başladıkça spastisite azalır (Aras ve Çakıcı 2004).

Brunnstrom ise Twitchell'in bu çalışmasını temel alarak motor fonksiyonun iyileşme dönemini 6 evre halinde açıklamıştır (Dinçer 2000).

1. Evre: Tutulan kolda hiçbir hareket yoktur. Flakstır.
2. Evre: Zayıf bileşik reaksiyonlarla ortaya çıkan sinerjilerle birlikte minimal spastisite mevcuttur. Önce fleksör sinerji açığa çıkar.
3. Evre: Temel ekstremitte sinerjileri yapılmaya başlanır. Spastisite maksimaldir.
4. Evre: Sinerjilerin dışında bazı hareketler ortaya çıkar, spastisite azalır.
5. Evre: İzole eklem hareketleri başlar, spastisite iyice azalır.
6. Evre: Spastisite kaybolur. Hızlı resiprokal hareketler dışında istemli hareketler yapılır.

İnme sonrası iyileşmenin büyük bölümünün inmeden sonraki ilk 3 ayda gerçekleştiği bildirilmiştir (Wade ve diğ. 1983). Ancak, iyileşmenin bu zaman dilimi ile sınırlı olmadığına dair kanıtlar vardır; el ve üst ekstremitte iyileşmesinin inmeden yıllar sonra dahi devam ettiği bildirilmiştir (Winstein ve diğ. 2016). İnme başladıktan sonraki üçüncü aya kadar, değişken bir spontan nörolojik iyileşme, rehabilitasyonun bir parçası olarak düşünülebilir (Kwakkel ve diğ. 2006). Geçmişte, inme sonrası spontan düzelme varlığı bazı yazarları üst ekstremitte fonksiyonunun düzelmesinin içsel olduğuna ve terapistler tarafından bu konuda çok az şey yapılabileceği gibi yanlış bir inancı yönlendirmiştir. Fonksiyonel sonuçta 3 ay sonra ortaya çıkan ilerlemeler, büyük ölçüde adaptasyon stratejilerini öğrenmeye bağlı gibi görünmektedir

(Platz 2019). Kanıtlar, gerçek iyileşmeyi destekleyen beyin reorganizasyonu veya alternatif olarak kompensasyon yoluyla yapılan nörolojik onarımın inmeden sonra subakut ve kronik fazda da olabileceğini düşündürmektedir (Krakauer ve diğ. 2006).

İnme sonrası motor fonksiyon düzelmesini öngörmek için algoritmalar geliştirilmiştir (Stinear ve diğ. 2014). Öngörücü değişkenleri yaş, cinsiyet, lezyon bölgesi, başlangıç motor bozukluğu, motor uyarılmış potansiyeller ve somato-duyusal uyarılmış potansiyelleri içerir.

1.7. Üst Ekstremité Rehabilitasyonu

Rehabilitasyon yaklaşımlarının çoğunluğunun filozofisinde motor beceri kazanımı için motor öğrenme prensipleri kullanılmaktadır. Motor beceri, bir amaca yönelik olarak yapılan ve öğrenilmesi gereken istemli davranış veya görev olarak tanımlanırken, motor öğrenme, motor beceri kazanımı için alıştırma ve deneyim sonucu harekette meydana gelen kalıcı değişikliklerdir. Motor öğrenme nöro-davranışsal değişikliklere sebep olur, nöral sistemin bilinçli bir kontrolden bilinçsiz kontrol moduna geçmesini, becerinin nöral temsilinin oluşmasını sağlar. Kortikal reorganizasyonun esnek veya değişken doğası, beceri öğreniminin temelidir.

Birey, çevre ve görev motor öğrenmede beceri kazanımı için gereken üç öğedir. Rehabilitasyon programında bu faktörlerden bir veya birkaçında değişiklik yapılarak ilerleme sağlanabilmektedir. Görev ve birey üzerinde yapılacak değişiklikler daha sınırlı iken 'zenginleştirilmiş çevre' daha çok sayıda seçenek sunmaktadır. Zenginleştirilmiş çevrenin sağladığı çeşitli görsel ve işitsel uyarılar bir yandan bozulmuş duyuyu normalize ederken, diğer yandan birey motivasyon ve başarıma hissi ile özyönetim kazanır. Böylece motor öğrenmenin hareketi planlama, doğru hamle için strateji geliştirme ve kompleks fonksiyonel davranış aşamaları gerçekleşir.

Nöroplastisite, bireyin yaşam süresi boyunca merkezi sinir sisteminde meydana gelen nöral bileşenlerin organizasyonundaki tüm değişiklikleri tanımlar. Bu değişiklikler çoğunlukla yaşlanma, çevreye adaptasyon ve öğrenme süreçleriyle ilgilidir. Üç tip plastisite tanımlanmıştır:

Deneyimden bağımsız plastisite: Doğum öncesi gelişim süreci ile ilişkilidir.

Deneyim-beklentili plastisite: Büyük ölçüde gelişim sırasında ortaya çıkar. Primer motor kortekse normal uyarı gelmesi gereklidir.

Deneyime bağlı plastisite: Mevcut olan nöronal toplulukları değiştirme sürecini ifade eder. Kortikal temsil alanları deneyime yanıt olarak genişler veya küçülür.

Nöroplastisite birden fazla seviyede ortaya çıkabilir; nöroplastisitenin doğası ve derecesi değişebilir. Kısa süreli hücrenel değişikler bir nöron popülasyonunun uyarılabilirliğinde geçici bir değişimin sonucu olarak meydana gelebilir. Uzun dönem yapısal değişiklikler ise bir becerinin uzun süre pratiğini takiben veya beyinde bir harabiyet sonrasında gelişir. Nöroplastisite, beyin hasarına yanıt olarak geliştirilen adaptif modifikasyonların temelindedir. Beyinde meydana gelen bir hasar sonrasında gelişen nöroplastisite rehabilitasyonun temelini oluşturur. İşkemik hasar, etkilenen alandaki tüm kompleks sinir ağının dramatik bir şekilde değişmesine neden olur. Yapılan çalışmalarda beyin hasarına yanıt olarak beyinde spontan plastisite geliştiği bildirilmiştir. Özellikle hasarlı hemisferin perilezyonel dokusunda olmakla birlikte karşı hemisferde, subkortikal ve spinal alanlarda da nöroplastik değişimlerin gerçekleşmesi söz konusudur.

Beyin yapısının nöroplastik özelliği, uygun rehabilitasyon programları ile kaybolan fonksiyonun tamamen veya kısmen iyileştirilmesi için kullanılabilir. Nöroplastisite mekanizmaları üzerine yapılan son araştırmalar, nörolojik terapötik müdahalelerin beyin hasarı veya hastalığından sonra iyileşmeyi şekillendirmek ve nöral plastisiteyi teşvik etmek için en iyi şekilde uygulanabilmesine dair ilginin artmasına neden olmuştur. Hayvan ve insan çalışmaları dil, davranış, biliş ve sensorimotor fonksiyon dahil olmak üzere birçok alanda iyileşmeyi optimize etmek için rehabilitasyonun bazı temel ilkelerini belirlemiştir. Özellikle sensorimotor geri kazanımı için, öğrenme ve deneyime bağlı plastisite süreçlerine önemli bir vurgu yapılmıştır. Sağlam sinir sistemindeki sensorimotor öğrenmede temel ilkeler dikkat ve görev uygulamasının tipidir. Farklı uygulama yöntemleri, motor yeteneğin kazanılma ve uzun süre devam ettirilebilme yeteneğini etkiler. Bununla birlikte, inme sonrası motor iyileşmenin bireyin tekrarlayan, yoğun ve belirgin bir görev uygulaması yapması gerektiğine dair fikir birliği vardır.

Deneyime bağlı plastisitenin temel prensipleri şunlardır;

Kullan veya kaybet: Kullanılmamaya bağlı olarak sinaps sayısında azalma meydana gelecek, kortikal haritalarda silinmeler ve değişimler ortaya çıkacaktır.

Kullan ve geliştir: Tecrübe-eğitim düzeyi arttıka sinaptogenezis ve sinaptik bağlantılardaki artışa bağlı olarak kortikal haritadaki değişim artmaktadır. Özel beyin fonksiyonuna ihtiyaç duyan aktiviteler bu davranış için gerekli beyin fonksiyonları ve yapılarında gelişmeye neden

olur. Benzer nöral değişikliklerin yaralanma sonrasında rehabilitasyona cevap olarak da açığa çıkabilir.

Özelleşme: Yeni becerilerin öğrenilmesi daha fazla nöral bağlantı oluşumu gerektirmektedir. Daha önceden kazanılmış motor hareketlerin tekrarı yeni sinaps oluşumuna veya kortikal haritada değişime neden olmamaktadır.

Tekrar: Beceri gerektiren hareketlerin öğrenilmesi için tekrar gereklidir. Hayvan çalışmalarında, bir sinaptik bağlantının oluşturulabilmesi (bir becerinin öğrenilmesi) için günde en az 400 tekrar yapılması gerekliliği belirtilmektedir. Hastanın etkilenen fonksiyonu tedavi dışında kullanmaya devam etmesi ve fonksiyonel kazanımlarını sürdürmesi için yeterli bir iyileşme düzeyi ve beyin yeniden organizasyonu amacıyla tekrarlama gerekebilir (Kleim ve Jones 2008).

Yoğunluk: Hareketin tekrarının yanı sıra stimölasyonun yoğunluğu da nöral plastisite sürecinde etkili olmaktadır. Düşük yoğunluktaki stimölasyon sinaptik bağlantılarda zayıflamaya yüksek yoğunluktaki stimölasyon ise artışa neden olmaktadır. Ancak aşırı yoğun uygulamaların hedef fonksiyonlarda inhibisyona da neden olabileceği unutulmamalıdır (Lisman ve Spruston 2005). Schallert ve diğerleri, sıçanların tek taraflı sensorimotor korteks lezyonlarından sonraki ilk 7 gün boyunca etkilenen ekstremitesini kullanmaya zorlanmasının, her iki ekstremitmeyi kullanmasına izin verilen sıçanlara kıyasla fonksiyonel sonucu olumsuz etkilediğini bulmuşlardır (DeBow ve diğ. 2004). Griesbach ve diğerleri travmatik beyin yaralanmasından sonraki ilk 6 günde yapılan istemli egzersiz programının (tekerlekli koşu) hipokampusta plastisite ile ilişkili moleküllerin ekspresyonunun azalttığını bulmuşlardır (Griesbach ve diğ. 2004). Buna karşılık, lezyondan 2 hafta sonrasına kadar ertelenen egzersiz, aynı moleküllerin bazılarının ekspresyonunu arttırmış ve uzaysal hafıza testlerinde fonksiyonel sonucu iyileştirmiştir. Plastisitenin doğru olarak ortaya çıkabilmesi için yeterli yoğunlukta stimölasyon gereklidir.

Zamanlama: Plastisitenin bir süreç olduğu ve zamanla olduğu unutulmamalıdır. Plastik değişim süreci dakikalar içinde başlamasına rağmen hafızanın oluşması zaman almaktadır. Zaman faktörü özellikle beyin hasarı sonrasında rehabilitasyon yaklaşımına karar verme sürecinde daha da önemlidir. Öğrenme sürecinde iyileşme ve kompensasyon birlikte rol almakla birlikte erken kompensatuar eğitimlerin, doğru iyileşme için engel oluşturacağı bilinmektedir. Bu yüzden de rehabilitasyona mümkün olan en erken sürede başlanması tavsiye edilmektedir. Erken rehabilitasyon kortikal dendrit oluşumunu hızlandırmaktadır.

Dikkat: Yeterli motivasyon ve dikkat göreve katılımı arttırmak için gereklidir. Nöral plastisite hedefe odaklı ve anlamlı amacı olan, fonksiyonla ilişkili ve gerçek yaşam kurgularını temel alan aktiviteler ile daha çok arttırılmaktadır. Dikkati arttırmak için egzersizin fonksiyonel olarak kişi ile ilgili ve kişi için önemli olması gerektiği öne sürülmektedir. Bir aktivitenin dikkat çekmesi için, kişinin yapmak istediği aktiviteyi yansıması gerekir.

Yaş: Deneyime bağlı sinaptik etkiyi artırma, sinaptogenez ve kortikal harita reorganizasyonunun yaşlanma ile beraber azaldığını, aktivite bağımlı nöral plastisitede yaşın önemli olduğu öne sürülmektedir. Plastisite yeteneği genç beyinlerde daha fazladır. Fonksiyonel kapasite çocukluk ve genç erişkinlik döneminde artar ve daha yaşlı yetişkinlerde azalır. Fonksiyonel değişiklikler büyük ölçüde genetik, kişilik, motivasyon, yaşam tarzı, sosyo-kültürel geçmiş, egzersiz fırsatları ve öğrenme deneyimlerindeki bireysel farklılıklara bağlıdır. Öğrenmedeki varyasyonlar, biyolojik ve çevresel faktörlerin kolektif veya etkileşimli sonuçlarıdır.

Transfer: Eğitim sonrası açığa çıkan bir nöral devredeki plastisite yeteneği eş zamanlı olarak ya da daha sonra kortikal haritayı geliştirebilir. Nöral fonksiyonda değişime neden olan plastisite aynı zamanda başka davranış ve becerilerin de ortaya çıkmasına, bu becerilerin artmasına neden olabilir. İnce motor beceri eğitimi, kortikospinal eksitabilitede bir artışa ve primer motor kortekste el kasının temsil edilmesinin genişlemesine neden olur (Pascual-Leone ve diğ. 1995).

Her ne kadar beyin hasarından sonra fonksiyonel olarak uygun sinaptik bağlantıların oluşumunu teşvik etmek için öğrenme gerekli olsa da, egzersiz, bu değişiklikleri desteklemek için verimli bir ortamı teşvik etmek için daha uygun olabilir. Egzersiz, omurilik, hipokampus ve diğer beyin bölgelerinde nöronların nöronal gelişimi ve devamlılığını sağlayan faktörlerin ekspresyonunda, serebellumda ve motor kortekste anjiyogenez ile sonuçlanır (Kleim ve diğ. 2003, Vaynman ve Gomez-Pinilla 2005). Hayvan modellerinde travmatik beyin hasarı veya omurilik hasarı sonrası, uygun zamanlamalı egzersizin nörotrofik faktörleri ve diğer plastisite ile ilgili molekülleri sağlam bir şekilde arttırdığı ve fonksiyonel sonucu iyileştirdiği bulunmuştur (Ying ve diğ. 2005).

Etkileşim: Nöral fonksiyonda değişime neden olan plastisite aynı zamanda başka davranış ve becerilerin de ortaya çıkmasına engel olabilir. Bir beceriyi geliştiren tedavi yaklaşımı diğer bir performans ile etkileşebilir. Devam eden fonksiyonlar yaralanma sonrası kaybedilmiş

fonksiyonların ortaya çıkmasını engelleyebilir. Eş zamanlı olarak verilen sözel uyarılar performansı artırırken öğrenmeyi yavaşlatabilir.

1.8. Üst Ekstremitte Rehabilitasyonunda Kullanılan Tedavi Yöntemleri

Multidisipliner kompleks rehabilitasyon müdahaleleri inme sonrası tedavinin temelini temsil etmektedir (Carolee ve diğ. 2016, Langhorne ve diğ. 2011). İnme rehabilitasyonu, kaybedilen fonksiyonu iyileştirmek ve inme hastalarının bağımsızlığını artırmak için mevcut bozuklukları hesaba katarak tüm olası yolları sağlamayı amaçlamaktadır. Zayıf üst ekstremitte iyileşmesinin, inmenin doğrudan etkisinin yanı sıra yetersiz ve/veya uygun olmayan terapötik müdahalelerden kaynaklanabileceği öne sürülmüştür (Carr ve Shepherd 2011). Bununla birlikte, “optimum tedaviyi” tanımlamak için çok az bilgi mevcuttur (Ballinger ve diğ. 1999).

Yıllar içinde değişiklik ve gelişmeler gösterse de inme rehabilitasyonu temelde üç yaklaşımdan oluşmaktadır. Bu yaklaşımlar; geleneksel tedavi, nörofizyolojik yaklaşımlar ve fonksiyonel eğitimidir. Teorik açıdan bakıldığında, üst ekstremitte motor bozukluğu için inme rehabilitasyon programı; global motor rehabilitasyon, elektriksel beyin stimülasyonu, motor aktivitelerde hemisferik uzmanlaşma, çok sensörlü etkileşim ve yoğun tedaviyi içermelidir (Johansson 2011).

Ek olarak, inme rehabilitasyonuna yönelik spesifik müdahalelerin fonksiyonel iyileşmeyi sağladığı ve engelliliği azalttığı da gösterilebilir: Hem kol-robot terapisi hem de ayna terapisinin motor bozukluğunu azalttığı ve kol fonksiyonunu arttırdığı gösterilmiştir (Mehrholtz ve diğ. 2018, Thieme ve diğ. 2018)

1.8.1. Geleneksel Tedavi

Pozisyonlama, eklem hareket açıklığı (EHA) egzersizleri, germe egzersizleri, güçlendirme egzersizleri, kompanzasyon teknikleri, mobilizasyon ve endurans egzersizlerinden oluşan rehabilitasyon programıdır. Motor kontrol ve koordinasyonun iyileştirilmesi için geleneksel yaklaşımlar; hareketin kontrolünde hissetmenin önemini öğrenmek için belirli hareketlerin tekrarına ve temel hareket ve postürlerin gelişmesine olan ihtiyacı vurgular (Richard ve diğ. 2010). Kas güçlendirme egzersizleri, paretik kolun direncine karşı progresif aktif egzersizlerdir. Bu egzersizler manuel bir dirence karşı veya ağırlık kullanılarak yapılabilir. İnme rehabilitasyonunda kas güçlendirme ve endurans eğitimi, uzun süre boyunca spastisiteyi artırdığı düşünüldüğünden, çok sık kullanılmamış olsa da

günümüzde beyin lezyonlu hastalara uygulanan rehabilitasyon programlarının önemli bir parçası olarak hak ettiği yeri kazanmıştır.

1.8.2. Nörofizyolojik Yöntemler

Nörolojik ve fizyolojik yapıların uyarılmasıyla gerçekleştirilen nöromusküler yeniden öğrenme tekniklerinden oluşan yöntemlerdir. Normale yakın hareket ve postürü elde etmek, normal tonusu sağlamak amaçlanır. Bu yöntemler arasında en çok kullanılanları Bobath, Brunnstrom, Rood, Knott, Kabat ve Voss'un geliştirdiği yöntemlerdir (Richard ve diğ. 2011).

1.8.3. Zorunlu Kullanım Tedavisi

Zorunlu kullanım tedavisi (ZKT), motor beceri öğrenme ilkelerini uygulayan terapötik bir yaklaşımdır. Bu tedavi yöntemi inmenin erken dönemlerinde hastanın etkilenen ekstremitayı kullanma güçlüğüne kompanse etmeye başlayıp, sağlam tarafa ağırlık aktarma esnasındaki güven nedeniyle gelişen öğrenilmiş kullanmama teorisine dayanmaktadır. Öğrenilmiş kullanmama maladaptif plastisiteye yol açarak motor iyileşmeyi sınırlayabilir. ZKT görev odaklı özel bir eğitim yaklaşımıdır. Spesifik stratejisi, yoğun eğitim süresiyle motor öğrenmeyi ve nöroplastisiteyi indüklemektir. ZKT protokolü; (1) art arda 10 hafta boyunca paretik üst ekstremitenin 6 saat / gün tekrarlayan görev odaklı uygulaması, (2) hastanın klinik ortamdaki becerileri gündelik hayatına taşıyabilmesi, (3) hastanın uyanık olduğu saatlerin % 90'ında paretik üst ekstremitenin kullanımını teşvik etmek için tutulmamış ekstremitayı koruyucu eldiven veya askı ile kısıtlamak, (4) performansın tutarlı bir şekilde ödüllendirilmesi (Moris ve diğ. 2006).

1.8.4. Elektrik Stimülasyonu (ES)

Duyusal elektrik stimülasyonu ve kassal elektrik stimülasyonu olarak ikiye ayrılır.

Duyusal elektrik stimülasyonu (Yüksek frekanslı transkutanöz elektriksel sinir stimülasyonu (TENS) ve elektroakupunktur TENS): Kutanöz elektrotların kullanımı yoluyla periferik bir sinirin elektriksel somato-duyusal olarak uyarılmasıdır. 80–100 Hz frekanslarına karşılık gelen yüksek frekanslı TENS duyusal tepkilere neden olurken, düşük frekanslı TENS de kas kontraksiyonlarına neden olabilir.

Kassal Elektrik stimülasyonu (Düşük Frekanslı Kutanöz Elektriksel Sinir Stimülasyonu ve Nöromusküler Elektrik Stimülasyonu (NMES)): Kas kasılmaları, yüzeysel elektrotlar yoluyla

elektriksel uyarımla ortaya çıkabilir. Periferik bir sinir üzerine yerleştirilen elektrotlar vasıtasıyla düşük frekanslı TENS, 1-5Hz stimülasyon frekanslarında kas kontraksiyonlarına neden olur. Bir kas üzerine yerleştirilen elektrotlarla NMES 10-50 Hz'lik stimülasyon frekanslarında kas kasılmalarına neden olur. NMES, pasif bir teknik olarak basit kas kasılmalarını ortaya çıkarmak için kullanılabilir veya elektromiyografik aktivite (EMG-NMES) veya ekstremite pozisyonu (pozisyonla tetiklenen NMES) ile aktif olarak kullanılabilir. Aktif olarak kullanılan elektrik stimülasyonunun iki şekli, inme hastalarının üst ekstremite görev odaklı eğitimine aktif katılımını artırır. Elektromiyogramla tetiklenen elektriksel stimülasyon, elektromiyografik biyo-geribildirim ile elektrik stimülasyonunun iletimini birleştirir. İnme hastası görevi denediğinde ve istemli kontraksiyonun EMG sinyali önceden belirlenmiş bir eşiği aştığında, hedef kasa tam aralıklı hareket oluşturmak için elektrik stimülasyonu iletilir (Francisco ve diğ. 1998).

1.8.5. Elektromiyografik Biyo-Geribildirim

Kaslar üzerine yerleştirilen eksternal elektrotlar vasıtasıyla kaydedilen motor ünite elektriksel potansiyelleri daha sonra, mevcut kas aktivitesini göstermek amacıyla, görsel ve/veya işitsel çıktılara dönüştürülerek hastalara geri bildirim sağlanır (Langhorne ve diğ. 2009). Kas tonusunun inme sonrası nöronal hasara bağlı olarak bozulması teorisine dayanır. Elektromiyografik geribildirim kullanılarak hastaların korunmuş nöronal yollarını kullanmayı öğrenmelerinin olası olduğu ileri sürülür. Hastanın duyularıyla ilgili farkındalığını artırıp, fonksiyon bozukluğu olduğunda bu durumu istemli şekilde kontrol edebilmesini amaçlar. Geribildirim giderek azaltılması ve azalmaya rağmen hastanın uygun cevabı vermeye devam etmesi, kontrolün sağlanabilmesi için gereklidir. Elektrotlar agonist/antagonist kaslara fasilasyon/inhibisyon amacı ile yerleştirilirler (Richard ve diğ. 2011).

1.8.6. Ayna Tedavisi

Somato-duyusal uyarıların kullanıldığı diğer yöntemlerin aksine, görsel uyarı temeline dayanır. Hastaların midsagittal planlarına yerleştirilen ayna vasıtasıyla; sağlam ekstremite hareket ettirilerek, etkilenen ekstremite hareket ediyormuş gibi bir görsel yanılsama oluşturulur. Uygulanmasının kolay olması ve ciddi motor kaybı olan hastalarda dahi evde kendi başına tedavi imkânı sağlamasından dolayı avantajlı bir yöntemdir.

1.8.7. Mental İmgeleme Tedavisi

Mental imgeleme; spesifik görev veya görevlerin mental olarak hayal edilmesi anlamına gelir. Amaca yönelik hareketlerin geliştirilmesi ve istemli hareketin stabilizasyonu amacıyla, hastanın fiziksel hareketi bilişsel olarak prova etmesidir (Langhorne ve diğ. 2009). Zihinsel pratik esnasında, hareket oluşturmak amacıyla depolanmış motor planlara erişilmesi ve mevcut hareketin güçlendirilmesi esasına dayanır (Barclay-Goddard ve diğ. 2011). Beyin görüntüleme çalışmaları hareketin istemli olarak yapılmasıyla, aynı hareketin yapıldığının hayal edilmesi esnasında aynı beyin bölgelerinin aktive olduğunu göstermiştir (Batson 2004).

1.8.8. Elektriksel Beyin Stimulasyonu

İnme sonrası etkilenen hemisferde kortikal uyarılabilirlik ve etkilenen kasların temsil edildiği alanlar azalırken, sağlam hemisferin uyarılabilirliği artar (Manganotti ve diğ. 2002). Etkilenen hemisferin, etkilenmeyen hemisferden kaynaklanan anormal derecede artmış hemisferler arası inhibisyonu motor iyileşmeyi olumsuz etkilemektedir (Murase ve diğ. 2004). İnterhemisferik kortikal uyarılabilirlik dengesinin yeniden sağlanması daha iyi prognoz ile ilişkilidir. Etkilenen hemisferin kortikal uyarılabilirliğini arttırmak veya sağlam hemisferin kortikal uyarılabilirliğini inhibe etmek dengeyi yeniden sağlamak için gerekli olan iki stratejidir. Repetitif transkraniyal manyetik stimülasyon (rTMS) ve transkraniyal direkt akım stimülasyonu (tDCS), hasarlanmış olan bölgenin aktivitesini arttıracak nörofizyolojik stratejiler olarak öne sürülmektedir (Traversa ve diğ. 1998).

Repetitif Transkraniyal Manyetik Stimülasyon (rTMS)

Korteks uyarılabilirliğini arttıran non-invazif, ağrısız, bir tel bobinin kafatasının üzerine kısa süreli, lokal manyetik alan oluşturmak için yerleştirildiği bir yöntemdir. Manyetik alan beyne girdiğinde nöronlar boyunca akan elektrik akımı oluşturur ve nöronal depolarizasyonu indükler. Yüksek frekanslı rTMS (>1 Hertz) korteks uyarılabilirliğini artırırken, düşük frekanslı (1 Hertz) rTMS korteks uyarılabilirliğini azaltır (Hsu ve diğ. 2012).

Transkraniyal Direkt Akım Stimülasyonu (tDCS)

Altta beyin bölgelerini polarize etmek için, kafatasına yerleştirilen elektrotlar aracılığıyla zayıf direkt akımların uygulandığı, noninvazif bir yöntemdir. 2 tipi vardır; anodal tDCS ve katodal tDCS. Anodal tDCS, kortikal nöronların depolarizasyonu ile korteksin uyarılabilirliğini artırırken, katodal tDCS kortikal nöronların hiperpolarizasyonu ile korteks uyarılabilirliğini azaltır. Anodal tDCS, hasarlı hemisfere uygulandığında plasebo tDCS'ye

göre kronik inmeli hastalarda üst ekstremit motor fonksiyonunun daha fazla geliştiği gösterilmiştir (Butler ve diğ. 2013).

1.8.9. Bilateral Eğitim

İnme sonrası, paretik olmayan üst ekstremit hareketinin eşzamanlı olarak yapıldığında paretik üst ekstremit hareketini desteklediğine dayanmaktadır. Bu terapi türünün kısmen tesadüfi bir şekilde (Mudie ve Matyas 2000) ve kısmen de motor kontrol literatüründen alınan içgörülerden kaynaklanan görece kısa bir geçmişi vardır. Bilateral eğitim, simetrik veya asimetrik tarzda ekstremitelerin tekrarlayan hareketlerinden oluşur. İki üst ekstremit arasındaki eşleşme (veya etkileşim) etkileri, sağlıklı denekleri içeren ritmik ekstremiteler arası koordinasyon çalışmalarında yoğun olarak araştırılmıştır (Kelso ve diğ. 1979, Ridderikhoff ve diğ. 2005). Mevcut kanıtlara göre, bilateral eğitimle gelişmenin altında yatan mekanizmalar, ipsilateral kortikosinal yolların aktive olması, kontralezyonel yarımkürede artmış aktivite ve inhibe edici mekanizmaların normalleştirilmesidir. Ipsilateral kortikosinal yolların, CST (kortikospinal traktus)'nin çaprazlaşmayan kısımları oldukları gösterilmiştir. Çaprazlaşmayan yolların tahmini yüzdesi %10- %20'dir (Chollet ve diğ. 1991) ve bazı araştırmacılar aktivasyonlarının bilateral eğitim ile stimüle edilebileceğini öne sürmektedir (Mudie ve Matyas, 2000).

Bilateral eğitim, harici bir cihaz yardımı ile veya cihazsız yapılabilir. Bilateral eğitimi kendi başına bir rehabilitasyon tekniği olarak kullanılmasının yanı sıra, diğer müdahalelerden önce bir hazırlık tedavisi olarak da kullanılabilir (Stinear ve diğ. 2014). Harici bir cihazın yardımı olmadan, terapist hastalara etkilenmiş üst ekstremitesini aynı anda (Kumar ve diğ. 1990), veya dönüşümlü olarak (Luft ve diğ. 2004) sağlam taraf ile beraber hareket ettirmeleri talimatını verir. Bilateral kol eğitimi için kullanılan robotik cihazlar çoğunlukla ritmik işitsel işaretleme (BATRAC), Bi-manu-track ve Rocker cihazıyla aktif ve pasif bilateral eğitimidir (APBT). Bu robotik cihazlar tipik olarak bilateral eğitim için kullanılır ve etki mekanizmaları, cihaz destekli olmayan bilateral eğitim ile aynı temellere dayanır.

1.8.10. Eylem Gözlem Terapisi (EGT)

Başkaları tarafından gerçekleştirilen özel eylemleri gözlemlemeyi ve daha sonra pratik uygulama öncesi bu eylemleri taklit etmeyi içeren bir eğitim süreci olarak tanımlanır (Fabbri-Destro ve Rizzolatti 2008). Önceki çalışmalar, EGT esnasında motor görevler yerine getirilirken yapılmış gözlemin fronto-pariyetal yollarda aktivasyona yol açabileceğini böylece görsel ve somatik girdilere bağlı olan amaca yönelik aktiviteleri hazırlayıp kontrol

edebileceğini göstermiştir (Frey ve diğ. 2011). Bu yolaklar eylemi izleme ve eylemi gerçekleştirme sırasında eşit olarak aktive olurlar ve ayna nöron sistemi olarak adlandırılırlar (Iacoboni ve diğ. 2005). İlk olarak makak beyinde gözlemlenen ayna nöronların insanda premotor korteks, suplementar motor alan, primer somatosensöriyel korteks ve inferior parietal kortekste buldukları tespit edilmiştir. Ayna nöron sistemini araştıran çalışmacılar, aktivitenin içeriğini anlamada ve hareketin ortaya çıkma sürecini tasarlamada önemli rolü olduğunu düşünmektedirler (Krams ve diğ. 1998).

EGT seansında hasta önce belli bir amaca yönelik günlük hareketin videosunu seyreder. Ardından izlediği hareketi yapmaya çalışır. Her seansta tek bir hareket için alıştırma yapılır. Hareket üç veya dört alt bileşene ayrılabilir. Performansı arttırmak için hareketin gerçekleştirilmesi farklı açılardan izletilebilir. Bir seans yarım saat sürer. İlk birkaç dakika fizyoterapist hastaya hedefi açıklar. Video birlikte dikkatle izlenir, hareketlerin detayları belirtilir. Hastanın motivasyonu sağlandıktan sonra gözlem evresi, hareketin bölündüğü her alt bileşen için 3 dakika olmak üzere toplam 12 dakika kadar sürer. Sonra hasta her hareket bileşeni için 2 dakika olmak üzere 8 dakika uygulama evresini gerçekleştirir. En uygun seans süresi ve tekrar sayısının ne olduğu üzerine çalışmalar sürmektedir.

1.8.11. Splintleme veya Ortez Kullanımı

Klinikte; spastisite ve ağrının azaltılması, fonksiyonel hareketin geliştirilmesi ve kontraktür, aşırı gerilme, ödemin engellenmesi için kullanılan dışarıdan uygulanan ve çıkarılabilen cihazlardır (Langhorne ve diğ. 2009). İnme sonrası kol veya elin rutin olarak splintlenmesi önerilmese de, hastada eklem hareketini engelleyecek düzeyde spastisite varsa, pasif eklem hareketini korumak amacıyla kullanılmalıdır (Intercollegiate Stroke Working Party, 2012).

1.8.12. Robot Yardımlı Tedavi

Robotik cihazlar fizyoterapiste bağımlı olmadan, üst ekstremitenin yüksek yoğunluklu, tekrarlayıcı, görev odaklı ve hasta ile karşılıklı etkileşimli tedavisine olanak sağlarlar (Langhorne ve diğ. 2009). Pasif hareket yöntemi ile tedavi paralizili hastalarda erken dönemde rehabilitasyonun etkinliğini arttırmaktadır (Weiller ve diğ. 1996). Pozitron Emisyon Tomografisi (PET) ya da Elektroensefalografi (EEG)/Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRG) ile yapılan beyin görüntüleme çalışmaları pasif hareket yönteminin motor bağlantıların aktivasyonunu kolaylaştırdığını göstermiştir (Alary ve diğ. 1998). Sağlıklı

ve hemiplejik olgularda fMRG ile kanıtlandığı gibi pasif rehabilitasyon eğitimi ile beyin aktivasyonunu değiştirmek mümkündür (Carel ve diğ. 2000).

İnme sonrası rehabilitasyon programları çoğunlukla zaman alıcıdır ve hem hasta hem terapist için bire bir etkileşime ihtiyaç duyar. Son teknolojiler inme sonrası tekrarlayan hareketleri yoğun ve güvenli bir şekilde yapma imkanı sağlayan robotik cihazları kullanma imkanı sunmuştur. Robotik teknolojinin ana yararlarından biri, robot yardımlı tedavi yönteminin daha nicel ve tekrarlanabilir eğitim ile rehabilitasyon programlarını yürüterek terapistte yardımcı olmasıdır (Song ve diğ. 2008).

1.8.13. Tele-Rehabilitasyon

Tele-rehabilitasyon, tıbbi rehabilitasyon hizmetlerinin enformasyon ve iletişim teknolojileri vasıtasıyla uzak mesafelere iletilmesi olarak tanımlanabilir. Bu sistemler aracılığıyla rehabilitasyon hizmetleri uzaklara taşınabilmekte, hatta doğrudan hastanın evine kadar götürülebilmektedir. Tele-rehabilitasyon, değerlendirme, izleme, önleme, müdahale, gözetim, eğitim, danışma ve danışmanlık dahil bir dizi rehabilitasyon hizmetlerini kapsamaktadır. Tele-rehabilitasyon hizmetleri temel olarak şu başlıklara hizmet vermektedir:

- Hastanın fonksiyonel durumunun değerlendirilmesi
- Hastanın uzaktan klinik yönetimi
- Rehabilitasyon programlarının uzaktan yönetimi
- Hastanın veya bakım verenin ihtiyaçlarını belirleme
- Profesyonellerin ve bakım verenlerin eğitimi

Tele-konsültasyon, tele-evbakımı, tele-izlem ve tele-terapi başlıkları altında incelenebilir.

Tele-konsültasyon: Hasta ile rehabilitasyon uzmanı arasında interaktif video konferansı kullanılarak yapılan görüşme yöntemidir. Yardımcı cihaz, ortez, tekerlekli sandalye reçetesi oluşturmak veya bu cihazların kullanımını içeren bir konferans yapmak örnek olarak verilebilir.

Tele-evbakımı: Bir terapistin uzaktan hastanın evindeki rehabilitasyon müdahalelerini koordine etmesidir.

Tele-izlem: Terapistin hastayı izleme veya değerlendirmesine olanak sağlayan teknolojiyi kullandığı klinik bir uygulamadır. Hastanın herhangi bir durumdaki davranışlarını izleme ve bazı parametreleri ölçüp değerlendirme amacıyla yapılan bir uygulamadır.

Tele-terapi: Hastanın terapist tarafından uzaktan yönetilen bir terapi programı kullanılarak evde terapötik faaliyetler gerçekleştirdiği bir telerehabilitasyon sunum modelidir.

1.8.14. Sanal Gerçeklik (SG) Tedavisi

Teknolojinin rehabilitasyonda kullanımı, öğrenme ortamını manipüle etme ve daha yoğun bir öğrenme deneyimi elde etme fırsatı sunmaktadır. Teknoloji kullanılarak biliş, motor kontrol, emosyon ve irade, sosyal ve kişisel beceriler ile ilgili kazanımlar elde edilebilir.

Rehabilitasyonda teknolojinin kullanımının motor öğrenme ile kesişen amaçları şu şekilde özetlenebilir:

1. Egzersiz ve fonksiyonun geri kazanımı
2. Gerçek zamanlı duyuşal geribildirim sağlanması
3. Objektif ölçümler ile performans bilgisi edinilmesi (monitorizasyon, sonuç takibi, hasta takibi)
4. Motivasyonu artırarak tedaviye aktif katılımın sağlanması
5. Gerçek yaşam stimülasyonunda aktivite eğitimi
6. Destekleme
7. Fiziksel aktivite düzeyini artırmak
8. Tedavide hasta ve fizyoterapistin olası tükenmişliğini azaltma

Nöral plastisitenin geliştirilmesiyle alakalı olarak rehabilitasyonda teknoloji kullanımı sanal gerçeklik uygulamaları ile örtüşmektedir. Günümüzde diğer rehabilitasyon teknolojileri (robotik teknolojiler, giyilebilir teknolojiler vb.) motor öğrenmeyi sağlamak veya arttırmak için SG ile entegrasyon göstermektedir.

SG teknolojileri, hastalara motor becerilerini uygulayabilecekleri alternatif ve uygun bir ortam sağlar; fiziksel kısıtlamaları azaltarak daha etkin bir rehabilitasyon süreci geliştirilmesine yardımcı olur. Genel olarak, inme sonrası, hastanın fiziksel çevre ile etkileşime girme kabiliyeti azalır. Bu teknolojiler, klinik ortamlarla bütünleşmiş ve her bireyin kendine özgü ihtiyaçlarına göre uyarlanmış, gerçeğe uygun zenginleştirilmiş kontrollü bir ortamda eğitim yapılmasına olanak sağlamaktadır. Sanal gerçeklik dört temel motor öğrenme değişkenine odaklanmaktadır: Pratik, geribildirim, motivasyon ve gözlemsel öğrenme.

Sanal gerçeklik ortamının sağladığı görsel input, duyuşal motor devrelerin yeniden düzenlenmesi için stimulasyon sağlayabilir. Hareketlerdeki bozuklukları azaltmak için geribildirim kullanmayı öğrenen kişide aktif uygulama sayesinde motor ve premotor bölgelerdeki nöral aktivite şekillenir.

Bununla beraber, eylemlerin sık tekrarlanması ve gözlemlenmesi, motor ve premotor bölgelerdeki kortiko-kortikal etkileşimleri (fasilitasyon ve inhibisyonu) etkileyebilir. Sanal gerçekliğin en değerli özelliklerinden biri, gerçek dünyada mümkün olmayan duyuşal manipülasyonların (renk, parlaklık, biçim, işitsel girdi, zamansal/mekansal farklılıklar) kullanılmasına olanak sağlamasıdır. Bu özellikler geribildirime bağılı nöral reorganizasyonun geliştirilmesini üst düzeye çıkarabilir.

SG oyun ve görev simülasyonları, kronik inme hastalarına tekrarlayan yoğun bir uygulama sağladığı için giderek daha popüler hale gelmektedir. Uygulayıcıların ilgisini artırma potansiyeli ve görev yeniliklerinin olması nedeniyle etkili bir rehabilitasyon uygulamasıdır. Çalışmalarda kronik inmeli bireylerde sanal gerçeklik uygulamalarının kortikal reorganizasyonu sağlayarak nöroplastisite ve ilişkili lokomotor fonksiyonu geliştirdiğine dair Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI) ile kanıtlar sunulmuştur (Sung ve diğ.2005). Ayrıca fMRI çalışmalarından elde edilen veriler, öğrenilen göreve özgü motor eğitimin, inme sonrası artan ekstremitte kullanımına kıyasla daha büyük nöroplastik değişikliklere neden olduğunu göstermektedir. Yapılan çalışmalarda sanal gerçekliğin inmeden sonra kas kontrolünün iyileşmesiyle ilgili birincil ve ikincil motor alanların aktivasyonunu teşvik ettiği belirtilmiştir. Ayrıca sanal gerçeklikte kullanılan izleme sistemleri zaman içinde meydana gelen gelişmeleri kaydetmek için iyi bir araçtır. Sanal gerçeklik uygulamalarının ICF (The International Classification of Functioning, Disability and Health) boyutları ile örtüşmesi nedeniyle erken dönem inme rehabilitasyonunda üst ekstremitte fonksiyonlarını geliştirmek amacıyla kullanımı önerilmektedir (Yin ve diğ. 2014).

Sanal bir ortam, bilgisayar teknolojisi tarafından üretilen 3 boyutlu dijital alan olarak tanımlanabilir, bir yüzey üzerinde yansıtılan görsel uyarılardan ve genellikle bir elektronik cihaz tarafından üretilen işitsel uyarılardan oluşmaktadır. Sanal ortam, kullanıcıya haptik (temas), koku ve tat uyarıları da sunabilir. Sanal ortamın amacı kullanıcıyı fiziksel dünyadan çıkarmak ve sentetik bir dünyaya sokmaktır.

SG, gerçeğe çok yakın bir zamanda, bir kullanıcının sanal bir ortam ile etkileşime girmesine izin veren bir uygulamadır. Sistem ve program türüne bağılı olarak, kullanıcı çevre

ile egosantrik bir bakış açısıyla (birinci şahıs bakış açısı) veya alosentrik bir bakış açısıyla (üçüncü şahıs bakış açısı) etkileşime girebilmektedir. Alosentrik durumda, kullanıcı kendisinin “avatar” olarak adlandırılan sanal bir temsilini taşımaktadır. Kullanıcı ayrıca sanal nesnelere üzerinde de hareket edebilmekte ve sanal varlıklar (örneğin, şahıslar, hayvanlar) ile etkileşime girebilmektedir. Radyo ve televizyon gibi daha pasif ortamlarla karşılaştırıldığında, SG'nin daha yüksek bilişsel, sosyal ve fiziksel etkileşimleri, sanal ortamın kullanıcı üzerindeki etkisini arttırabilmektedir. Daha fazla kapsayıcı egosantrik sanal gerçeklik sistemlerinde, kullanıcı “tracker” olarak bilinen en az bir giriş cihazı kullanarak kendi hareketleri aracılığıyla sanal ortam ile etkileşime girebilmekte, böylelikle kendi konumunu uzayda tespit edebilmekte ve sürekli olarak bir bilgisayara iletmektedir. Bilgisayar bu verileri sanal ortam ile ilişkili veri tabanı ile sürekli karşılaştırıp, tetiklenecek sentetik uyarıyı belirlemekte ve çıkış cihazlarını bu uyarıları devreye sokmak için tetiklemektedir. Tüm bunlar çok yakın gerçek zamanlı olarak gerçekleştirilmekte ve çoklu duyuşsal modalitelere yol açabilmektedir. Genel olarak, başa giyilen bir tracker, üç serbestlik derecesini veya altı serbestlik derecesini izlemeyi destekleyebilmektedir; üç serbestlik derecesine sahip olan “tracker” sadece kafa rotasyonunun izlenmesine izin verirken, altı serbestlik derecesine sahip olan versiyonu baş rotasyonunun yanı sıra yatay ve dikey hareketin de izlenmesine izin vermektedir.

SG sistemi şunlardan oluşmaktadır:

- Kullanıcıyı sanal ortama bağlayan harici araçlar (görsel, işitsel ve dokunsal)
- Kullanıcının konumunu ve hareketini izleyen dahili araçlar (izleyici, eldiven, joystick ve exoskeletons, fare)
- Sanal ortamı yaratan bir grafik görüntü oluşturma sistemi
- Sanal dünyadaki modelleri / nesnelere şekillendirmek için kullanılan yazılım ve veri tabanı (şekiller, dokular, nesne hareketi)

Kapsama (Immersion)

Uyarılan duyuların sayısı, etkileşimin sayısı ve seviyesi ve sentetik uyarıların doğruluğu gibi faktörler, bir sanal gerçeklik sisteminin kapsama seviyesine katkıda bulunmaktadır. Bu kavram çevreyi simüle etmek için kullanılan uyarıların niteliğine ve miktarına karşılık gelmektedir ve sistemin nesnel bir tanımlamasıdır. Kapsama seviyesi aynı zamanda sistemin kullanıcıyı sanal ortama yabancı olan uyarıcılardan (örneğin, oda lambaları

ve harici gürültü) izole etme kabiliyetine de bağlıdır. Non-immersive (kapsayıcı olmayan), semi-immersive (yarı-kapsayıcı) ve immersive (kapsayıcı) SG sistemleri arasında ayırım yapmak kullanım açısından önemlidir.

- Kapsayıcı olmayan bir SG sistemi, monitör, klavye ve fare ile geleneksel grafik çalışma istasyonunu kullanır.
- Yarı-kapsayıcı bir sistem, görsel sahneyi göstermek için geniş bir yüzeyle birleştirilen nispeten yüksek performanslı bir grafik sistemi kullanır.
- Kapsayıcı bir SG sistemi, görsel sahneyi kullanıcının görüş alanını tamamen dolduran bir tür kafa montajlı cihaza veya kullanıcıyı “saran” büyük projeksiyon yüzeylere yansıtır.

Milgram’ın Gerçeklik-Sanallık Sürekliliği

1994 yılında P. Milgram ve arkadaşlarının çalışmasında gerçeklik-sanallık sürekliliği kavramı tanımlanmıştır. Gerçek dünyadaki nesnelere, video görüntülerinde olduğu gibi görüntüleme sistemine gerek kalmadan görüntü verilerinin taranması, iletilmesi ve çoğaltılmasıyla basitçe gösterilebilirler (Milgram ve Kishino 1994). Bu tanımlanan karma gerçeklik, “gerçek ortam” ve “sanal ortam” arasında olan herhangi bir yerdir.

Arttırılmış Gerçeklik

Arttırılmış gerçeklik destekli teknolojiler geliştikçe eğitim, tıp, mimarlık, bakım, eğlence ve afet yönetimi gibi çeşitli alanlarda araştırılmış ve kullanılmıştır. Mental sağlık alanında yeni teknolojilerin kullanımı daha da yaygınlaşmaktadır ve sanal gerçeklik gibi, arttırılmış gerçeklik hastaların zihinsel sağlık hizmetlerine daha kolay erişebilmelerini sağlamaktadır. Bu teknolojilerin güçlü temsil etme ve daldırma kabiliyetleri nedeniyle, arttırılmış gerçeklik hastaların tedavilerine katılımını arttırabilmektedir.

Arttırılmış Gerçeklik & Sanal Gerçeklik

Tam bir sanal ortam oluşturan sanal gerçeklik sistemlerinin tersine arttırılmış gerçeklik sistemleri, kullanıcının dünya algısına sentetik unsurlar ekleyerek sentetik olmayan ortamı oluşturmaktadır. Sanal gerçeklik, mevcut fiziksel ortamı sanal bir sistem ile değiştirirken arttırılmış gerçeklik, mevcut ortamın üzerinde sanal unsurları kullanmaktadır. Milgram ve Kishino arttırılmış gerçekliği bir karma gerçeklik (Mixed Reality), yani “sanal gerçeklik ile ilgili teknolojilerin özel bir alt sınıfı” olarak sunmaktadır ki bu şekilde kullanıcı, elektronik olarak birleşmiş sentetik ve sentetik olmayan öğelere maruz bırakılmaktadır. Milgram’ın

Gerçeklik-Sanallık Sürekliliği, karma gerçekliğin gerçek ve sanal ortamlara kıyasla kendini nerede konumlandığını göstermektedir.

Bir sanal gerçeklik kullanıcısının tersine, arttırılmış gerçeklik kullanıcısı içinde olduğu alandan “ayrılmaz”, bu yüzden sentetik olmayan dünyada “varlığını hissettirir”. Bir sistemin arttırılmış gerçeklik olarak sınıflandırılabilmesi için aşağıdaki şartların sağlanması gerekmektedir:

1. Gerçek ve sanal nesnelere gerçek bir ortamda birleştirilmesi
2. Etkileşimli ve gerçek zamanlı olarak çalışması
3. Gerçek ve sanal nesnelere birbirleriyle hizalaması

Sanal elementlerin amacı, kullanıcının deneyimi ve bilgisini arttırmaktır ve önerilerden (örneğin bir binanın adı, hedefe olan mesafe) veya varlıklardan (örneğin bir nesne, bir kişi) oluşabilmektedir.

Bir arttırılmış gerçeklik ortamının deneyimlenmesi, sanal ortam deneyiminden temel olarak farklıdır: Arttırılmış gerçeklik ortamının kullanıcısı, farklı bir yere “taşınmaz” dolayısıyla, kendi başına bir dalma mevcut değildir. Bunun yerine sanal öğeler kullanıcının dünyasına taşınıp onunla uyumlu olmaktadır. Özet olarak sanal bir ortamda kullanıcı sanal dünyaya yerleştirilir”, arttırılmış gerçeklik ortamda ise, kullanıcının dünyasına yerleşen sanal nesnelere vardır.

Nörorehabilitasyon bağlamında, sanal gerçeklik tedavisi, kullanıcının etkileşimini sağlayan ve birçok duyuyu hedefleyen bir senaryo, ortam veya aktivitenin gerçek zamanlı simülasyonunu içeren bir beyin-bilgisayar etkileşim yöntemi olarak tanımlanabilmektedir. Özellikle SG'nin robotik ve haptik ara yüzlerdeki son teknolojik ilerlemeler ile kombinasyonu, kullanıcılara sanal ortamda bir yaşam tarzı gibi etkileşim deneyimi sağlamaktadır. Sanal gerçeklik teknolojisi, bireyin sinir sistemine anlamlı ve uygun uyarım sağlamak için kullanarak, hem bilişsel hem de motor rehabilitasyonu teşvik etmek için nöroplastisiteden faydalanabilmektedir.

Düzenli video oyunları oynamak, tekrarlanan herhangi bir aktivitede olduğu gibi bireylerde beyin plastisitesine sebep olmaktadır. Bununla beraber becerilerin iyileşmesi ile alakalı olarak herhangi bir oyunun diğerine bir üstünlüğü bulunmamaktadır.

Sanal Gerçekliğin rehabilitasyondaki yeri

Motor rehabilitasyon alanında SG, uygulanabilir bir rehabilitasyon ortamı sağlamaktadır. Motor rehabilitasyonun ana bileşenleri olan etkili tekrarlama, etkilerin değerlendirilmesine ve çok sayıda tekrarlanan egzersize bağlı kalmak için gerekli olan motivasyona olanak sağlamaktadır. Bu bağlamda, SG inme, kafa travması, Parkinson, brakial pleksus, serebral palsi, ortopedik rahatsızlıkların, rehabilitasyonunda denge, kas güçlendirme, propriosepsiyon için kullanılmakta olup ve GYA' nin yeniden eğitiminde de önemli bir role sahiptir.

Rehabilitasyonda uygulanan SG tedavisinin bazı faydaları şunlardır:

- Uyarın ve uyarının tutarlılığı üzerinde tam kontrol
- Uyarını basitten daha kompleks olanlara değiştirebilme yeteneği
- Hastanın ilerlemesini kolayca derecelendirme ve kaydetme yeteneği
- Güvenli bir öğrenme ortamı sağlamak
- Hastanın ihtiyaçlarına göre, kişiselleştirilmiş tedavi sunma imkanı
- Oyunun rehabilitasyon sürecine dahil edilmesiyle, hastanın motivasyonu üzerinde olumlu etkisi

1.9. Yaygın Ticari SG Ürünleri

Yeni nesil başa-takılan ekranlarda oda büyüklüğünde bir ortamda baş pozisyonunu tahmin eden takip sistemi kullanılmaktadır. Bu özellik sayesinde kullanıcılar mutfak, süpermarket koridorları veya sokaklar gibi gerçek boyutlu sanal ortamları keşfedebilir, gezebilir ve hareket edebilir.

Oculus Rift: Kullanıcısına sanal dünyayı 360 derece açıda sunan, sanal dünyaları gerçek gibi gösterir kolay erişilebilir, diğer sistemlerle uyumluluğu tamdır. Baş hareketlerini takip ederek, görüntülenen içeriğin güncellenebilmesini sağlar. Normal bir masa üzerine sabitlenerek, eğimli olarak tasarlanmış, başa takılan gözlüğe bakacak şekilde yerleştirilen mikrofon şeklindeki iki IR kamera kullanılmaktadır (Çizim 1.1).



Çizim 1.1. Oculus Rift

HTC Vive: Baş yüksekliğinin üzerinde bir duvara sabitlenecek şekilde tasarlanmış iki adet baz istasyonu kullanmaktadır (Çizim 1.2). Baz istasyonları aralarında maksimum 5 metre ve başa takılan gözlüğe eğik olacak şekilde yerleştirilmelidir.



Çizim 1.2. HTC Vive

Bu sistemlere ek olarak oyun endüstrisi, toplum içi alanlarda kullanım için çeşitli sistemler geliştirmiştir. Böylece bu teknolojiyi hem ekonomik hem de ulaşılabilir bir hale gelmiştir. Bu sistemler ekranda oluşan avatar hareketlerinin interaktif olarak gözlenmesini sağlamakta ve nöroplastisite için ihtiyaç duyulan rehabilitasyon yoğunluğunu sağlayabilmektedir (Buccino ve diğ. 2006). Sony Playstation II Eyetoy, Nintendo Wii ve Microsoft Xbox 360 Kinect bu teknolojiyi kullanan ve yaygın olarak kullanılan ticari oyun konsollarıdır.

Sony Playstation II Eyetoy™: Sony firması tarafından Playstation oyunları esnasında kullanılmak amacıyla 2003 yılında piyasaya sunulan ve web kamerasına benzer renkli bir dijital kamera cihazıdır (Çizim 1.3). Kamera vasıtasıyla sağlanan görüntüleri işlemek için bilgisayar hareket tanıma sistemi kullanır. Böylece, kullanıcılara hareket, renk ve sesi kullanarak, oyunlar ile etkileşime geçme olanağı sağlar. Kullanıcıların kendi kamera görüntüleri direkt olarak ekranda oluşturulur, hareketleri algılanarak sanal çevre ile etkileşime geçmeleri sağlanır.



Çizim 1.3. Sony Playstation Eyetoy

Nintendo Wii™: Nintendo Wii 2006 yılının sonunda, Wii denge platformu ise Temmuz 2007'de piyasaya sürülmüştür (Nintendo Co. Ltd., Kyoto, Japonya). Günümüzde diğer video bazlı oyun sistemlerine göre hem kliniklerde hem de literatürde daha fazla kullanılmakta olduğu görülmektedir (Çizim 1.4). Piyasadaki ilk oyun cihazı olmasının yanı sıra

rehabilitasyon programlarına kolay entegre olabilen bir donanıma sahip olması da bunun nedenlerinden sayılabilir.

Aktivite kontrolü sağlayan kumanda, hareketlerdeki değişimi algılayan sensör, sistem konsolu, adaptör ve bağlantı kablosundan oluşmaktadır. Diğer oyun konsollarından ayıran en önemli özelliği sisteme özel bir denge platformuna sahip olmasıdır. Denge platformu, tartı ya da vücut salınımlarına duyarlı bir “gamepad” olarak kullanılabilmekte ve kişilerin hem değerlendirilmesine hem de farklı egzersizleri yapmasına imkan sağlamaktadır.



Çizim 1.4. Nintendo Wii

Microsoft Xbox 360 Kinect™: Xbox 360™ oyun konsolu için bir hareket algılama cihazı olarak Kasım 2010'da Microsoft tarafından piyasaya sunulmuştur. İşitsel emirleri ve hareketleri kullanan bir doğal kullanıcı arayüzü aracılığı ile herhangi bir oyun kontrolcüsü olmaksızın, kullanıcının oyun konsolu ile etkileşime geçmesini sağlar (Çizim 1.5). Kullanıcı için, direkt olarak gerçek hayatta ortaya çıkan hareketlerini ekranda gösteren bir avatar (sanal karakter) oluşturmaktadır. Xbox 360 Kinect™ ile kullanıcılar SG ortamını özel bir kontrolcü olmaksızın görebilir, kullanıcının hareketleri gerçek zamanlı olarak kaydedilebilir ve anlık olarak geri bildirim sağlanabilir. Son zamanlarda yapılan bir derleme, kullanıcı kabulünün yüksek olduğu, haftada 180 dakikanın güvenli bir şekilde tolere edilebileceği ve motor işlevini olumsuz yönde etkilediğine dair kanıt bulunmadığını belirtmiştir (Thomson ve diğ. 2014).



Çizim 1.5. Microsoft Xbox

Yukarıda bahsedilen Sanal Gerçeklik sistemleri haricinde üst ekstremitelerle robotları ile kombine edilen SG sistemleri de mevcuttur. Bu sistemler:

i-Proksimal hareket: Omuz ve dirsek hareketleri:

InMotion ARM (Interactive Motion Technologies Corp, Watertown, MA) görevlere ve oyunlara ulaşmada katılımcıların ellerini bir bilgisayar faresi gibi hareket ettiren bir robottur (Çizim 1.6). Dirsek fleksiyon/ekstansiyonu, omuz pro/retraksiyonu ve omuz internal/eksternal rotasyonu çalışabilen sanal gerçeklik teknolojisi ile entegre ve seans boyunca 400-1000 tekrar arasında seçilmiş aktivitelerin tekrarını yapabilme kapasitesine sahiptir. Eklem hareket açıklığı, koordinasyon, hız ve kuvvet eğitimi amacıyla kullanılabilen cihazın kolay giyilmesi ve kullanılması en önemli avantaj olarak göze çarpmaktadır. İnme sonrası (<6 ay) çok merkezli bir deneyde, 12 hafta boyunca 36 saatlik robot terapisinin, Fugl-Myer değerlendirmesini 2 puan artırdığı, bunun klinik olarak anlamlı olmadığı görülmüştür (De Santis ve diğ. 2014). Diğer ölçümlerde geleneksel tedaviyle farklılık gözlenmemiştir. Her iki grup da gelişmiş, ancak bir takip çalışması robotun katılımcı başına 5 bin dolarlık maliyeti nedeniyle etkinliğini sorgulamıştır (Wagner ve diğ. 2011).



Çizim 1.6. InMotion Arm

Armeo (Hocoma Corp, Norwell, MA) Power, Spring, and Boom Spring ve Boom, sanal görevlerde ve oyunlarda asiste edilen 3D kol hareketine imkan veren exoskeletonlardır (Çizim 1.7). Armeo, 6 serbestlik derecesine sahip jenerasyonun en gelişmiş cihazlarından birisidir. En önemli özelliği olarak hastanın aktif katılımının sağlanması olduğu öne sürülmektedir. Cihazın Güç kısmı, kolu yönlendirmek için motorlar kullanır, Spring, kol hareketini için gereken eforu azaltmak için pasif yaylar kullanır ve Boom, kolu yerçekimine karşı destekler. Hastalar önce Gücü, sonra Spring'ı, sonra da Boom'u harekete geçirirler ve sanal görev uygulamaları için daha az yardıma ihtiyaç duyarlar. 77 kronik inmeli hasta 8 hafta 24-45 dakikalık seanslarda tedaviye alındığı randomize kontrollü bir çalışmada, Fuyl-Meyer değerlendirmesinde konvansiyonel bakıma kıyasla 0.78 puan anlamlı bir sonuç elde edildi (Colomer ve diğ. 2013).



Çizim 1.7. Armeo

ii- Distal hareket- El, elbileği ve parmaklar; Müzik eldiven (Flint Rehabilitation Devices LLC, Irvine, CA) (Çizim 1.8) sensör sayesinde müzik notalarını çalmak için baş parmağınızı diğer parmak uçlarına dokunarak parmak hareketlerinizi çalıştırır. 12 orta derecede bozulmuş kronik inmeli hastada (2 hafta boyunca 6 saat) yapılan tek kör kör bir krossover çalışmada, Tahta Kutu ve Blok testinde konvansiyonel tedaviden 3,2 küp fazla sonuç elde edilmiştir (Friedman ve diğ. 2014).



Çizim 1.8. Flint Rehabilitation

HandTutor (MediTouch Ltd, Israel), terapi oyunlarını parmak veya bilek fleksiyonu / ekstansiyonu ile kontrol etmek için bir sensör eldiveni kullanır (Çizim 1.9). Kontrollü bir çalışma, 31 kronik inmeli hastaya konvansiyonel tedaviye ek olarak 20- 30 dk sanal gerçeklik tedavisi uygulaması sonucu, SG lehine istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiş olsa da 10 gün sonraki takip değerlendirmesinde aynı sonuçlar gözlenmedi (Carmeli ve diğ. 2011).



Çizim 1.9. HandTutor

Amadeo (TyroMotion GmbH, Graz, Austria) sanal gerçeklik tedavisi sırasında bireysel parmak hareketine yardımcı olan, ancak kolun sabitlenmesini gerektiren bir el dış iskeletidir (Çizim 1.10).



Çizim 1.10. Amadeo

2. AMAÇ

Rehabilitasyonun odak noktası fonksiyonu yeniden oluşturmak ve düzgün sinaptik iletimi harekete geçiren beyin plastisitesini kolaylaştırmaktır. Etkin rehabilitasyon, hastaların aktif katılımına ve yüksek tekrar sayısına ihtiyaç duyar. Ancak rehabilitasyon uygulanmasında sınırlı tekrar, motivasyon eksikliği ve hastaların görev ve becerileri yerine getirmesindeki problemler gibi iyileşme sürecini doğrudan etkileyen belirli sınırlamalar mevcuttur. Geleneksel terapi yöntemleri nöro-plastisiteyi artırmak ve fonksiyonel iyileşmeyi teşvik etmek açısından faydalıdır ancak her zaman tatmin edici olmayabilir. Çünkü nörolojik rehabilitasyon sonrası hastaların sadece % 20'si sosyal yaşamlarına ve iş faaliyetlerine tamamen devam etmektedir. Bu nedenle, inme sonrası hastaların yaşam kalitesinin yanı sıra fonksiyonel sonuçlarını en üst düzeye çıkarmak için daha etkili ve hastaya özel rehabilitatif yaklaşımlar ve rehabilitasyon ekibinde çalışan sayısını artırmadan göreve özgü eğitim dozunu artırabilen terapötik müdahaleler gereklidir.

Çizelge 2.1. Konvansiyonel Rehabilitasyonun Kısıtlılıkları

Çok zaman alması
Çok sayıda personel ve malzeme gerektirmesi
Hasta uyumluluğuna bağlı olması
Bazı hastalarda beklenen iyileşmenin görülmemesi
Tedavinin başlangıcında, etkilerin hastalar tarafından yeterince beğenilmemesi
Tedavi süresi uzadıkça, sigorta ödemelerinde problemler yaşanması

Langhorne ve diğ. 2009.

Çizelge 2.1.'de belirtilen sebeplerden ötürü inme rehabilitasyonunda yeni yöntemlere ihtiyaç duyulmaktadır. Tekrarlayan görev eğitiminin, yürüme mesafesini, yürüme hızını artırmak ve üst ekstremitte fonksiyonunu iyileştirmek yönünden etkili olduğu gösterilmiştir (French ve diğ. 2016, Veerbeek ve diğ. 2014). Gelişen teknolojiye paralel olarak ve günümüz tedavilerine ek olarak, son yıllarda başta bilgisayar oyunları olmak üzere SG sistemleri inneli hastaların rehabilitasyonunda kullanılmaya başlanmıştır. Teknolojiyi kullanmak günlük yaşamın ayrılmaz bir parçası haline geldikçe, SG klinik rehabilitasyon ortamlarında daha da yaygın şekilde kullanılmaya başlanmıştır (Bohil ve diğ 2011).

SG uygulamalarının çoğunluğu üst ekstremitte motor eğitimi için geliştirilmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalar SG uygulamalarının düşük riskli olduğunu ve fizyoterapi

programının bir parçası olarak uygulandığında motor yeniden öğrenmede faydalı olabileceğini, ancak mevcut kanıtların kalitesinin düşük olduğunu ve daha fazla sayıda karşılaştırmalı çalışmaların gerekli olduğunu belirtmiştir (Laver ve diğ. 2015).

Bununla birlikte, konvansiyonel tedaviden daha faydalı olduklarına dair zayıf kanıtlar mevcuttur. Mevcut konsensüs ticari oyunların konvansiyonel iş ve uğraşı tedavisine ek olarak uygulandığında faydalı olduğu yönündedir (Thomson ve diğ. 2015). Parmak veya bilek hareketlerini eğitmedikleri, zorluk seviyelerinin ciddi fonksiyonel durumu iyi olmayan hastalar için uygun olmadığı ve kompensatuar hareketleri engellemediği ayrıca belirtilmiştir. Rehabilitasyon programı yönünden gelecekteki tasarıma ve kullanıma rehberlik etmek için SG'nin verimliliğini değerlendirmek önemlidir.

Bu sebeple çalışmamız inmeli hastalarda konvansiyonel tedaviye ek olarak uygulanan SG temelli hareket tedavisinin üst ekstremitte fonksiyonları, GYA ve kognitif fonksiyonlar üzerine olan etkilerini araştırmayı amaçlamıştır.

3. YÖNTEM

Çalışmaya başlamak için Kocaeli Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna başvuruldu. KÜ GOKAEK 2018/1.25 karar no ile onay alındı. Çalışmaya Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'na 01 Mart- 01 Eylül 2018 tarihleri arasında rehabilitasyon programına alınmış olan serebrovasküler olay kaynaklı hemipleji tanısı almış, çalışmaya dahil edilme kriterlerine uygun olan 40 hasta belirlendi. Çalışmaya katılmayı kabul eden 30 hasta çalışmaya dahil edildi. Randomizasyon için Basit Rasgele Örneklem Yöntemi kullanılarak hastalar çalışma ve kontrol grubu olarak iki gruba ayrıldı. Çalışmayı tamamlayan 25 hastanın verileri analiz edildi.

3.1. Olgu Seçimi

Tüm hastalar Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Uzmanı hekim tarafından anamnezleri alınıp, sistemik, kas iskelet sistemi ve nörolojik muayeneleri yapıldıktan sonra çalışmaya alındı. Çalışmaya 18-75 yaş arası hemipleji tanısı almış, olay tarihi 6 aydan fazla olan, Brunnstrom evrelemesi 2 ve yukarısı olan, ilave ağrı, acısı olmayan hastalar dahil edildi. Kognitif fonksiyon bozukluğu olan, görme bozukluğu veya neglect varlığı bulunan, üst ekstremitede kontraktür mevcudiyeti olan ve ilave sağlık sorunları bulunan hastalar dahil edilmedi.

3.2. Değerlendirme ve Yöntem

Çalışmaya alınan tüm hastaların yaşı, hastalık süresi ve plejik tarafı kaydedildi. Çalışma öncesi üst ekstremitte tonus muayenesinde Modifiye Ashworth (MAS), motor evrelemede Brunnstrom evrelemesi, fonksiyonel değerlendirmede Jebsen Taylor El Fonksiyon Testi (JTEFT), üst ekstremitte kaba motor evrelemede Tahta Kutu ve Blok Testi (TKBT), yaşam kalitesi değerlendirilmesinde Kısa Form 36 (SF 36), Günlük Yaşam Aktiviteleri değerlendirilmesinde Barthel Günlük Yaşam Aktiviteleri İndeksi (BGYAI), bilişsel değerlendirilmesinde Mini Mental Test (MMT) kullanıldı.

Plejik üst ekstremitte kas tonusunun klinik değerlendirilmesi MAS skalası kullanılarak 0-4 arasında 5 kategoride derecelendirilerek yapıldı (Eklem pasif hareketi ile tonus artışı yok: 0, hareket açıklığının sonunda yakalama ve gevşeme veya minimal bir direnç ile karakterize hafif tonus artışı mevcut: 1, eklem hareket açıklığının yarıdan azı boyunca, minimal direncin izlendiği hafif kas tonusu artışı mevcut: 1+, kas tonusu tüm eklem hareket açıklığı boyunca ve daha fazla artmış fakat eklemler kolayca hareket ettirilebiliyor: 2, tonusta

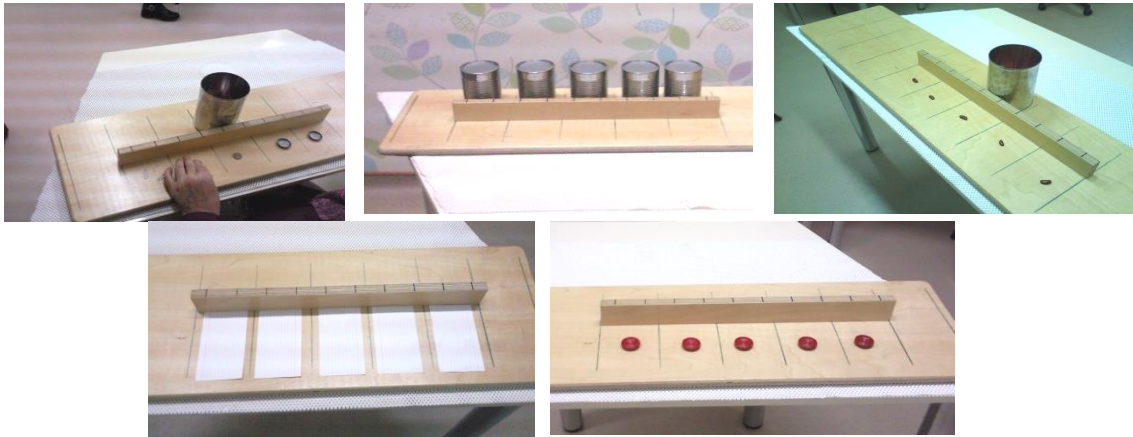
belirgin artış ve pasif eklem hareketinde zorlanma mevcut: 3, ciddi tonus artışı olup eklem rijid pozisyonda: 4).

Yaşam kalitesi değerlendirilmesi SF 36 kullanılarak yapıldı. SF 36 yaşam kalitesini değerlendirmede geçerli ve oldukça sık kullanılan bir ölçüttür. Ware ve arkadaşları tarafından 1987 yılında geliştirilmiş, ülkemizde geçerlilik ve güvenilirliği yapılmıştır. Herhangi bir yaş, hastalık veya tedavi grubuna özgü değildir. Genel sağlık kavramlarını içerir. Klinik pratikte ve araştırmalarda kullanılmak üzere geliştirilmiştir. Fiziksel fonksiyon, fiziksel rol kısıtlanması, emosyonel rol kısıtlanması, vücut ağrısı, sosyal fonksiyon, mental sağlık, canlılık, genel sağlık olmak üzere sekiz alt skalada 36 soru içerir her bir alt boyutun puanı 0-100 arasında değişir puan ile yaşam kalitesi doğru orantılıdır. Fiziksel komponent ve mental komponent olmak üzere iki özet skalası vardır. Fiziksel komponent özet skalası; fiziksel fonksiyon, fiziksel rol, vücut ağrısı ve genel sağlık alt skalalarından, mental komponent özet skalası ise; canlılık, sosyal fonksiyon, emosyonel rol ve mental sağlık alt skalalarından oluşur. Tüm hastaların SF-36 değerlendirmeleri aynı terapist tarafından yapıldı.

BGYAİ tüm dünyada nörolojik özürli bireylerin rehabilitasyon programlarının planlanması, değerlendirilmesi ve sonuçlarının izlenmesinde yaygın olarak kullanılır. Mahoney ve Barthel tarafından 1965 yılında geliştirilen indeks, Shah ve arkadaşları tarafından (1992) modifiye edilmiştir. İndeksin Türkçe versiyonu Küçükdeveci ve arkadaşları tarafından (2000) düzenlenmiştir. Bu ölçek beslenme, yıkanma, öz bakımını yapabilme, giyinme, dışkılama kontrolü, idrar kontrolü, tualete gitme, yataktan tekerlekli sandalyeye geçebilme yetisi yürüme ya da tekerlekli sandalyeye bağımlı olma gibi hareketlilik durumu ve merdiven çıkma işlevlerini 5-15 puan üzerinden (soruya göre 5 puanlık artışlarla 0-15 puan arası) derecelendiren toplam 10 maddeden oluşmaktadır. Bu ölçekle yapılan değerlendirmede temel amaç, hastanın herhangi bir fiziksel, sözel yardım almaksızın bağımsız olarak tek başına bu eylemleri ne düzeyde yaptığını saptayabilmektir. Hastanın doğrudan test edilmesi zorunlu olmayıp, doğrudan gözlem, hastadan, hasta yakınlarından ya da bakımı ile ilgilenen hastabakıcı ya da hemşireden elde edilen bilgiler ışığında da değerlendirme yapılabilir. Alınabilecek puanın 0-100 arası olduğu bu ölçekte, skorun yüksekliği hastanın o derece diğer insanlardan bağımsız olduğu, kendi işini yürütebildiği anlamına gelir (0-20 puan tam bağımlı, 21-61 puan ileri derece bağımlı, 62-90 puan orta derece bağımlı, 91-99 puan hafif derece bağımlı, 100 puan tam bağımsız). BGYAİ değerlendirmeleri, MMT öncesi aynı terapist tarafından gerçekleştirildi.

MMT ilk kez Folstein ve arkadaşları tarafından yayınlanmıştır (1975). Test, standart nöropsikiyatrik muayene yöntemleri içerisinde bilişsel performansı kantitatif biçimde değerlendirebilmek amacıyla kullanılan testlerin çok fazla soru içermeleri ve uygulamada 30 dakikadan daha fazla zaman almalarından dolayı yaşlıların, özellikle de deliryumda olan ve/veya demanslı yaşlıların muayenesinde uygulaması kısa süren bir bilişsel değerlendirme aracı olarak üretilmiştir. MMT kısa bir süre sonra hem klinik uygulamada hem de araştırmacılar arasında yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Test, klinik sendromların ayrılması açısından sınırlı bir özgüllüğe sahip olmakla birlikte, global olarak bilişsel düzeyin saptanmasında kullanılabilir, kısa, kullanışlı ve standardize bir metottur. MMT değerlendirmeleri aynı çalışmacı tarafından yapıldı.

Tüm olgulara Jebsen-Taylor EFT'nde tanımlanmış olan sayfa çevirmek, küçük nesnelere kutuya atmak, beslenmek, dama pullarını üst üste sıralamak, iri-hafif nesnelere kaldırmak ve iri-ağır nesnelere kaldırmaktan oluşan toplam 6 fonksiyon standardize edilerek uygulandı. Yazı yazma aktivitesi, hastalar arası okuma yazma oranı benzer olmadığından uygulama dışında bırakıldı. Değerlendirmeler tüm test objelerinin masa üzerindeki pozisyonlarının işaretlendiği bir laboratuvar masasında yapıldı. Olgular yüksekliği ayarlanabilir bir sandalyede dik oturacak ve yüzü masaya dönük olacak şekilde pozisyonlandı. Sandalyenin yüksekliği hastanın önkolu masa yüzeyine paralel olacak şekilde ayarlandı. Objelerin elden kaymasını engellemek için değerlendirme öncesi hastaların ellerini yıkayıp iyice kurulaması sağlandı. Çalışma öncesinde uygulanacak test, olguya terapist tarafından anlatıldı ve uygulamalı olarak gösterildi. Tüm değerlendirmelerde aynı materyaller kullanıldı (Çizim 3.1).



Çizim 3.1. Jebsen Taylor El Fonksiyon Testi Materyalleri

Test çalışma ve kontrol grubuna aynı terapist tarafından uygulandı. Hastanın yüzü masaya dönük otururken 6 adet tanımlanmış aktiviteyi yapması istendi. Her görev önce plejik olmayan daha sonra ise plejik olan elde tekrarlandı.

Her aktivite sonrası hastalar 1 dakika dinlendirildi. Değerlendirme esnasında aktivite hızını ölçmek için standart kronometre kullanıldı. Başlangıç ve bitişler arasında geçen süre saniye olarak kaydedildi. Sayfa çevirme aktivitesinde 12,5x7,5 cm. ebatlarında 5 adet standart kart kullanıldı ve hastaya bu kartları istediği yöne doğru çevirmesi ve düzgün olarak pozisyonlaması söylendi. Küçük nesnelere kutuya atmak aktivitesi olarak 2 adet ataç, 2 adet bozuk para, 2 adet gazoz kapağından oluşan 6 küçük nesne kullanılarak hastanın bu nesnelere kutuya yerleştirilmesi istendi. Beslenme aktivitesi için 5 adet fasulye tanesi bir test tahtasına yerleştirildi ve hastaya bir çay kaşığı yardımıyla fasulyeleri tek tek test tahtasından alıp kutuya atması söylendi. Dama pullarını üst üste sıralamak aktivitesinde 4 adet standart ölçülü kırmızı dama kullanıldı ve hastadan damaların yerleştirilmiş olduğu test tahtasından alınarak üst üste dizilmesi istendi. İri-hafif nesnelere kaldırmak aktivitesinde hastadan 5 adet içi boş silindir kabı (50 gr. ağırlığında) test tahtasının ön tarafından alıp arka tarafına koyması, iri-ağır nesnelere kaldırmak aktivitesinde ise 5 adet içi dolu (432 gr. ağırlığında) silindir kabı test tahtasının ön tarafından alıp arka tarafına koyması istendi.

JTEFT bitiren hastalar 5 dakika dinlendirildikten sonra Tahta Kutu ve Blok Test (TKBT) uygulamasına alındı (Çizim 3.2). Sandalyenin yüksekliği hastanın önkolu masa yüzeyine paralel olacak şekilde ayarlandı. Test kutusu açılmış halde hastanın önüne ve her iki ekstremitesine eşit mesafede olacak şekilde ortaya masanın kenarına yerleştirildi. Hastaya ne yapması gerektiği anlatıldı ve 15 saniye alıştırma yapmasına izin verildikten sonra, değerlendiren terapist hastanın karşısına oturdu. Hasta, hazır ve başla komutuyla teste önce sağlam taraf üst ekstremitesiyle başladı. 60 saniye boyunca maksimum sayıda kübü karşı tarafa atmaya çalıştı. Hastalar iki dakika dinlenme sonrası plejik tarafıyla testi tekrarladı. Hastanın 60 saniye içerisinde karşı tarafa attığı küp sayıldı ve not edildi.



Çizim 3.2. Tahta Kutu ve Blok Testi

3.3. Tedavi

Çalışmaya dahil edilen tüm hastalar kliniğimizde tedavi programına alınan hastalardı. Her iki gruba da toplam 15 seanstan oluşan 3 haftalık konvansiyonel tedavi programı olarak plejik taraf alt ve üst ekstremiteye yönelik pasif-aktif EHA egzersizleri, kuvvetlendirme egzersizleri (PNF ile), ambulasyon eğitimi, plejik alt ve üst ekstremiteye ağırlık aktarma egzersizleri, iş ve uğraşı aktiviteleri ile GYA eğitiminden oluşan 2 saatlik tedavi programı uygulandı. 3 haftalık tedaviyi takiben bütün hastalara 3 hafta boyunca 1 saatlik iş ve uğraşı tedavisi uygulandı. Çalışma grubuna dahil edilen, 6 haftalık fizik tedavi programlarına ilave olarak, günde yarım saat, haftada 5 gün toplam 6 hafta süresince toplam 15 saat sanal gerçeklik temelli hareket tedavisi programına alındılar.

Çalışma grubunda bulunan hastalar başa takılabilen üç boyutlu gözlük ve el aparatı sayesinde sanal çevrede, bilgisayarda kayıtlı olan oyunlardan The Climb (Çizim 3.4) oyununu oynadılar. SG tedavisi için Oculus Rift marka sanal gerçeklik sistemi kullanıldı. Oculus Rift kullanıcısına sanal dünyayı 360 derece olarak sunan, sanal dünyaları gerçek gibi gösterme amacıyla üretilmiş kolay geliştirilebilirliği ve diğer sistemlerle uyumluluğu bakımından araştırmacılar ve geliştiriciler tarafından en çok tercih edilen SG gözlüğüdür (Çizim 3.3).



Çizim 3.3. Oculus Rift SG gözlüğü



Çizim 3.4. The Climb

Bu yeni nesil başa-takılan ekranlarda (head-mounted displays, HMD'ler), oda büyüklüğünde bir ortamda baş pozisyonunu tahmin eden "tracking" sistemi kullanılmaktadır.

Bu özellik, kullanıcıların ev bölümleri veya sokaklar gibi gerçek boyutlu sanal ortamlarda keşfetmelerine, gezinmelerine ve hareket etmelerine olanak sağlamaktadır. Oculus Rift baş hareketlerini takip etmekte, böylece görüntülenen içerik buna göre güncellenebilmektedir. Takip ile ilgili olarak, Oculus Rift normal bir masa üzerine sabitlenerek ve “HMD”ye doğru eğimli olarak tasarlanmış bir mikrofon şeklindeki IR kamera kullanılmaktadır. Bu IR kamera, “headset”te bulunan ama görülmeyen IR LED’lerinin yerini tespit etmektedir.

Sanal Gerçeklik tedavisine alınan hastaların oynadığı oyun inmeli hastaların günlük yaşamda üst ekstremitelerini kullanmaya yönelik olan uzanma, bilateral kullanma gibi amaca yönelik aktiviteleri içeren özellikte olanlardan seçildi. Bu oyun Crytek’in serbest kaya tırmanışı heyecanını evinize taşıyan “The Climb”, sarp yamaçlarla dolu nefes kesen bir dünyada gerçek mekânlardan esinlenerek yaratılmış kayalıklara tırmanma oyunu. Bu oyun sıralamalarda yükselmek için en iyi tırmanışınızı yapmaya yönlendiren bir oyun. Tek oyunculu kaya tırmanışı deneyimi “The Climb”da öğretici mod, hastalara sürekli kendini yenileyen sonsuz kayalarda pratik yapabilme imkânı sağladı. Tedavide hastalar ellerine taktıkları “bundle” vasıtasıyla kayalarda yer alan girinti ve çıkıntılara uzanıp tutarak yukarılara tırmanmayı hedefledi. Bu oyunu tercih etmemizin sebebi hastalar tarafından iyi tolere edilmesi ve üst ekstremitenin proksimal bölge kaslarının kullanımına imkan sağlayarak nispeten dışarıdan yardıma ihtiyaç duyulmamasındandı.

Hastalara oyun tedavisi başlamadan önce terapist tarafından oyunlar hakkında bilgi verildi ve oyunları nasıl oynayacakları gösterildi. Çalışma grubundaki hastalara seans başına toplam 30 dakika oyun oynatıldı. Hastalar bu oyunlarda her iki üst ekstremitenin aktif omuz elevasyonu, adduksiyonu, aktif dirsek fleksiyonu, ekstansiyonu, supinasyonu ve pronasyonu hareketlerini gerçekleştirdiler. Plejik taraf parmak fleksiyonu yapamayan, “bundle” ı tam olarak kavrayamayan hastalara, hastanın gördüklerini aynı anda televizyon ekranında gören fizyoterapist tarafından kavrama konusunda yardım edildi. Hastalar uzanma ve hangi noktaları tutmaları gerektiğini kendileri planlayarak tırmandılar.

Tedavi esnasında hastalar herhangi bir denge probleminden dolayı düşme tehlikesi yaşamadılar. Hastalar sürekli bir terapist gözetiminde tedaviye alındılar, tedavi bitiminde dinlendirildiler, herhangi bir problem olmadığından emin olunduktan sonra klinikten ayrıldılar.

Hem çalışma hem kontrol grubu hastaları tedavi sonrası üst ekstremitte fonksiyonları, günlük yaşam aktiviteleri ve kognitif fonksiyonları açısından değerlendirilmeleri için JTEFT,

TKBT, SF 36, Barthel GYA testi, MMT tekrar edildi. Tüm değerlendirmeler rehabilitasyon programları bittikten sonra 6. Haftada yeniden yapıldı. Tüm ölçümler standardizasyonu sağlamak amacıyla çalışmaya kör aynı araştırmacı tarafından uygulandı.

3.4. İstatiksel Yöntem

İstatistiksel değerlendirme, IBM SPSS 20.0 (IBM Corp., Armonk, NY, USA) paket programı ile yapıldı. Normal dağılıma uygunluk testi Kolmogorov-Smirnov Testi ile değerlendirildi. Normal dağılım gösteren nümerik değişkenler ortalama \pm standart sapma, normal dağılım göstermeyen nümerik değişkenler medyan (25. - 75. persentil), kategorik değişkenler frekans (%) olarak verildi. Gruplar arasındaki farklılık normal dağılıma sahip olmayan nümerik değişkenler için Mann Whitney U testi ile, kategorik değişkenler için Fisher kıkare testi ile test edildi. Ölçümler arası farklılığın araştırılmasında normal dağılım göstermeyen nümerik değişkenler için Wilcoxon t testi kullanıldı. İki yönlü hipotezlerin testi için $p < 0.05$ istatistiksel önemlilik için yeterli kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmaya Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı'nda 01 Mart- 01 Eylül 2018 tarihleri arasında rehabilitasyon programına alınmış olan serebrovasküler olay kaynaklı hemipleji tanısı almış toplam 25 hasta, 12 (%48) kadın 13 (%52) erkek dahil edildi. Çalışma grubunda 7 (%46,7) kadın, 8 (%53,3) erkek, kontrol grubunda 5 (%50) kadın, 5 (%50) erkek yer aldı. Çalışmaya alınan hastaların cinsiyet açısından karşılaştırılmalarında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p=1,000$).

Çalışmaya alınan hastaların yaşları 45.80 ± 18.40 , kontrol grubundaki hastaların yaşları 48.00 ± 18.80 idi. Yaş ortalaması açısından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p=0,774$).

Çalışmaya alınan toplam hastaların 8 (%32)'sinin sol hemiplejik, 17 (%68)'inin sağ hemiplejik olduğu tespit edildi. Çalışma grubundaki hastaların 4'ü (%26,7) sol hemiplejik, 11'i (%73,3) sağ hemiplejik; kontrol grubundaki hastaların 4'ü (%40) sol hemiplejik, 6'sı

(%60) sağ hemiplejik olarak kaydedildi. Plejik taraf bakımından, çalışmaya alınan hastalarda gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p=0,667$).

Çalışmada yer alan tüm hastaların inme etiyojilerine bakıldığında 2 (%8) hastanın hemorajik, 23 (%92) hastanın trombo-embolik olduğu tespit edildi. Çalışma grubu hastalarında ise 1 (%6,7) hastanın hemorajik, 14 (%93,3) hastanın trombo-embolik; kontrol grubu hastalarında 1 (%10) hastanın hemorajik, 9 (%90) hastanın trombo-embolik olduğu belirlendi. Çalışmaya alınan hastaların inme etiyojisi bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p=1,000$).

Çalışmaya alınan hastalarda gruplar arası hastalık süresi, üst ekstremité Brunnstrom, el Brunnstrom ve alt ekstremité Brunnstrom seviyeleri, omuz çevresi tonus, dirsek çevresi tonus ve el bileği çevresi tonus açısından karşılaştırılmalarında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (tüm parametreler için $p>0,05$) (**Çizelge 4.1**).

Çizelge 4.1. Hastaların demografik bilgileri ve gruplara göre dağılımı:

	Çalışma (n=15) Medyan (25-75)	Kontrol (n=10) Medyan (25-75)	p
Hastalık süresi (ay)	20 (12-36)	25 (16,5-48)	0,428
Üst Ekst. Brunnstrom	6 (5-6)	5,5 (5-6)	0,683
El Brunnstrom	5 (5-6)	5 (4-5)	0,397
Alt Ekst. Brunnstrom	5 (5-6)	6 (5-6)	0,683

Tonus (omuz)	1 (0-1)	0,5 (0-1)	0,892
Tonus (dirsek)	1 (1-1)	1 (1-1)	0,428
Tonus el (bileği)	1 (1-1)	1 (1-1)	0,605

4.1. Sonuç Ölçütleri

JTEFT:

Çalışma ve kontrol grubu hastaların tedavi öncesi ile 6 haftalık tedavi sonrası gruplar arası ve grup içi JTEFT değerlendirme sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. JTEFT’nin tüm aktivitelerinde tedavi öncesi değerlendirme verilerinde çalışma ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$). Çalışma grubu hastalarının grup içi tedavi öncesi ve tedavi sonrası JTEFT verileri karşılaştırıldığında; İri Hafif Nesneleri Kaldırma, İri Ağır Nesneleri Kaldırma parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı artış olduğu saptandı ($p<0,05$). Kontrol grubu hastalarının tedavi öncesi ve tedavi sonrası JTEFT verileri karşılaştırıldığında sadece İri Ağır Nesneleri Kaldırma parametresinde anlamlı farklılık tespit edildi ($p<0,05$).

Çizelge 4.2. Hastaların JTEFT verileri

JTEFT Parametreleri (saniye)		Tedavi Öncesi Median (25-75%)	Tedavi Sonrası Median (25-75%)	p**
Sayfa Çevirme	Çalışma Grubu	19,99 (12,34 - 45,61)	19,21 (11,22 - 46,81)	0,125
	Kontrol Grubu	17,24 (9,09 - 22,42)	14,32 (10,40 - 22,53)	0,508
	p*	0,285	0,495	
Küçük Nesneleri	Çalışma Grubu	28,05 (21,07 - 107,79)	28,23 (19,06 - 60,48)	0,069
	Kontrol Grubu	22,99 (13,38 - 38,15)	25,97 (12,77 - 39,09)	0,541

Kutuya atma	p*	0,338	0,531	
Beslenme	Çalışma Grubu	36,56 (20,75 - 112,18)	29,13 (16,04 - 120,01)	0,311
	Kontrol Grubu	29,73 (15,77 - 63,33)	28,92 (14,98 - 64,97)	0,906
	p*	0,311	0,765	
Tavla Pulu Dizme	Çalışma Grubu	22,45 (7,46 - 87,65)	28,95 (7,39 - 72,31)	0,638
	Kontrol Grubu	16,31 (10,52 - 34,18)	14,99 (8,86 - 36,31)	0,221
	p*	0,428	0,567	
İri Hafif Nesneleri Kaldırma	Çalışma Grubu	11,84 (7,23 - 29,16)	10,24 (5,90 - 14,02)	0,001
	Kontrol Grubu	10,75 (8,78 - 27,03)	10,20 (7,21 - 26,01)	0,086
	p*	0,935	0,765	
İri Ağır Nesneleri Kaldırma	Çalışma Grubu	15,14 (7,35 - 28,07)	11,00 (5,52 - 21,35)	0,003
	Kontrol Grubu	11,18 (9,41 - 23,07)	9,66 (8,64 - 22,32)	0,021
	p*	1,00	0,892	

p*Gruplar arası analizlerin p değeri, **p**** Grup içi analizlerin p değeri

Çalışma grubu ve kontrol grubu hastaların İri Hafif Nesneleri Kaldırma ve İri Ağır Nesneleri Kaldırma verileri yüzde değişim oranlarında çalışma grubu lehine anlamlı farklılık tespit ettik (**Çizelge 4.3**). Diğer yapılan değerlendirmelerde verilerin yüzde değişim oranlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmedi ($p>0,05$).

Çizelge 4.3. Çalışma ve kontrol grubunun JTEFT yüzdelik değişim farkları

	Çalışma grubu Median (25-75%)	Kontrol grubu Median (25-75%)	p*
Sayfa Çevirme	-5,54 (-31,05 - 8,90)	-2,95 (-23,12 - 11,49)	0,495

Küçük Nesneleri Kutuya Atma	-8,85 (-33,01 - 3,86)	2,91 (-5,52 - 12,42)	0,103
Beslenme	-10,14 (-37,53 - 6,97)	-0,23 (-4,08 - 4,81)	0,196
Tavla pulu dizme	0,00 (-21,04 - 29,87)	-8,27 (-14,89 - 0,79)	0,495
İri hafif nesneleri kaldırma	-21,62 (-30,65 - (-) 15,54)	-4,26 (-25,34 - 0,47)	0,008
İri ağır nesneleri kaldırma	-20,89 (-40,61 - (-) 14,99)	-5,01 (-11,59 - (-) 0,08)	0,002

p* Gruplar arası analizlerin p değeri

Çalışma ve kontrol grubu hastalarının tedavi öncesi ve tedavi sonrası TKBT verileri Çizelge 4.4'de verilmiştir. Her iki grubun tedavi sonrası grup içi TKBT verilerinde istatistiksel olarak anlamlı derecede artış olduğu saptanmıştır (p=0,04, p=0,011). Ancak her iki grubun tedavi sonrası TKBT verileri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (p=0,495).

Çizelge 4.4. Çalışma ve Kontrol Grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası TKBT verileri

	Tedavi öncesi	Tedavi sonrası	p**
	Median (25-75%)	Median (25-75%)	
Çalışma Grubu	28,00 (11,00 - 36,00)	32,00 (17,00 - 45,00)	0,004
Kontrol Grubu	26,00 (15,75 - 31,75)	29,00 (17,75 - 35,75)	0,011
p*	0,892	0,495	

p* Gruplar arası analizlerin p değeri, **p**** Grup içi analizlerin p değeri

Çalışma ve kontrol grubu hastaların tedavi öncesi ile tedavi sonrası MMT verileri Çizelge 4.5’de verilmiştir. Çalışma grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası MMT verileri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı derecede artış olduğu saptanmıştır ($p=0,033$). Ancak her iki grubun tedavi sonrası MMT verileri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ($p=0,892$).

Çizelge 4.5. Çalışma ve Kontrol Grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası MMT verileri

	Tedavi öncesi Median (25-75%)	Tedavi sonrası Median (25-75%)	p**
Çalışma grubu	28,00 (27,00 - 29,00)	29,00 (27,00 - 30,00)	0,033
Kontrol grubu	29,00 (21,50 - 30,00)	29,50 (22,75 - 30,00)	0,059
p*	0,643	0,892	

p* Gruplar arası analizlerin p değeri, **p**** Grup içi analizlerin p değeri

Çalışma ve kontrol grubu hastaların tedavi öncesi ve tedavi sonrası BGYAİ verileri Çizelge 4.6’da verilmiştir. Her iki grubun grup içi tedavi öncesi ve tedavi sonrası BGYAİ verilerinde istatistiksel olarak anlamlı derecede artış olmadığı saptanmıştır (çalışma grubu $p=0,102$, kontrol grubu $p=0,317$). Her iki grubun tedavi sonrası BGYAİ verileri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p=0,605$).

Çizelge 4.6. Çalışma ve Kontrol Grubunun tedavi öncesi ve tedavi sonrası BGYAİ verileri

	Tedavi öncesi Median (25-75%)	Tedavi sonrası Median (25-75%)	p**
Çalışma grubu	100,00 (90,00 - 100,00)	100,00 (95,00 - 100,00)	0,102
Kontrol grubu	100,00 (85,00 - 100,00)	100,00 (88,75 - 100,00)	0,317

p*	0,605	0,605	
-----------	-------	-------	--

p* Gruplar arası analizlerin p değeri, **p**** Grup içi analizlerin p değeri

Çalışma ve kontrol grubu hastaların tedavi öncesi ve tedavi sonrası SF-36 değerlendirme sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir. SF-36’nın tedavi öncesi tüm parametrelerinde çalışma ve kontrol grupları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı ($p>0,05$). Her iki grubun tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi SF-36 verileri karşılaştırıldığında çalışma grubu hastalarının grup içi fiziksel fonksiyon verisinde istatistiksel olarak anlamlı artış olduğu saptandı ($p=0,008$). Ancak her iki grubun tedavi sonrası SF-36 verileri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$).

Çizelge 4.7. Çalışma ve Kontrol Grubunun SF-36 verileri

		Tedavi öncesi Median (25-75%)	Tedavi sonrası Median (25-75%)	p**
Fiziksel fonksiyon	Çalışma grubu	65,00 (30,00 - 85,00)	75,00 (35,00 - 90,00)	0,008
	Kontrol grubu	75,00 (41,25 - 86,25)	80,00 (43,75 - 85,00)	0,157
	p*	0,605	0,765	
Fiziksel rol güçlüğü	Çalışma grubu	25,00 (0,00 - 75,00)	25,00 (0,00 - 75,00)	1,000
	Kontrol grubu	75,00 (0,00 - 75,00)	62,50 (0,00 - 75,00)	0,317
	p*	0,765	0,849	
Emosyonel rol güçlüğü	Çalışma grubu	33,00 (0,00 - 100,00)	33,00 (0,00 - 100,00)	1,000
	Kontrol grubu	33,00 (0,00 - 75,25)	33,00 (0,00 - 71,00)	0,317

	p*	0,892	0,807	
Enerji	Çalışma grubu	66,00 (50,00 - 85,00)	70,00 (55,00 - 85,00)	0,109
	Kontrol grubu	82,50 (45,00 - 91,25)	82,50 (58,75 - 95,00)	0,109
	p*	0,461	0,428	
Ruhsal sağlık algısı	Çalışma grubu	72,00 (60,00 - 84,00)	76,00 (60,00 - 84,00)	0,066
	Kontrol grubu	78,00 (63,00 - 90,00)	78,00 (70,00 - 90,00)	0,317
	p*	0,428	0,367	
Sosyal işlevsellik	Çalışma grubu	63,00 (25,00 - 100,00)	75,00 (25,00 - 100,00)	0,180
	Kontrol grubu	62,50 (43,75 - 100,00)	62,50 (47,00 - 100,00)	0,317
	p*	0,935	1,000	
Ağrı	Çalışma grubu	78,00 (68,00 - 90,00)	78,00 (68,00 - 90,00)	0,317
	Kontrol grubu	83,50 (59,75 - 100,00)	83,50 (65,50 - 100,00)	0,317
	p*	0,723	0,723	
Genel sağlık algısı	Çalışma grubu	70,00 (45,00 - 80,00)	70,00 (60,00 - 80,00)	0,317
	Kontrol grubu	77,50 (47,50 - 85,00)	77,50 (47,50 - 85,00)	1,000
	p*	0,567	0,643	

p* Gruplar arası analizlerin p değeri, **p**** Grup içi analizlerin p değeri

Çalışmadan elde edilen TKBT değerini kullanarak yapılan power analizinde, çalışmanın power değeri =0.76 bulunmuştur.

5. TARTIŞMA

Randomize kontrollü olarak yaptığımız çalışmamızda inmeli hastalarda konvansiyonel rehabilitasyon programıyla beraber uygulanmış olan “Oculus Rift” SG tedavisinin üst ekstremité motor iyileşmesi açısından ek kazanımlar sağlayabildiği ortaya konulmuştur. Yaşam kalitesini değerlendirmiş olduğumuz SF- 36 testinin fiziksel fonksiyon güçlüğü verilerinde çalışma grubu lehine anlamlı farklılık tespit ettik. Bilişsel performansı değerlendirdiğimiz MMT’de de çalışma grubu lehine yine anlamlı farklılık tespit ettik.

İnme dünya genelinde önemli bir ölüm ve uzun süreli engellilik nedenidir (Roger ve diğ. 2011, Feigin ve diğ. 2009). Görülme sıklığı Amerika Birleşik Devletlerinde azalmakta (Koton ve diğ. 2014) ancak dünya genelinde artmaktadır (Wang ve diğ. 2017). İnmenin yaygın bir sonucu, hastanın GYA’sını önemli ölçüde etkileyen üst ekstremité fonksiyon bozukluğudur

(Prabhakaran ve diğ. 2008). Bu nedenle, inme rehabilitasyonunun temel amaçlarından biri üst ekstremitte fonksiyonunu iyileştirmektir. Geleneksel rehabilitasyon teknikleri üst ekstremitte fonksiyonunun iyileştirilmesinde etkili olmakla birlikte maliyetlidir, sıklıkla her zaman yaygın olarak bulunmayan yoğun kaynak ve özelleşmiş tesisler gerektirir (Saposnik ve diğ. 2016). Ayrıca, inmeli hastaların motor fonksiyonlarında belirgin bir iyileşme sağlamak için geleneksel üst ekstremitte rehabilitasyonu günde 2-3 saat ve 6 haftadan fazla bir eğitim gerektirir (Han ve diğ. 2013) ki bu durum hastalar için monotondur, tedaviye olan güveni azaltır ve terapistler için yorucudur. Bu nedenle, karşılaşılan bu zorlukları kolaylaştırılabilmek için bir alternatif bulmak zorunludur.

İnme sonrası fonksiyonel performansın iyileşmesi, rehabilitasyon uzmanları için önemli bir zorluk olmaya devam etmektedir (Cumming ve diğ. 2013) ancak SG gibi yeni teknolojilerin kullanımının artmasıyla fonksiyonel performans geliştirilebilir (Maier ve diğ. 2019, Aminov ve diğ. 2018). Tekrarlayan ve göreve özgü aktiviteler içeren SG temelli müdahalelerin inmeden sonra üst ekstremitte fonksiyonunun restorasyonunu iyileştirebileceğine dair kanıtlar vardır (Pollock ve diğ. 2014, Laver ve diğ. 2015). SG, bilgisayar donanımını ve kullanıcıların gerçeğe yakın deneyimler yaşayabilecekleri yazılımları birleştiren etkileşimli bir simülasyon türü olduğu için, daha çeşitli ve gerçekçi duyuşsal algı deneyimine sahip olan olanaklar sunarak günlük yaşamdaki vücut hareketlerini simüle eder. SG ayrıca ehabilitasyonu eğlenceli bir hale getirerek hastaların tedavi programlarına katılımını da artırır (Cortés ve diğ. 2014, Ustinova ve diğ.2011). SG teknolojisinin rehabilitasyonda kullanılmasının bilimsel mantığı, motor öğrenmeye katkısındanadır. Deneyime bağlı nöroplastisitenin altında yatan motor öğrenme değişkenleri, SG sistemlerinin doğal özellikleriyle örtüşmektedir. Özellikle SG bol sayıda, anlamlı ve göreve odaklı uygulama fırsatları sağlamaktadır. Çoğu SG uygulamasının esnek olmasının sonucunda, anlamlı ve zenginleştirilmiş ortamlarda yapılan öğrenme geleneksel egzersizlere nazaran merkezi sinir sistemi hasarının iyileşmesini daha kısa zamanında sağlamaktadır (Larson ve diğ. 2014).

SG sistemleri, kapsayıcı (immersive) veya kapsayıcı olmayan (non-immersive) SG sistemleri olarak sınıflandırılır (Laver ve diğ. 2011). Kullanıcıların hem gerçek dünya hem de sanal ortamı beraberce tecrübe ettiği sürükleyici olmayan SG sistemlerinin aksine (Laver ve diğ. 2011), kapsayıcı SG sistemleri, kullanıcıları gerçek dünyadaki tüm algıların engellendiği bir ortama entegre eder, bu nedenle hasta sadece bilgisayar tarafından üretilen görüntüleri görür. Kapsayıcı olmayan SG sistemleri, motor fonksiyonları iyileştirmek amacıyla bir süredir

inme rehabilitasyonunda yaygın olarak kullanılmaktadır (Saposnik ve diğ. 2016, Park ve diğ. 2017). Bu çalışmaların çoğu, kapsayıcı olmayan SG temelli rehabilitasyonun inmeli hastalarda üst ekstremitte fonksiyonel iyileşmesinde etkili olduğunu (Lee ve diğ. 2016, Subramanian ve diğ. 2013) ancak muhtemelen sundukları görevlerin yetersizliğinden kaynaklı olarak (Saposnik ve diğ. 2016) geleneksel rehabilitasyona kıyasla anlamlı derecede yararlı olmadığını bildirmiştir. SG programları ile yapılan fiziksel egzersizlerin nörolojik bozukluğu olan kişilerde fonksiyonel iyileşme için etkili olduğu (Burdea 2003), kapsayıcı SG sistemlerinin motor öğrenmeyi ve motor kontrolü (Saposnik ve diğ. 2016) artırabildiği bildirilmiştir. Literatürü incelediğimizde kapsayıcı SG temelli rehabilitasyonun üst ekstremitte fonksiyonunu artırdığını bildiren sadece bir çalışma olduğu görülmüştür (Huang ve diğ. 2017). Bu çalışmada ise geliştiği söylenen üst ekstremitte fonksiyonu ince el fonksiyonlarıdır. Bununla birlikte, inme sonrası motor iyileşmeyi ve beyin reorganizasyonunu teşvik etmek için en uygun sıklık, yoğunluk ve SG sınıflandırmasının ne olduğu bilinmemektedir.

SG temelli rehabilitasyonun motor fonksiyonlar üzerine olan etkisini incelemek için çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI), beyin hasarından sonra iyileşmenin nöral mekanizmalarının aydınlatılmasında yararlı olabilir (Wang ve diğ. 2010). Literatürde fMRI kullanılarak kronik inmede kortikal reorganizasyon ve lokomotor iyileşmede SG uygulamasının etkinliğinin araştırıldığı bir çalışma bulunmaktadır (Sung ve diğ. 2005). Bu çalışmada, 10 kronik inmeli hasta eşit sayıda olmak üzere çalışma grubu (n=5) ve kontrol grubu (n=5) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Çalışma grubu hastalarına günde 60 dakika, haftada 5 gün, 4 hafta SG (IREX VR kapsayıcı olmayan sistem) eğitimi uygulanmıştır. Hastaların motor fonksiyonlarının değerlendirilmesi standardize fonksiyonel ambulasyon kategorisi (FAK) ve modifiye motor değerlendirme skalası (MMDS) kullanılarak yapılmıştır. Locomotor iyileşmenin değerlendirilmesi amacıyla hastalara fMRI uygulanmıştır. Çalışmanın sonunda yapılan FAK ve MMDS verilerinin karşılaştırılmasında çalışma grubu lehine farklılık tespit edilmiştir. Bu çalışmanın en önemli yanı, inme sonrası etkilenen hareketler esnasında gözlenen kontralateral aktivasyonun SG sonrası ipsilezyonel tarafta gözlenmiş olmasıdır. Bu sonuç daha önce yapılmış olan çalışmalarda (Myai ve diğ. 2003),(Carey ve diğ. 2002) gözlenen yetişkinlerde paretik ekstremitenin ipsilateral ve/veya yoğun kullanımının sonucunda duyuşsal motor korteks aktivasyonundaki değişikliklerle uyum göstermektedir.

Prospektif, randomize kontrollü olarak yaptığımız çalışmamızda hastaların plejik üst ekstremit motor fonksiyonlarının değerlendirilmesinde JTEFT ve TKBT kullandık. JTEFT’de doğru performansın elde edilebilmesi için kompleks sensorimotor bilgilerin doğru entegrasyonu gereklidir (Jebsen ve diğ 1969), (Shumway-Cook, 2007). Testin el fonksiyonları dışında, özellikle iri hafif ve iri ağır nesnelere kaldırma aktivitesinde proksimal kol kontrolünü değerlendirmesi açısından da önemli olduğu bildirilmektedir (Gordon ve diğ. 2006). Yaptığımız çalışmada seçtiğimiz oyun sebebiyle üst ekstremit proksimal bölgesi kaslarının aktivasyonunu gerektiren aktivitelerde daha fazla iyileşme olacağını bekliyorduk. Çalışmamızda JTEFT ile çalışma ve kontrol grubundaki hastaların tedavi öncesi ve sonrası teste ait 6 aktiviteyi gerçekleştirme sürelerini değerlendirdik. Çalışma grubunun kendi içinde yapılan tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmalarında iri hafif nesnelere kaldırma ve iri ağır nesnelere kaldırma aktivitelerinde anlamlı gelişme saptadık. Kontrol grubunun kendi içinde yapılan tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmalarında ise sadece iri ağır nesnelere kaldırma aktivitesinde anlamlı gelişme gözledik. Çalışma ve kontrol gruplarının iri ağır nesnelere kaldırma ve iri hafif nesnelere kaldırma % değişim oranları karşılaştırıldığında çalışma grubu lehine anlamlı fark elde ettik. Bu sonuç bize çalışma grubu hastalarında elde edilen iyileşmenin kontrol grubu hastalarında görülen iyileşmeden daha fazla olduğunu göstermektedir. TKBT ise üst ekstremitenin tek taraflı kaba motor becerisini değerlendirmek için, hastanın 60 saniye içerisinde maksimum sayıda küpü hemen önünde yer alan kutunun bir tarafından diğer tarafına atmaya çalıştığı bir testtir. Yaptığımız çalışmada çalışma grubunun ve kontrol grubunun kendi içinde yapılan tedavi öncesi ve sonrası TKBT verileri karşılaştırmasında anlamlı gelişme tespit ettik.

Ülkemizde yapılan bir RKÇ’de Yavuzer ve diğ. subakut inmeli hastalarda “Playstation eyetoy” oyunlarının üst ekstremit fonksiyonları üzerine olan etkisini incelemiştir (Yavuzer ve diğ. 2008). Bu çalışmada, 20 inmeli hasta çalışma grubu (n=10) ve kontrol grubu (n=10) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. Çalışma grubu hastalarına geleneksel rehabilitasyon programına ek olarak 4 hafta boyunca günde 30 dakika “playstation eyetoy” oyunları oynatılmış, kontrol grubu hastalarına ise geleneksel tedavilerine ek olarak çalışma grubu hastaları ile aynı süre bu oyunları fiziksel katılım olmadan sadece bilgisayar ekranından izletilmiştir. Değerlendirmeler çalışmanın başında, çalışmanın hemen sonunda (4 hafta sonra), çalışmanın bitişinden 3 ay sonra Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (FBÖ), Brunnstrom el ve üst ekstremit evrelemesi kullanılarak yapılmıştır. Çalışmanın sonunda, çalışma grubu FBÖ verilerinin değişim oranı, kontrol grubu verilerinin değişim oranlarına göre daha üstün

bulunmuştur. Çalışmanın hemen sonunda yapılan değerlendirmede elde edilen FBÖ verileriyle, 3 ay sonraki takipte yapılan FBÖ değerlendirme verileri karşılaştırıldığında üst ekstremit motor fonksiyonunda elde edilen faydalı etkinin devam ettiği bulunmuştur. Çalışmanın sonucunda subakut inmeli hastalarda geleneksel rehabilitasyon programına ek olarak uygulanan “Playstation eyetoy” oyunlarının üst ekstremit fonksiyonlarına faydalı olabileceği belirtilmiştir.

Geleneksel tedaviye ek olarak uygulanan SG eğitiminin inmeli hastaların motor fonksiyonları üzerine olan etkilerinin incelendiği bir başka RKÇ “X-box Kinect” (kapsayıcı olmayan) kullanılarak yapılmıştır (Dae-Sung ve diğ. 2017). Kronik inmeli 20 hasta, çalışma grubu (n=10) ve kontrol grubu (n=10) olarak iki gruba ayrılmış ve bütün hastalar günde 30 dakika toplam 6 hafta geleneksel fizyoterapi programına alınmıştır. Çalışma grubu hastalarının tedavi programlarına ek olarak her gün 30 dakika SG uygulaması eklenmiştir. Değerlendirme FMA, Berg Denge Skalası (BDS), Zamanlı Kalk ve Yürü Testi (ZKYT) ve 10 metre Yürüme Testi ile yapılmıştır. Her iki gruptaki hastalarda iyileşme gözlenmiş, değişim yüzdeleri karşılaştırıldığında çalışma grubu hastalarındaki iyileşme daha yüksek bulunmuştur. Çalışmamızda biz de geleneksel tedaviye ek olarak uyguladığımız SG tedavisi sonrası değişim yüzdeleri açısından SG lehine olumlu sonuç elde ettik.

Yapılan başka bir RKÇ’de (Fonseca ve diğ. 2016) inmeli hastalarda geleneksel fizyoterapiye ek olarak uygulanan SG tedavisinin yürüyüş dengesi ve düşme sıklığı üzerine olan etkisi incelenmiştir. SG tedavisi sonrasında çalışma ve kontrol grupları arasında yürüyüş dengesinde ve düşme sıklığında çalışma grubu lehine olumlu fark tespit edilmiştir. Oyunlarla yapılan terapinin, inme sonrası hastalarda yürüyüş dengesi rehabilitasyonu için yararlı bir araç olduğu ve düşmelerin azalması üzerine faydası olabileceği belirtilmiştir.

İnmeli hastalarda kapsayıcı olmayan SG uygulamasının üst ekstremit fonksiyonları üzerine yapılan bir çalışmada (Grigoras ve diğ. 2018), kronik inmeli 8 hasta geleneksel rehabilitasyon tedavisine ek olarak 2 hafta süresince 20’şer dakikalık 8 oyun oynadıkları toplam 12 seans SG (SeeMe VR) tedavi programına alınmışlardır. Hastaların motor fonksiyonlarının değerlendirilmesi Fugl Meyer Assessment (FMA) (üst ekstremit komponentleri) ve Stroke Impact Scale (SIS) kullanılarak yapılmıştır. Çalışma sonunda üst ekstremit fonksiyonlarında farklılık gözlenmemiştir. Bu çalışmanın limitasyonu SG uygulama süresinin ve tedavinin az oluşu olarak belirtilmiştir. Bu çalışmada her bir hastaya toplam 240 dakika SG uygulanmıştır. Biz yaptığımız çalışmada çalışma grubu hastalarının her birine toplam 900 dakika (günde yarım saat toplam 6 hafta) SG uygulaması yaptık, elde

ettiğimiz olumlu sonuçlar SG uygulamasını etkin bir yoğunlukta uyguladığımız şekilde yorumlanabilir.

Saposnik ve Levin yaptıkları meta-analizde (Saposnik ve Levin 2011) inme sonrası motor fonksiyon gelişimini incelemişlerdir. 195 katılımcının olduğu 5 RKC ve 7 gözlemsel çalışmayı değerlendirmişlerdir. 9 çalışmada SG uygulamasının 4-6 hafta, 3 çalışmada 2-3 hafta arasında olduğu tespit edilmiştir. FMA ve TKBT ile yapılan motor fonksiyon değerlendirmesi sonucu 11 çalışmada SG lehine anlamlı farklılık belirlenmiştir. Yazarlar SG ve video oyun uygulamalarının, yeni ve potansiyel olarak yararlı teknolojiler olduğunu, inme sonrası proksimal kol çevresi motor gelişimi için geleneksel tedaviye ek olarak uygulanabileceğini belirtmişlerdir.

Hatem ve diğ. 2016 yaptıkları inmeli hastalarda üst ekstremitte rehabilitasyonu tekniklerini inceledikleri çoklu sistematik derlemede (Hatem ve diğ. 2016) 10 RCT (n=697) ve 4 derlemeyi (n=760) incelemişlerdir. İnme sonrası SG uygulamasının geleneksel üst ekstremitte rehabilitasyonu ile benzer sonuçları olduğuna dair ılımlı derecede kanıt bulmuşlardır. Başka bir rehabilitasyon tedavisi (tDCS, konvansiyonel rehabilitasyon) ile birleştirilen SG tedavisinin, kronik inme hastalarında üst ekstremitte bozuklukları ve aktiviteleri ile ilgili olarak tek başına uygulanan rehabilitasyon tedavisinden daha üstün olduğuna dair orta derece kanıtlar tespit etmişlerdir. SG temelli tedavinin üst ekstremitte bozuklukları konusunda geleneksel rehabilitasyon tedavisinden daha üstün olduğuna dair ılımlı derecede kanıt bulmuşlardır (iki RKC mevcuttur). Bununla birlikte, SG ve ciddi oyunların etkilerini belirlemek için daha fazla RKC'ye ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir. Bir ek tedavi olarak SG'nin üstünlüğünü gösteren yeterli miktarda kanıtı temel alarak, üst ekstremitte motor bozukluklarının iyileştirilmesine yönelik, bir başka rehabilitasyon tedavisi ile birleştirilen SG uygulamalarının olumlu sonuçları olacağını belirtmişlerdir. Yaptığımız çalışmada SG uygulamasını geleneksel tedaviye ek olarak uygulamamız ve elde ettiğimiz olumlu sonuçlar bu derleme ile benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızda elde ettiğimiz olumlu sonuçları destekleyecek bir başka çalışmada (Viau ve diğ. 2004) inmeli hastalarda ve sağlıklı kişilerde gerçek dünyada ve sanal dünyada uzanma aktivitelerinde hareket kinematikleri incelenmiştir. 8 sağlıklı yetişkin ve 7 sol inmeli hastanın uzanma, kavrama ve bırakma içeren fonksiyonel kol hareketlerinin kinematikleri: 1- topa uzanma ve kavrama, 2- topu taşıma ve bırakma fazlarında değerlendirilmiştir. Her iki faz için de zamansal ve uzaysal parametreler belirlenmiştir. Gerçek dünyada sağlıklı bireylerin uzanma ve kavrama aktivitelerinde daha az el bileği ekstansiyonu daha fazla dirsek

ekstansiyonu kullandıkları, inmeli hastaların topu taşıma ve bırakma fazında daha yavaş hareket ettikleri, hareket doğrultularının daha kavisli olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın sonunda gözlenen farklılıkların 3D (sürükleyici) sanal çevre yerine 2D sanal çevre kullanılmasından ve elde dokunma duyusunun geribildirim yokluğundan kaynaklanabileceği sonucuna varılmıştır. Hem sağlıklı kişilerin hem de motor bozukluğu bulunan bireylerin kavrama ve bırakma aktivitesinde benzer hareket stratejilerini kullandıkları gözlenmiştir. Kol hareketlerinin sanal ortamda çalıştırılmasının motor bozukluğu olan hastaların rehabilitasyonunda geçerli bir yaklaşım olacağı belirtilmiştir. Yaptığımız çalışmada elde ettiğimiz iyileşme, kapsayıcı SG sistemi kullanmış olmamız sebebiyle çalışma grubu hastalarının sağlıklı bireylere daha yakın hareket kinematiği kullanmaları sonucu gerçekleşmiş olabilir.

Sanal ortamlar görev odaklılığını farklı derecelerde sergileyebilmektedir. Ekolojik olarak kapsayıcılığı fazla olan sanal ortamlar, daha fazla göreve odaklı olan ortamlardır (Slater ve diğ. 2009). Sanal ortamlar, daha az kapsayıcı olduklarında ve dokunma duyusu geribildirimleri içermediklerinde görev odaklı özellikleri daha zayıf olmaktadır. Ancak kullanıcının fiziksel ortamda gerekli olan vücut hareketlerini kullanarak görevleri yerine getirdiği aktiviteler uygulama koşullarını sağladıkları için birçoğu yine de görev odaklı olarak düşünülebilmektedir (örn. Masa tenisi oynamak 'Microsoft Kinect' veya dağda kayak yapmak 'Nintendo Wii'). Sağlıklı kişilerde SG'nin kapsayıcılığının artışıyla motor performans gelişim göstermektedir (Fu ve diğ. 2015). Fakat inme sonrası motor öğrenme üzerine kapsayıcılığın etkisinin incelenmesi az sayıdadır. SG kapsayıcılık seviyeleri klasik PC ekranından 3D gözlük kullanımına kadar uzamaktadır. Sağlıklı kişilerde kapsayıcılığın azlığı hareket kesinliğini, hareket akıcılığını ve hareket hızını azaltırken, görev performans süresini artırır (Fu ve diğ. 2012). Yapılan çalışmalar rehabilitasyon uygulanan bireylerin, SG tarafından zenginleştirilmiş bir ortam ile artan etkileşimden yararlanabileceklerini belirtmiştir. Kapsayıcı SG tedavisinin inmeli hastalar üzerine olan etkileri konusunda daha fazla sayıda çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır. Huang ve diğ. (Huang ve diğ. 2019) yayımladıkları çalışma protokolünde subakut inmeli hastalarda kapsayıcı SG temelli rehabilitasyonunun üst ekstremite fonksiyonları üzerine olan etkilerini araştırmayı amaçlamışlardır. Bu çalışma da bizim çalışmamız gibi literatürde eksik olan kapsayıcı SG temelli rehabilitasyonun etkilerini görmek açısından önemlidir.

SG temelli tedavinin etkilerinin değerlendirilmesi henüz başlangıç aşamasında olsa da, son sistematik gözden geçirmeler ve meta-analizler, SG'nin inmede üst ekstremite motor

fonksiyonlarını artırabileceğini (Laver ve diğ. 2017), orta ila büyük boyutta olumlu tedavi etkileri sağlayabileceğini (Lohse ve diğ. 2014) ve rehabilitasyon programında geleneksel yaklaşımları tamamlayabileceğini belirtmektedirler. SG'nin fizyoterapi programı uygulanan inmeli hastalarda (Saposnik ve diğ. 2016) yüksek düzeyde etkileşime girdiği ve orta derecede yoğunluktaki eğitiminin dahi aktivite/beceri düzeyinde fonksiyonel faydalar sağlayabileceği gösterilmiştir (dos Santos ve diğ. 2017). Bununla birlikte, üst ekstremitelerde SG uygulamasında görülen bu yararların GYA'ya geçtiğine dair çok az kanıt vardır (Aminov ve diğ. 2018).

Laver ve diğ. yaptıkları derlemede 2470 hastanın yer aldığı 72 çalışmayı incelemişlerdir (Laver ve diğ. 2017). Üst ekstremitelerde fonksiyonunu geliştirmede SG ve interaktif video oyunlarının geleneksel rehabilitasyon programından üstün olmadığını belirtmişlerdir. SG temelli tedavinin üst ekstremitelerde fonksiyonunu ve GYA fonksiyonunu geliştirmede geleneksel tedaviye ek olarak uygulandığında faydalı olabileceğini belirtmişlerdir. SG ve interaktif video oyunlarının yürüme hızı, denge ve yaşam kalitesi üzerine fikir sahibi olmak için yetersiz kanıt bulmuşlardır. İstatistiksel olarak anlamlı farklılık olmasa da toplam 15 saat ve/veya üzeri tedavinin tercih edilebileceği sonucuna ulaşmışlardır. Bu derlemede incelenen çalışmaların çoğunluğunda uygulanan SG sisteminin kapsayıcı olmayan sistemler olması muhtemel iyileşme derecelerini etkilemiş olabilir. 22 çalışmada SG tedavisi, konvansiyonel tedavi ile karşılaştırılmış sonucunda üst ekstremitelerde kullanımında SG tedavisinin bir üstünlüğüne rastlanmamıştır (düşük kalitede kanıt). SG tedavisi geleneksel tedaviye ek olarak uygulandığında ise, üst ekstremitelerde fonksiyonunda ilerlemeler kaydedilmiştir (düşük kalitede kanıt). 10 çalışmada tek başına uygulanan SG tedavisinde banyo ve giyinme gibi GYA'larında daha olumlu sonuçlar elde edilmiştir. Gerçi bu olumlu sonuçlar tedavinin hemen sonrasında elde edilmiştir ve uzun süreli takipte etkilerinin kalıcılığı bilinmemektedir.

GYA'da kavrama, uzanma ve omuz stabilizasyonunun gerekli olduğu durumlarla sıkça karşılaşmaktayız. İnmeli hastalarda özellikle üst ekstremitelerde proksimali çevresi kaslarının etkilenmesiyle uzanma aktivitesinin çok az yapılabildiği bilinmektedir. Sözü edilen aktivitelerdeki gelişme ile inmeli hastanın üst ekstremitelerini GYA'da daha fonksiyonel kullanabileceği kanısını güçlendirmektedir. Yaptığımız çalışmada hastaların GYA performansını değerlendirdiğimiz BGYAİ verilerinde (beslenme, yıkanma, öz bakımını yapabilme, giyinme, dışkılama kontrolü, idrar kontrolü, tuvalete gitme, yataktan tekerlekli sandalyeye geçebilme yetisi yürüme ya da tekerlekli sandalyeye bağımlı olma gibi hareketlilik durumu ve merdiven çıkma işlevlerini derecelendiren ölçek) anlamlı farklılık gözlemedik. Çalışmamızda üst ekstremitelerde motor fonksiyonlarında elde ettiğimiz olumlu sonuçların,

hastaların GYA'larına taşınmamış olması çalışmamızın süresinin nispeten kısa olmasıyla ilişkilendirilebilir. Hastaların GYA'larına ek olarak yaşam kalitelerini değerlendirdiğimiz SF-36 fiziksel fonksiyon verilerinde çalışma grubu hastalarının lehine anlamlı fark tespit ettik. Literatürde Sang-Mi ve Won-Ho tarafından yapılan çalışmada ise (Sang-Mi ve Won-Ho 2017) beynin değişik bölgelerinde hasar bulunan hastalarda SG müdahalesinin üst ekstremité motor fonksiyonları ve GYA üzerine olan etkileri incelenmiştir. 11 innmeli hasta orta serebral arter hasarlı grubu ve basal ganglion hasarlı grubu olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Hastalara günde 30 dakika haftada 5 gün ve toplam 4 hafta SG ("Nintendo Wii") uygulanmıştır. Motor fonksiyon ve GYA değerlendirmesi FMA ve BGYAİ Kore versiyonu kullanılarak yapılmıştır. Çalışma sonunda tüm hastalarda anlamlı iyileşme gözlenmiştir. Bu çalışmada inme geçirme süresi 6 aydan az olan hastalar dahil edildiği için GYA verilerinde iyileşme gözlenmiş olabilir. Bizim çalışmaya dahil ettiğimiz hastaların olay tarihleri 6 ay ve/veya daha fazlası idi.

Yakın zamana kadar, çoğu SG sistemi innmeli hastaların motor fonksiyonlarını iyileştirmek için tasarlanmıştır. Yapılan çalışmalarda bilişsel fonksiyonları iyileştirme ve değerlendirme sıklıkla ikinci planda yer almaktadır (Saposnik ve diğ. 2016). Buna rağmen, hem motor hem de bilişsel fonksiyonlarda ilerlemeyi hedef alan çalışmalar, bilişsel ve motor sistemlerin, yapısal ve fonksiyonel düzeyde birlikte çalıştıklarına dair kanıtlar ortaya koymuştur (Mullick ve diğ. 2015). SG uygulamalarının rehabilitasyon programına alınan innmeli hastalarda "algı-eylem döngüsü"nde olumlu sonuçları sebebiyle innmeli hastalarda kullanılabileceği bildirilmiştir (Subramanian ve diğ. 2015). Son zamanlarda yapılan çalışmalar, motor iyileşme odaklı SG uygulaması sonrası (Kihoon ve diğ. 2012) innmeli hastaların bilişsel fonksiyonları üzerinde küçük-orta düzeyde etkiye yol açan dikkat ve hafızanın geliştiğini göstermektedir (Aminov ve diğ. 2018). SG uygulaması bilişsel kontrol ve motor planlama tedavisi için tasarlandığında çift-görev kontrolünü geliştirme potansiyeline sahiptir ve GYA becerilerinin gelişmesiyle sonuçlanmaktadır (Fritz ve diğ. 2015).

Yaptığımız çalışmada hastaların bilişsel performanslarını değerlendirdiğimiz MMT'de çalışma grubu hastalarının tedavi öncesi ve tedavi sonrası verilerini karşılaştırıldığımızda, çalışma grubu lehine anlamlı farklılık tespit ettik. Seçtiğimiz oyun hastaların beceri öğrenmesi için gerekli olan Kognitif aşama (bireyin ne yapacağını öğrendiği, mental pratik yaptığı aşama), İlişkilendirme aşaması (bireyin beceriyi nasıl yapacağını öğrendiği, seçici motor kapasitesinin arttığı aşama) ve Bağımsız aşamayı (dikkate gereğin azaldığı, hareketin otomatikleştiği aşama) içeren bir oyundu. Literatürde SG uygulamasının kognitif aktivitelerde katılımı artırmak için zenginleştirilmiş çevrenin etkinliği ile ilgili kalite I, A derece kanıt,

dışarıdan hafıza yardımcı teknolojinin (bilgisayar ve oyun teknolojileri) etkinliği ile ilgili kalite II b, A derece kanıt mevcuttur (Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery, 2016). SG uygulamalarının bilişsel fonksiyonların rehabilitasyonu etkinliği üzerine literatürde çok az sayıda çalışma mevcuttur (Laver ve diğ. 2015). 36 inme hastası üzerinde yapılan 30 dakikalık 9 seanslık çift kör bir RKÇ'de (inme süresi < 6 ay) çalışma hafızası ve kelime akıcılığında geleneksel tedaviye göre SG grubu lehine anlamlı sonuçlar elde edilmiştir (Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery, 2016).

5.1 Sınırlılıklar

Çalışmamızda tedavi süresince hastalarda SG uygulamasının herhangi bir yan etkisi ile karşılaşmadık. Çalışmamızın limitasyonları, hasta sayısının az olmasıdır. Tedavi sonrası elde ettiğimiz olumlu sonuçların kalıcılığını değerlendirmek için, uzun süreli takip yapmamış olmamız çalışmamızın bir diğer limitasyonudur.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

- 1) Geleneksel rehabilitasyon tedavisi uygulanan kontrol grubu hastalarına ek olarak 6 hafta süresince SG temelli hareket tedavisi uyguladığımız çalışma grubu hastalarının grup içi JTEFT İri Ağır Nesnelere Kaldırma ve İri Hafif Nesnelere Kaldırma verilerinde anlamlı farklılık tespit edildi.

- 2) SG temelli hareket tedavisi uygulanan inmeli hastaların TKBT verilerinde istatistiksel olarak anlamlı artış kaydedildi.
- 3) Çalışma grubu ve kontrol grubu hastalarının JTEFT İri Ağır Nesneleri Kaldırma ve İri Hafif Nesneleri Kaldırma verileri % değişim oranları karşılaştırıldığında, çalışma grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi.
- 4) MMT sonuçları değerlendirildiğinde, SG temelli hareket tedavisi uygulanan hastalarının verilerinde istatistiksel olarak anlamlı artış kaydedildi. Kontrol grubu hastalarının verilerinde herhangi bir değişiklik kaydedilmedi.
- 5) Her iki grubun BGYAİ verilerinde herhangi bir farklılık gözlenmedi.
- 6) Her iki grubun SF-36 verileri incelendiğinde sadece çalışma grubu hastalarının fiziksel fonksiyon parametresinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edildi. SF-36' nın diğer parametrelerinde değişiklik gözlenmedi.
- 7) Bu sonuçlarla birlikte SG temelli rehabilitasyon tedavisinin inmeli hastaların üst ekstremitte fonksiyonlarında ve bilişsel fonksiyonlarında olumlu sonuçları olabileceği sonucuna varıldı.

6.2. Öneriler

Bu çalışmanın sonuçları, üst ekstremitte fonksiyonunu iyileştirmeyi amaçlayan SG uygulamalarının inmeli hastaların rehabilitasyon programlarına dahil edilmesini teşvik etmektedir. Teknoloji daha erişilebilir ve ekonomik hale geldikçe, SG' nin klinik rehabilitasyon ortamlarında daha da yaygın bir şekilde kullanılması muhtemeldir. Gelecekteki tasarıma ve kullanıma rehberlik etmek için SG uygulamalarının etkinliğini değerlendirmek önemlidir. Ekonomik baskı ve yaşlanan bir nüfusun sağlık hizmetlerine etkisi nedeniyle, çalışan masrafı artırılmadan, uygulanacak olan göreve özgü eğitim müdahaleleri daha da önem kazanacaktır.

Sonuç olarak, uygulaması kolay ve emniyetli olan SG uygulamaları inmeli hastaların tedavi programlarına eklenebilir. Şimdiye kadar yapılan çalışmaların sonuçları, inmeli hastalarda üst ekstremitte fonksiyonunu iyileştirme açısından teşvik edici olsa da, etkinliğinin kanıta dayalı olarak ortaya konulabilmesi için daha fazla sayıda ve daha çok vakalı kontrollü çalışmalar yapılmalıdır.



KAYNAKLAR

AHA Go AS, Mozaffarian D, Roger VL, Benjamin EJ ve diğ. Heart disease and stroke statistics- Update: A report from the American Heart Association. *Circulation* 2014; 129: 28-292.

Alary F, Doyon B, Loubinoux I, Carel C, Boulanouar K, Ranjeva JP ve diğ. Event-related potentials elicited by passive movements in humans: characterization, source analysis, and comparison to fMRI. *NeuroImage* 1998;8: 377– 90.

Aminov A, Rogers JM, Middleton S, Caeyenberghs K, Wilson PH. What do randomized controlled trials say about virtual rehabilitation in stroke? A systematic literature review and meta-analysis of upper-limb and cognitive outcomes. *J Neuroeng Rehabil.* 2018;15:29.

Aras MD, Çakıcı A. İnme Rehabilitasyonu. (Ed) Oğuz H, Dursun E, Dursun N. Tıbbi Rehabilitasyon. İstanbul: Nobel Tıp Kitabevleri 2004: 589-617.15,16.

Arboix A. ve Josep Lluís Martí-Vilaltapp. Hemiparesis And Other Types Of Motor Weakness. LR. Caplan, JV. Gijn (Eds.).(3Ed). *Stroke Syndromes* (p 1-10) 2012; Cambridge: Cambridge University Press.

Bakar M, Oğul E. Tıkayıcı tip Beyin Damar Hastalıkları. İçinde: Serebrovasküler Hastalıklar, (Ed). Balkan S, 3. Baskı, Güneş Tıp Kitabevleri 2009; Ankara, 71-74.

Balami JS, Chen RL, Buchan AM. Stroke syndromes and clinical management. *QJM* 2013;106:607-15.

Ballinger C, Ashburn A, Low J, Roderick P. Unpacking the black box of therapy – a pilot study to describe occupational therapy and physiotherapy interventions for people with stroke. *Clin. Rehabil.*1999; 13, 301–309. (doi: 10.1191/026921599673198490).

Barclay-Goddard RE ve diğ. Mental practice for treating upper extremity deficits in individuals with hemiparesis after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*, 2011;(5) p. CD005950.

Batson G. Motor Imagery for Stroke Rehabilitation: Current Research as a Guide to Clinical Practice. *Alternative and Complementary Therapies*, 2004; 10(2): p. 84-89.

Bohil CJ, AliceaB, Biocca FA. Virtual reality inneuroscience research and therapy. *Nature Reviews Neuroscience* 2011;12: 752–62.

Bonita R ve Beaglehole R. Recovery of motor function after stroke. *Stroke* 1988;19, 1497–1500 (doi: 10.1161/01.STR.19.12.149).

Brandstater 1998.ns BM, editors. *Rehabilitation Medicine*. Third Edition. Philadelphia: Lippincott-Raven Publishers, 1998: 1165-1189.

Buccino G, Solodkin A ve diğ. Functions of the mirror neuron system: implications for neurorehabilitation. *Cogn Behav Neurol*, 2006; 19(1): p. 55-63.

Burdea GC. Virtual rehabilitation–benefits and challenges. *Methods Inf Med.* 2003;42(5):519–23.

Butler AJ, Shuster M ve diğ. A meta-analysis of the efficacy of anodal transcranial direct current stimulation for upper limb motor recovery in stroke survivors. *J Hand Ther*, 2013;26(2): p. 162-70; quiz 171

Carel C, Loubinoux I, Boulanouar K ve diğ. Neural substrate for the effects of passive training on sensorimotor cortical representation: a study with functional magnetic resonance imaging in healthy subjects. *J Cereb Blood Flow Metab*, 2000;20: 478–84.

Carey JR, Kimberley TJ, Lewis SM, Auerbach EJ, Dorsey L. Analysis of fMRI and finger tracking training in subjects with chronic stroke. *Brain*, 2002;125:773–788.

Carmeli E, Peleg S, Bartur G, Elbo E, Vatine JJ. HandTutor™ enhanced hand rehabilitation after stroke — a pilot study. *Physiother. Res. Int*, 2011; 16: 191–200.

Carolee J, Winstein PT, Stein J ve diğ. Guidelines for Adult Stroke Rehabilitation and Recovery. American Stroke Association. *Stroke*, 2016;47:e98–e169.

Chollet F, DiPiero V, Wise RJ ve diğ. The functional anatomy of motor recovery after stroke in humans: a study with positron emission tomography. *Ann. Neurol*, 1991; 29, 63–71. (doi: 10.1002/ana.410290112).

Colomer C, Baldovi A, Torromé S ve diğ. Efficacy of Armeo® Spring during the chronic phase of stroke. Study in mild to moderate cases of hemiparesis. *Neurol. Barc. Spain.* 2013; 28: 261–267.

Connell LA, McMahon NE ve diğ. Stroke survivors experiences of somatosensory impairment after stroke: An Interpretative Phenomenological Analysis. *Physiotherapy*, 2013; 100(2), 150-5.

Cortés C, Ardanza A, Molina-Rueda F ve diğ. Upper limb posture estimation in robotic and virtual reality-based rehabilitation. *Biomed Res Int*. 2014; 2014:18.

Coupar F, Pollock A, Rowe P ve diğ. Predictors of upper limb recovery after stroke: a systematic review and meta-analysis. *Clin. Rehabil*, 2012; 26, 291–313 (doi: 10.1177/0269215511420305).

Cumming TB, Marshall RS, Lazar RM. Stroke, cognitive deficits, and rehabilitation: still an incomplete picture. *Int J Stroke*. 2013;8:38–45.

Dae-Sung Park, PT, PhD,* Do-Gyun Lee, PT, MSc,† Kyeongbong Lee, PT, PhD,‡ and GyuChang Lee, PT, PhD. Effects of Virtual Reality Training using Xbox Kinect on Motor Function in Stroke Survivors: A Preliminary Study. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, Vol. 26, No. 10 (October), 2017: pp 2313–2319.

De Santis D, Zenzeri J, Casadio M ve diğ. Robot-assisted training of the kinesthetic sense: enhancing proprioception after stroke. *Front. Hum. Neurosci*. 2014; 8: 1037

DeBow SB, McKenna JE, Kolb B, Colbourne F. Immediate constraint-induced movement therapy causes local hyperthermia that exacerbates cerebral cortical injury in rats. *Canadian Journal of Physiology and Pharmacology*, 2004;82,231–237.

Dinçer K. İnme. (Ed): Beyazova M, Gökçe Kutsal Y. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. Ankara: Güneş Kitabevi 2000: 1935-1950.

dos Santos Palma GC, Freitas TB, Bonuzzi GMG, Soares MAA, Leite PHW, Mazzini NA, Almeida MRG, Pompeu JE, Torriani-Pasin C. Effects of virtual reality for stroke individuals based on the international classification of functioning and health: a systematic review. *Top Stroke Rehabil*. 2017;24: 269–78.

Doyle S, Bennett S, Fasoli, SE, McKenna, KT. (2010). Interventions for sensory impairment in the upper limb after stroke. *The Cochrane Collaboration*, Issue 6. Art. No.: CD006331 (DOI: 10.1002/14651858.CD006331.pub2).

Eliassen JC, Boespflug EL, Lamy M, Allendorfer J, Chu WJ, Szaflarski, JP. Brain-mapping techniques for evaluating poststroke recovery and rehabilitation: a review. *Topics in stroke rehabilitation*, 2008;15(5), 427-450.

Elliott M, Parente F. Efficacy of memory rehabilitation therapy: A meta-analysis of TBI and stroke cognitive rehabilitation literature. *Brain Injury*, 2014; 28(12), 1610-1616.

Eric B Larson, Maia Feigon, Pablo Gagliardo, Assaf Y DVORKIN. Virtual reality and cognitive rehabilitation: A review of current outcome research. *Literature Review in Neurorehabilitation* 34(4) · May 2014. DOI: 10.3233/NRE-141078.

Erika Pedreira da Fonseca, Nildo Manoel Ribeiro da Silva. Therapeutic Effect of Virtual Reality on Post-Stroke Patients: Randomized Clinical Trial. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2016.08.035>.

Fabbri-Destro M, Rizzolatti G. Mirror neurons and mirror systems in monkeys and humans. *Physiology*. 2008;23:171–179.

Feigin VL, Lawes CM, Bennett DA ve diğ. Worldwide stroke incidence and early case fatality reported in 56 population-based studies: a systematic review. *The Lancet Neurology*, 2009; 8(4), 355-369.

Francisco G, Chae J, Chawla H, Kirshblum S, Zorowitz R, Lewis G ve diğ. Electromyogram-triggered neuromuscular stimulation for improving the arm function of acute stroke survivors: a randomized pilot study. *Arch. Phys. Med. Rehabil*. 1998; 79, 570–575. doi: 10.1016/S0003-9993(98)90 074-0.

- French B, Thomas LH, Coupe J, McMahon NE, Connell L, Harrison J, Sutton CJ, Tishkovskaya S, Watkins CL. Repetitive task training for improving functional ability after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016; 14;11:CD006073.
- Frey SH, Fogassi L, Grafton S, Picard N, Rothwell JC, Schweighofer N ve diğ. Neurological principles and rehabilitation of action disorders: computation, anatomy, and physiology (CAP) model. *Neurorehabil Neural Repair*. 2011;25:6S–20S.
- Friedman N, ve diğ. Retraining and assessing hand movement after stroke using the MusicGlove: comparison with conventional hand therapy and isometric grip training. *J. NeuroEngineering Rehabil*. 2014; 11: 76
- Fritz NE, Cheek FM, Nichols-Larsen DS. Motor-cognitive dual-task training in neurologic disorders: a systematic review. *J Neurol Phys Ther*. 2015;39:142.
- Fu MJ, Hershberger AD, Sano K, Çavuşoğlu MC. Effect of Visuo-Motor Co-location on 3D Fitts' Task Performance in Physical and Virtual Environments. *Presence Camb. Mass*. 2012; 21:305– 320.
- Gordon AM, Charles JR, Wolf SL. Efficacy of constraint-induced movement therapy on involved upper extremity use in children with hemiplegic cerebral palsy is not age dependent. *Pediatrics*. 2006;117(3):363-73.
- Griesbach G, Gomez-Pinilla SF, Hovda DA. The upregulation of plasticity-related proteins following TBI is disrupted with acute voluntary exercise. *BrainResearch* 2004; 1016,154–162.
- Grigoras AV, Matei D, Ignat EB. Non-Immersive Virtual Reality for Upper Limb Rehabilitation in Stroke Survivors - A Feasibility Study *Balneo Research Journal* (DOI: <http://dx.doi.org/10.12680/balneo.2018.187> Vol.9, No.32018 p: 232 –239.).
- Han C, Wang Q ve diğ. Effects of intensity of arm training on hemiplegic upper extremity motor recovery in stroke patients: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2013;27(1):75–81.
- Hankey GJ. Preventable stroke and stroke prevention. *J Thromb Haemost* 3: 2005;1638– 45.
- Hankey G. *Stroke Treatment and Prevention, An Evidence-based Approach*. Cambridge: Cambridge University Press. 2013.
- Hatano S. Experience from a multicentre stroke register: a preliminary report. *Bull World Health Organ*, 1976; 54(5): p. 541-53.
- Hoffman T, Bennett S, Koh CL, McKenna K. A systematic Review of cognitive interventions to improve functional ability in people who have cognitive impairment following stroke. *Top Stroke Rehabilitation*, 17(2), 2010; 99-107
- Hsu WY, Cheng CH ve diğ. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on motor functions in patients with stroke: a meta-analysis. *Stroke*, 2012. 43(7): p. 1849-57.
- Huang X, Naghdy F ve diğ. Clinical effectiveness of combined virtual reality and robot assisted fine hand motion rehabilitation in subacute stroke patients. *IEEE Int Conf Rehabil Robot*. 2017;2017:511–5.
- Hyndman D, Pickering RM, Ashburn A. The influence of attention deficits on functional recovery post stroke during the first 12 months after discharge from hospital. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 2008;79:656-63.
- Iacoboni M, Molnar-Szakacs I, Gallese V, Buccino G, Mazziotta JC, Rizzolatti G ve diğ. Grasping the intentions of others with one's own mirror neuron system. *PLoS Biol*. 2005;3:e79.
- Intercollegiate Stroke Working Party. *National clinical guideline for stroke: 4th edition*. London: Royal College of Physicians, 2012.
- Janet H. Carr ve Roberta B. Shepherd Review Article Enhancing Physical Activity and Brain Reorganization after Stroke. *Hindawi Publishing Corporation Neurology Research International* 2011;ID 515938, 7 pages doi:10.1155/2011/515938.

Jebsen RH, Taylor N, Trieschmann RB, Trotter MJ, Howard LA. An objective and standardised test of hand function. *Arch Phys Med Rehabil*; 1969; 50: 311-319.

Johansson B. Current trends in stroke rehabilitation. a review with focus on brain plasticity. *Acta Neurol.Scand.*123 2011;147159 (doi:10.1111/j.16000404.2010.01417.x).

Johnston SC, Mendis S, Mathers CD. Global variation in stroke burden and mortality: estimates from monitoring, surveillance, and modelling. *Lancet Neurol* 2009;8:345-54.

Kelso JA, Southard DL, Goodman D. On the nature of human interlimb coordination. *Science* 1979;203, 1029–1031 (doi: 10.1126/science.424729).

Kihoon J, Yu J, Jung J. Effects of virtual reality-based rehabilitation on upper extremity function and visual perception in stroke patients: a randomized control trial. *J Phys Ther Sci.* 2012;24:1205–8

Kleim J, Theresa A. Jones. Principles of Experience-Dependent Neural Plasticity: Implications for Rehabilitation After Brain Damage. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research.* 51,2008; S225–S239

Kleim JA, Bruneau R, VandenBerg P ve diğ. Motor cortexstimulation enhances motor recovery and reduces peri-infarct dysfunction following ischemic insult.*Neurological Research,* 2003;25,789–793.

Koton S, Schneider AL ve diğ. Stroke incidence and mortality trends in US communities,1987 to 2011. *JAMA.* 2014;312(3):259–68

Krakauer JW. Motor learning: its relevance to stroke recovery and neurorehabilitation. *Curr. Opin. Neurol.* 2006;19, 84–90 (doi: 10.1097/01.wco.0000200544.29915.c).

Krams M, Rushworth MFS, Deiber MP, Frackowiak RS, Passingham RE. The preparation, execution and suppression of copied movements in the human brain. *Exp Brain Res.* 1998;120:386–398.

Kumar R, Metter EJ, Mehta AJ, Chew T. Shoulder pain in hemiplegia. The role of exercise. *Am. J. Phys. Med. Rehabil.* 1990;69, 205–208 (doi: 10.1097/00002060-199008000-00007).

Kutluk K. İskemik İnme, Nobel Tıp Kitabevi, İstanbul, 2004.

Kwakkel G, Kollen BJ, van der Grond J, Prevo AJ. Probability of regaining dexterity in the flaccid upper limb: impact of severity of paresis and time since onset in acute stroke. *Stroke* 2003;34, 2181–2186. doi: 10.1161/01.STR.0000087172.16305.CD.

Kwakkel G, Kollen B, Twisk J. Impact of time on improvement of outcome after stroke. *Stroke* 2006;37, 2348–2353 (doi: 10.1161/01.STR.0000238594.91938.1e).

Langhorne P, Coupar F, Pollock A. Motor recovery after stroke: a systematic review. *Lancet Neurol,* 2009; 8(8): p. 741-54.

Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. Stroke rehabilitation. *Lancet* 2011;377, 1693–1702 (doi: 10.1016/S0140-6736(11)60325-5).

Laver KE, George S, Thomas S, Deutsch JE, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2015; 2:CD008349. PubMed: 25927099.

Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017.

Laver KE, George S ve diğ. Realidad virtual para la rehabilitación del accidente cerebrovascular. John Wiley & Sons Ltd for the Cochrane Collaboration, 2011.

- Lee S, Kim Y, Lee BH. Effect of virtual reality-based bilateral upper extremity training on upper extremity function after stroke: a randomized controlled clinical trial. *Occup Ther Int.* 2016;23(4):357–68.
- Lehéricy S, Benali H, Van de Moortele PF, Péligrini-Issac M, Waechter T, Ugurbil K ve diğ. Distinct basal ganglia territories are engaged in early and advanced motor sequence learning. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2005;102, 12566–12571 (doi: 10.1073/pnas.0502762102).
- Lippincott W, Wilkins K ve diğ. Aspects affecting occupational therapists' reasoning when implementing research-based evidence in stroke rehabilitation. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy*, 2012;19, 118–131.
- Lisman, J ve Spruston N. Postsynaptic depolarization requirements for LTP and LTD: a critique of spike timing-dependent plasticity. *Nature Neuroscience*, 2005;8,839–841.
- Lohse KR, Hilderman CG, Cheung KL, Tatla S, Van der Loos HF. Virtual reality therapy for adults post-stroke: a systematic review and meta-analysis exploring virtual environments and commercial games in therapy. *PLoS One.* 2014;9:e93318.
- Luft AR, McCombe-Waller S, Whittall J, Forrester LW, Macko R, Sorkin JD ve diğ. Repetitive bilateral arm training and motor cortex activation in chronic stroke: a randomized controlled trial. *JAMA* 2004;292, 1853–1861. doi: 10.1001/jama.292.15.1853.
- Maier M, Rubio Ballester B, Duff A, Duarte Oller E, Verschure P. Effect of specific over nonspecific VR-based rehabilitation on Poststroke motor recovery: a systematic meta-analysis. *Neurorehabil Neural Repair.* 2019;33: 112–29.
- Manganotti P, Patuzzo S ve diğ. Motor disinhibition in affected and unaffected hemisphere in the early period of recovery after stroke. *Clin. Neurophysiol*, 2002;113(6): p. 936-43.
- Mehrholz J, Pohl M, Platz T, Kugler J, Elsner B. Electromechanical and robot-assisted arm training for improving activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke. *Cochrane Database Syst Rev.* 2018; CD006876 (doi: 10.1002/14651858.CD006876.pub5).
- Mel Slater. Place illusion and plausibility can lead to realistic behaviour in immersive virtual environments. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci.* 2009; 364(1535): 3549–3557 (doi: 10.1098/rstb.2009.0138).
- Melo TP ve Bogousslavsky J. Hemiparesis And Other Types Of Motor Weakness. J. Bogousslavsky ve LR. Caplan (Eds.).(2nd Ed). *Stroke Syndromes* 2001;22-33. Cambridge: Cambridge University Press.
- Mew M ve Winnall S. Management of Visual and Sensory Impairments. J. Edmans (Ed.). *Occupational Therapy and Stroke* Second Edition 2010;117-143.
- Michael J. Fu, Jayme Knutson, and John Chae. Stroke Rehabilitation using Virtual Environments. *Phys Med Rehabil Clin N Am.* 2015; 26(4): 747–757. doi:10.1016/j.pmr.2015.06.001
- Milgram P, Kishino F. A taxonomy of mixed reality visual displays”, *IEICE Transactions on Information Systems*, 1994; 77(12), 1321-1329.
- Miyai I, Yagura H, Hatakenaka M, Oda I, Konishi I, Kubota K. Longitudinal optical imaging study for locomotor recovery after stroke. *Stroke.* 2003;34: 2866.
- Mohr JP, Stapf C. (2008). *Serebral ve Serebellar Kanama. İçinde Merritt's Türkçe Neurology.* Ed. Rowlve L. Çev. ed. Baslo B. Gürses C. Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 303..
- Morris, D. M., Taub, E., and Mark, V. W. (2006). Constraint-induced movement therapy: characterizing the intervention protocol. *Eura. Medicophys* 42, 257–268
- Mudie MH ve Matyas TA. Can simultaneous bilateral movement involve the undamaged hemisphere in reconstruction of neural networks damaged by stroke? *Disabil. Rehabil.* 2000;22, 23–37.

- Mullick AA, Subramanian SK, Levin MF. Emerging evidence of the association between cognitive deficits and arm motor recovery after stroke: a meta-analysis. *Restor Neurol Neurosci*. 2015;33:389–403.
- Murase N, Duque J ve diğ. Influence of interhemispheric interactions on motor function in chronic stroke. *Ann Neurol*, 2004; 55(3): p. 400-9.
- Nakayama H, Jorgensen HS, Raaschou HO, Olsen TS. Recovery of upper extremity function in stroke patients: the Copenhagen Stroke Study. *Arch Phys Med Rehabil* 1994;75: 394-8.
- Nichols-Larsen DS, Clark PC, Zeringue A, Greenspan A, Blanton S. Factors influencing stroke survivors' quality of life during subacute recovery. *Stroke* 2005; 36: 1480-4
- Nijland RH, van Wegen EE, Harmeling-van der Wel BC, Kwakkel, G. Presence of finger extension and shoulder abduction within 72 hours after stroke predicts functional recovery: early prediction of functional outcome after stroke: the epos cohort study. *Stroke* 2010; 41, 745–750 (doi: 10.1161/STROKEAHA.109.572065).
- Özcan O, Turan B. Hemipleji Rehabilitasyonu. (Ed): Özcan O, Arpacıoğlu O, Turan B. Nörorehabilitasyon. İstanbul: Nobel Kitabevi 2000; 61-82.
- Pandian S, Arya KN. Neurorehabilitation: Prospective, Cross-Sectional, And Nonexperimental Study, Motor Impairment Of The Ipsilesional Body Side In Poststroke Subjects. *Journal of Bodywork & Movement Therapies*,2013;17, 495-503
- Park D, Lee DG ve diğ. Effects of virtual reality training using Xbox Kinect on motor function in stroke survivors: a preliminary study. *J Stroke Cerebrovasc Dis*. 2017;2313–19.
- Pascual-Leone A, Nguyet D, Cohen L ve diğ. Modulation of muscle responses evoked by transcranial magnetic stimulation during the acquisition of new fine motor skills. *Journal of Neurophysiology*, 1995; 74,1037–1045.
- Patel M, Tilling K, Lawrence E, Rudd A, Wolfe C, McKeivitt C. Relationships between long-term stroke disability, handicap and health-related quality of life. *Age and Ageing* 2006;35: 273–9.). Virtual reality for stroke rehabilitation (Review).
- Pollock A, Farmer SE ve diğ. Interventions for improving upper limb function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;11(11):CD010820.
- Prabhakaran S, Zarahn E ve diğ. Inter-individual variability in the capacity for motor recovery after ischemic stroke. *Neurorehabil Neural Repair*. 2008;22(1):64–71.
- Pulaski KH. Adult Neurological Dysfunction. EB. Crepeau, ES. Cohn, BA. Schell (Ed.) Willard&Spackman's Occupational Therapy (10 Ed.) 2003;767-788.
- Qianqian H, Wei W ve diğ. Evaluating the effect and mechanism of upper limb motor function recovery induced by immersive virtual-reality-based rehabilitation for subacute stroke subjects: study protocol for a randomized controlled trial. Huang ve diğ. *Trials* (2019) 20: 104 <https://doi.org/10.1186/s13063-019-3177-y>.
- Rasquin SM, Lodder J, Ponds RW, Winkens I, Jolles J, Verhey FR. Cognitive functioning after stroke: a oneyear follow-up study. *Dement Geriatr Cogn Disord* 2004; 18:138-44.8.
- Richard D, Zorowitz, EB. Stroke, in Physical medicine and rehabilitation board review, S.J. Cuccurullo, Editor. 2010; Demos Medical Publishing: New York.
- Richard L. Harvey, E.J.R., David T. Yu, and Pablo Celnik, Stroke Syndromes, in Physical Medicine and Rehabilitation, R.L. Braddom, Editor. 2011, Elsevier Saunders: Philadelphia.
- Richards L, Senesac C, McGuirk T, Woodbury M, Howland D, Davis S, Patterson T. Response to intensive upper extremity therapy by individuals with ataxia from stroke. *Top Stroke Rehabil*. 2008 May-Jun;15(3):262-71. doi: 10.1310/tsr1503-262.

Ridderikhoff, A, Peper CL, Beek PJ. Unraveling interlimb interactions underlying bimanual coordination. *J. Neurophysiol.*2005;94,3112–3125. (doi: 10.1152/jn.01077.2004).

Roger VL, Go AS ve diğ. Heart disease and stroke statistics–2011 update: a report from the American Heart Association. *Circulation.* 2011;123(4):e18–e209.

Roth EJ, Harvey RL. Rehabilitation of Stroke Syndromes. In Braddom LR, (ed) *Physical Medicine and Rehabilitation.* 2.nd edition. W. B. Saunders Company, Philadelphia, 2000;1117-1160.)

Roth EJ, Harvey RL. Rehabilitation of Stroke Syndromes. In: Braddom RL, editors. *Physical Medicine and Rehabilitation.* Second edition. Philadelphia: W. B. Saunders Company, 2000; 1117-1163.

Sacco R. Serebrovasküler Hastalığın Patogenezi, Sınıflandırması ve Epidemiyolojisi. İçinde: Türkçe Merrit's Neurology, Ed Rowlve LP, Çev Ed: Baslo B, Gürses C. 11. Baskı, Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara,2008; 275-290.

Samar M. Hatem, Saussez G ve diğ. Rehabilitation of Motor Function after Stroke: A Multiple Systematic Review Focused on Techniques to Stimulate Upper Extremity Recovery. *Front. Hum. Neurosci.* 13 September 2016; <https://doi.org/10.3389/fnhum.2016.00442>

Sang-Mi Jung, Won-Ho Choi. Effects of virtual reality intervention on upper limb motor function and activity of daily living in patients with lesions in different regions of the brain. *J. Phys. Ther. Sci.* 2017;29: 2103–2106.

Saposnik G, Mindy Levin. Virtual Reality in Stroke Rehabilitation A Meta-Analysis and Implications for Clinician. 2011;http://stroke.ahajournals.org/cgi/content/full/STROKE_AHA.110.605451/DC1. (DOI: 10.1161/STROKEAHA.110.605451).

Saposnik G, Cohen LG ve diğ. Efficacy and safety of non-immersive virtual reality exercising in stroke rehabilitation (EVREST): a randomised, multicentre, single-blind, controlled trial. *Lancet Neurol.* 2016;15(10):1019–27.

Saposnik G, Mamdani M, Bayley M, Thorpe KE, Hall J, Cohen LG ve diğ. Effectiveness of Virtual Reality Exercises in Stroke Rehabilitation (EVREST): rationale, design, and protocol of a pilot randomized clinical trial assessing the Wii gaming system. *Int J Stroke* 2010;5: 47-51.

Shiber JR, Fontane E, Adewale A. (2010). Stroke registry: hemorrhagic vs ischemic strokes. *Am J Emerg Med,* 28(3):331-3

Shumway-Cook A, Woollacott H.M. Clinical management of the patient with reach, grasp and manipulation disorders. In: *Motor control: translating research into clinical practice* [3rd ed]. USA: Lippincott Williams & Wilkins, 2007; 510-526

Song R, Tong KY, Hu XL, Li L. Assistive control system using continuous myoelectric signal in robot-aided arm training for patients after stroke. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng* 2008;16:371-9

Speach DP, Dombovy ML. Recovery from stroke: rehabilitation. *Baillieres Clin Neurol* 1995; 4 (2): 317-338.)

Stinear CM, Byblow WD, Ward SH. An update on predicting motor recovery after stroke. *Annal. Phys. Rehabil. Med.* 57, 489–98. doi: 10.1016/j.rehab.2014;08.006

Subramanian SK, Chilingaryan G, Levin MF, Sveistrup H: Influence of training environment and cognitive deficits on use of feedback for motor learning in chronic stroke. In *Virtual Rehabilitation Proceedings (ICVR), 2015 International Conference on IEEE;* 2015: 38–43

Subramanian SK ve diğ. Arm motor recovery using a virtual reality intervention in chronic stroke: randomized control trial. *Neurorehabil Neural Repair.* 2013;27(1):13–23

Sung H. You, PT, PhD; Sung Ho Jang, MD; Yun-Hee Kim, MD, PhD; Mark Hallett, MD; Sang Ho Ahn, MD; Yong-Hyun Kwon, PT, MS; Joong Hwi Kim, PT, MS; Mi Young Lee, PT. Virtual Reality–Induced Cortical

Reorganization and Associated Locomotor Recovery in Chronic Stroke An Experimenter-Blind Randomized Study. 2005

Sung HY, Sung Ho Jang, Yun-Hee Kim, Mark Hallett, Sang Ho Ahn, Yong-Hyun Kwon, Joong Hwi Kim, and Young Lee, Virtual Reality–Induced Cortical Reorganization and Associated Locomotor Recovery in Chronic Stroke An Experimenter-Blind Randomized Study <https://doi.org/10.1161/01.STR.0000162715.43417.91Stroke.2005;36>: 1166–1171

Teasell RW, Murie-Fernandez M, McIntyre A, Mehta S. Rethinking the continuum of stroke rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* 2014;95(4):595–6.

Thieme H, Morkisch N, Mehrholz J, Pohl M, Behrens J, Borgetto B ve diğ. Mirror therapy for improving motor function after stroke. *Cochrane Database Syst Rev*. 2018; CD008449. doi: 10.1002/14651858.CD008449.pub3

Thomas Platz. Evidence-Based Guidelines and Clinical Pathways in Stroke Rehabilitation—An International Perspective. *Front. Neurol.* 08 March 2019 | <https://doi.org/10.3389/fneur.2019.00200>

Thomson K, Pollock A, Bugge C, Brady M. Commercial gaming devices for stroke upper limb rehabilitation: a systematic review. *Int. J. Stroke Off. J. Int. Stroke Soc.* 2014; 9:479–488

Thomson K, Pollock A, Bugge C, Brady MC. Commercial gaming devices for stroke upper limb rehabilitation: a survey of current practice. *Disabil. Rehabil. Assist. Technol.* 2015:1–8. [PubMed: 25634339]

Tombari D, Loubinoux I, Pariente J ve diğ. A longitudinal fMRI study: in recovering and then in clinically stable sub-cortical stroke patients. *Neuroimage*. 2004;23: 827-839.

Traversa R, Cicinelli P ve diğ. Follow-up of interhemispheric differences of motor evoked potentials from the 'affected' and 'unaffected' hemispheres in human stroke. *Brain Res*, 1998. 803(1-2): p. 1-8.

Ustinova KI, Leonard WA ve diğ. Development of a 3D immersive videogame to improve arm-postural coordination in patients with TBI. *J Neuroeng Rehabil.* 2011; 8(1):1

Utku U, Çelik Y. İnmede Etiyoloji, Sınıflandırma ve Risk Faktörleri. İçinde: Serebrovasküler Hastalıklar, Ed Balkan S, 3. Baskı, Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 2009;51-62

Vaynman, S ve Gomez-Pinilla, F. License to run: Exercise impacts functional plasticity in the intact and injured central nervous system by using neurotrophins. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 2005;19,283–295.

Veerbeek JM, van Wegen E, van Peppen R, van der Wees PJ, Hendriks E, Rietberg M, Kwakkel G. What is the evidence for physical therapy poststroke? A systematic review and meta-analysis. *PLoS One*. 2014; 4;9(2):e87987 (doi: 10.1371/journal.pone.0087987. eCollection 2014).

Viau A, Anatol G, Feldman, Bradford J. Reaching in reality and virtual reality: a comparison of movement kinematics in healthy subjects and in adults with hemiparesis. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation* 2004; I: II doi: 10.1186/1743-0003-1-11.

Wade DT, Langton-Hewer R, Wood VA, Skilbeck CE, Ismail HM. The hemiplegic arm after stroke: measurement and recovery. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 1983; 46, 521–524. doi: 10.1136/jnnp.46.6.521.

Wagner TH, Lo AC ve diğ. An economic analysis of robot-assisted therapy for long-term upper-limb impairment after stroke. *Stroke J. Cereb. Circ.* 2011; 42: 2630–2632.

Wang L, Yu C ve diğ. Dynamic functional reorganization of the motor execution network after stroke. *Brain*. 2010;133(Pt 4):1224–38.

Wang W, Jiang B ve diğ. Prevalence, incidence, and mortality of stroke in China: results from a nationwide population-based survey of 480 687 adults. *Circulation*. 2017;135(8):759–71.

Ween JE. Functional imaging of stroke recovery: an ecological review from a neural network perspective with an emphasis on motor systems. *J. Neuroimaging* 2008;18, 227–236. (doi: 10.1111/j.1552-6569.2007.00180.x).

Weiller C, Juptner M, Fellows S, Rijntjes M, Leonhardt G, Kiebel S, ve diğ. Brain representation of active and passive movements. *NeuroImage* 1996;4 :105–10.

Winstein CJ, Stein J, Arena R, Bates B, Cherney LR ve diğ. Guidelines for adult stroke rehabilitation and recovery: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*, 2016; 47(6), e98-e169.

World Health Organization. International Classification of Functioning, Disability and Health. Children&Young Version 2007.

World Health Organization. The global burden of disease: 2004 update. http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/2004_report_update/en/index.html.

Yavuzer G, Senel A, Atay MB, Stam HJ. 'Playstation eyetoy games' improve upper extremity-related motor functioning in subacute stroke: a randomized controlled clinical trial. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2008;44: 237–244.

Yin CW, Sien NY ve diğ. Virtual reality for upper extremity rehabilitation in early stroke: a pilot randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, 2014; 28(11): p. 1107-1114.

Ying Z, Roy RR ve diğ. Exercise restores levels of neurotrophins and syn-aptic plasticity following spinal cord injury, *Experimental Neurology* 2005; 193,411–419.

8. ÖZGEÇMİŞ

1. Bireysel Bilgiler

Adı Soyadı : Oğuzhan Bahadır DEMİR

Doğum Tarihi : 26.11.1977

Telefon : +90(532) 670 84 59

E-Posta : obdemir@gmail.com | oguzhan.demir@kocaeli.edu.tr

Yabancı Dil : İngilizce (European Framework of Reference for Languages (CEFR) C1 level)

Öğrenim Durumu : Doktora (Devam ediyor)

Derece	Bölüm	Üniversite	Yıl
Lisans	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Y.O.	Pamukkale Üniversitesi	2000
Y. Lisans	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı iş ve Uğraşı Terapisi Programı	Kocaeli Üniversitesi	2015
Doktora	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı iş ve Uğraşı Terapisi Programı	Kocaeli Üniversitesi	(Devam ediyor)

Yüksek Lisans Tez Başlığı ve Tez Danışmanı:

İnmeli Hastalarda Omuz ve Skapula Çevresi Kaslara Kinezyolojik Bant Uygulamasının Üst Ekstremitte Fonksiyonları ve Yürüme Üzerine Olan Etkisi

Prof. Dr. Erbil DURSUN

Doktora Tezi Başlığı ve Tez Danışmanı:

İnmeli Hastalarda Sanal Gerçeklik Temelli Hareket Tedavisinin Üst Ekstremitte Fonksiyonları, Günlük Yaşam Aktiviteleri ve Kognitif Fonksiyonları Üzerine Olan Etkileri (Devam Ediyor)

Prof. Dr. Erbil DURSUN

Kısa Özgeçmiş:

26.11.1977 yılında memur olan babamın görev yaptığı Ağrı ilinde dünyaya geldim. Aslen Kocaeli, Kandıra Bağıranlı kütüğüne kayıtlıyım. İlkokulu Malatya, ortaokulu Ankara, liseyi Kocaeli’de tamamladım. Üniversite eğitimim sonrası askerlik hizmetimi 2000-2001 yılları arasında Kasımpaşa Deniz Hastesi’nde yaptım. Gölcük Devlet hastanesinde 2001-2002 yılları

arasında Fizyoterapist olarak çalıştım. 2002 yılından beri 657 sayılı Devlet Memurları Kanununa tabi olarak Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi hastanesinde Fizyoterapist olarak görevime devam etmekteyim. 2015 yılından itibaren Yahyakaptan Meslek Yüksekokulu'nda Tıbbi Masaj ve Hipoterapi derslerini vermekteyim. Evli ve iki kız çocuk babasıyım.

SEÇME YAYINLAR:

Oğuzhan Bahadır DEMİR, Erbil DURSUN, Fatma KARA KUTLU. İnmeli Hastalarda Gluteal Bantlamanın Yürüme Parametreleri üzerine olan Etkileri. UMYOS VII. International Vocational Schools Symposium 16-18 October 2018.

Oğuzhan Bahadır Demir, Erbil Dursun, Canan Baydemir. İnmeli Hastalarda Omuz ve Skapula Çevresi Kaslarına Yönelik Kinezyolojik Bant Uygulamasının (The Kinesio Taping® Technique) Üst Ekstremitte Fonksiyonları ve Yürüme Üzerine Olan Etkisi. <https://doi.org/10.30934/kusbed.545263>

Çiğdem ÇEKMECE, Ilgın SADE, Murat İNANIR, Oğuzhan DEMİR, Barın SELÇUK, Nigar DURSUN. Doğumsal Brakial Pleksus Yaralanmalı Çocuklarda Kinezyolojik Bantlamanın Etkinliği. 5. Tıbbi Rehabilitasyon Kongresi 03-06 Kasım 2016.

Çiğdem ÇEKMECE, Oğuzhan DEMİR, Ilgın SADE, Nigar DURSUN. İş ve Uğraşı Terapisinin Omurilik Yaralanması Rehabilitasyonundaki Rolü: Olgu Sunumu

Tuğba Gokbel, Cagla Karacan, Soner AKYEL, Esmâ Karadeniz, Tolga ALVER, Beril Melina DURSUN, Oğuzhan Bahadır DEMİR, Nigar DURSUN. Treating stroke patients with tango. International Neurology and Rehabilitation Meeting 4th-6th, June 2015.

9. EKLER

EK 1.



T.C.
KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ

GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU



Etik Kurul Bilgileri	Adı	Kocaeli Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
	Adres	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Ara Kat 41380 Umuttepe Yerleşkesi /KOCAELİ
	Telefon	0262 303 74 50
	Faks	0262 303 74 63
	E-Posta	gokaetikkurul@kocaeli.edu.tr

Başvuru Bilgileri	Araştırmanın Adı	İnmeli hastalarda sanal gerçeklik temelli hareket tedavisinin üst ekstremitte fonksiyonları, günlük yaşam aktiviteleri ve kognitif fonksiyonları üzerine olan etkileri			
	Araştırma Proje Numarası	KÜ GOKAEK 2018/17			
	Sorumlu Araştırmacı Unvanı/Adı/Soyadı	Prof. Dr. Erbil DURSUN			
	Sorumlu Araştırmacının Uzmanlık Alanı	FTR			
	Araştırma Merkezi	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon AD			
	Destekleyici				
	Araştırmanın Türü	Doktora Tezi			
	Araştırmaya Katılan Merkezler	Tek Merkezli <input checked="" type="checkbox"/>	Çok Merkezli <input type="checkbox"/>	Ulusal <input checked="" type="checkbox"/>	Uluslararası <input type="checkbox"/>

Değerlendirilen Belgeler	Belge Adı	Var	Yok	Açıklama
	Başvuru Dilekçesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Başvuru Formu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Araştırmanın Türü	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		Gözlemsel Çalışma
Araştırma Protokolü	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Kullanılacak Form Örnekleri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Aydınlatılmış Onam Formu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Araştırma Bütçesi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Literatür Örneği	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Taahhütname	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Biyolojik Materyal Transfer Anlaşması	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
İzin Belgeleri	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Başhekimlik Onayı	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Özgeçmişler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Değişiklik Bilgi Formu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Proje Sonuç Formu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Diğer	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

H.Serhat KIROĞLU
Etik Kurul Sekreteri

ASLI GİBİDİR

KÜ Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Onay Formu	Belge Kodu	Rev. Tarihi / No.su:	Sayfa
	Onay formu	18.10.2017/KOGÖEK01.2	1/2

Karar Bilgileri	Karar No: KÜ GOKAEK 2018/1.25	Proje No: 2018/17	Tarih: 10/0/2018
	Prof. Dr. Erbil DURSUN sorumluluğunda yapılan ve yukarıda bilgileri verilen araştırma başvuru dosyası ve ilgili belgeler, araştırmanın gerekçesi, amacı, yaklaşım ve yöntemleri, gönüllüler için beklenen yarar ve riskler dikkate alınarak değerlendirilmiş ve araştırmanın ilgili protokol doğrultusunda belirtilen merkezlerde yürütülmesi etik açıdan, <input checked="" type="checkbox"/> Uygun bulunmuştur. <input type="checkbox"/> Eksikliklerin tamamlanması koşulu ile uygun bulunmuştur.* <input type="checkbox"/> Uygun bulunmamıştır.*		

Dayanakları	Hasta Hakları Yönetmeliği (01.08.1998/23420); Biyoloji ve Tıbbın Uygulanması Bakımından İnsan Hakları ve İnsan Haysiyetinin Korunması Sözleşmesi: İnsan Hakları ve Biyotıp Sözleşmesinin Uygun Bulunduğuna Dair Kanun (09.12.2003/25311); Biyotıp Araştırmalarına İlişkin İnsan Hakları ve Biyotıp Sözleşmesine Ek Protokolün Onaylanmasının Uygun Bulunduğuna Dair Kanun (29.03.2011/27899); İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik (13.04.2013/28617); Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Yönetmeliği (06.09.2014/29111); Dünya Tıp Birliği Helsinki Bildirgesi; İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu; Türk Tabipleri Birliği Hekimlik Meslek Etiği Kuralları; Türk Tabipleri Birliği Araştırma Etiği Bildirgesi
-------------	--

Etik Kurul Üyeleri

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile İlişki		Toplantıda Bulunma		İmza
			E	K	E	H	E	H	
Prof. Dr. Kadir Babaoğlu Başkan	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. İ. Erdem Okay Üye	Genel Cerrahi	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Haluk Emre Özel Üye	Restoratif Diş Tedavisi	Kocaeli Üniversitesi Diş Hekimliği Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Özlem Yıldız Gündoğdu Üye	Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı ve Hastalıkları	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Canan Baydemir Üye	Biyostatistik	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Semil Selcen Göçmez Üye	Farmakoloji	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Yusufhan Yazır Üye	Histoloji ve Embriyoloji	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Aslıhan Akpınar Raportör	Tıp Tarihi ve Etik	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Ceyla Eraldemir Üye	Biyokimya	Kocaeli Üniversitesi Tıp Fakültesi	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

* Gerekeçe ve öneriler:

H.Serhat KIROĞLU
Etik Kurul Sekreteri

ASLI GIBİDİR

KÜ Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Onay Formu	Belge Kodu	Rev. Tarihi / No.su:	Sayfa
	Onay formu	18.10.2017/KOGOEK01.2	2/2

EK 2. Tez Denetleme Listesi

Tez, aşağıdaki denetimler yapılarak tamamlanmıştır.

- Kapak ve iç kapak sayfalarında BİLİM UZMANLIĞI ya da DOKTORA şeklinde elde edilen unvanlar yazıldı (Kapak sayfasına danışman adı yazılmamalıdır).
- Kapak sayfasına mezun olunan PROGRAMIN (Anabilim dalının değil) adı yazıldı.
- Tez kapağı sırt kısmına kılavuzda belirtilen çizimde (yazının yönüne dikkat!) ad, program, yıl yazıldı.
- Onay sayfası uygun çizimde hazırlandı (kazanılan unvanlar BİLİM UZMANLIĞI ya da DOKTORA olmalıdır) imzalatıldı (Enstitü Müdürü'nün imzası da gereklidir, imzaların aynı renk kalemle atılmasına dikkat edilmelidir).
- Dizinler kılavuzda belirtildiği gibi sıralandı.
- Ön sayfalara i, ii, iii şeklinde Roma rakamları konuldu.
- Sayfa numaraları kılavuzda belirtildiği şekilde konuldu.
- Sayfa düzeni kılavuzda belirtildiği şekilde yapıldı.
- Ana metin yazı boyutu 12 olacak biçimde basıldı.
- Dipnot yazı boyutu 10 olacak şekilde basıldı.
- Ana metin satır aralığı 1.5 olacak şekilde yazıldı.
- Kaynaklar abecesel sıralamaya göre yazıldı.
- Kaynak gösterme ilkelerine ve yazım kurallarına uyuldu.
- Ekler kılavuzda belirtildiği gibi verildi.

..... / / 2020

Danışman

İmza

