

T.C.

BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

**AKUT HEMİPLEJİK HASTALARDA ROBOTİK  
REHABİLİTASYONUN EL FONKSİYONLARINI  
İYİLEŞTİRMEDE ETKİSİ**

Yüksek Lisans Tezi

SÜMEYYE AKÇAY

İSTANBUL, 2019



**T.C.  
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ**

**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON PROGRAMI**

**AKUT HEMİPLEJİK HASTALARDA ROBOTİK  
REHABİLİTASYONUN EL FONKSİYONLARINI  
İYİLEŞTİRMEDE ETKİSİ**

**Yüksek Lisans Tezi**

**SÜMEYYE AKÇAY**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Dilber KARAGÖZOĞLU  
COŞKUNSU**

**İkinci Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Özden ERKAN OĞUL**

**İSTANBUL, 2019**

T.C.  
BAHÇEŞEHİR ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

Tezin Adı: Akut Hemiplejik Hastalarda Robotik Rehabilitasyonun El Fonksiyonlarını İyileştirmede Etkisi  
Öğrencinin Adı Soyadı: Sümeyye AKÇAY  
Tez Savunma Tarihi: 06.08.2019

Bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak gerekli şartları yerine getirmiş olduğu Sağlık Bilimleri Enstitüsü tarafından onaylanmıştır.

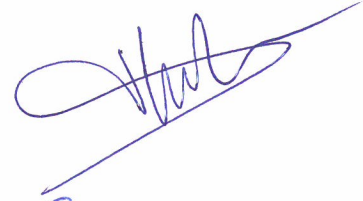
  
Doç. Dr. Hasan Kerem ALPTEKİN  
Enstitü Müdürü  
İmza

Bu Tez tarafımızca okunmuş, nitelik ve içerik açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak yeterli görülmüş ve kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmzalar

Tez Danışmanı  
Dr. Öğr. Üyesi Dilber KARAGÖZOĞLU COŞKUNSU



İkinci Tez Danışmanı  
Dr. Öğr. Üyesi Özden ERKAN OĞUL



Üye  
Prof. Dr. Habibe Serap İNAL



Üye  
Doç. Dr. İlkşan DEMİRBÜKEN



Üye  
Dr. Öğr. Üyesi Semra OĞUZ



## İTHAF

Bu tez çalışmasını çalışmada büyük emeği olan ve birçok konuda yol göstericim olmuş hocam rahmetli Haris Begovic'e ithaf ediyorum.

## TEŐEKKÜR

Tezimin her aŐamasında çok değerli akademik bilgi ve deneyimlerini paylaŐan, destek ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, sabırlı, anlayıŐlı ve hoŐgörülu yaklaşımı ile beni cesaretlendiren çok kıymetli danıŐman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Dilber KARAGÖZOğLU COŞKUNSU'ya,

Tez süresi boyunca bilgi ve tecrübelerini paylaŐan, her konuda yol gösteren ve her zaman desteğini yanımda hissettiğim çok değerli tez danıŐmanım Dr. Öğr. Üyesi Özden ERKAN OğUL'a,

Uzmanlık eğitimimin yanı sıra lisans eğitimim boyunca da eğitimimde büyük katkıları olan, çok değerli akademik bilgi ve deneyimlerini örnek aldığım, ilgi ve desteğini hep hissettiğim Bölüm BaŐkanımız Sayın Prof. Dr. Habibe Serap İNAL'a,

Uzmanlık eğitimimde emeği geçen Bahçeşehir Üniversitesi'ndeki tüm hocalarıma,

Lisans eğitimim boyunca bana tüm desteğini veren ve iyi bir fizyoterapist olma yolunda tüm bilgi ve donanımlarını bana aktaran tüm lisans hocalarıma,

Tezimin uygulama aŐamasında büyük bir role sahip olan, çok kıymetli bilgileriyle zamanını paylaŐan ve birlikte çalıŐmaktan onur duyduğum değerli meslektaŐım ve dostum olan Sayın Fzt. Dudu Kübra AKYOL'a,

Bana inanan ve bu imkanı sağlayan Sayın Michael TSUI'a,

Tezimde bana her türlü bilgi ve tecrübelerini aktaran ve destek ve yardımlarını esirgemeyen Sayın Uzman Fzt. Halime GÜLLE'ye

Bugünlere gelmemde büyük payı olan, ihtiyacım olduğu her an arkamda olduklarını bildiğim sevgili aileme,

Sonsuz teŐekkürlerimi sunarım.

## ÖZET

### AKUT HEMİPLEJİK HASTALARDA ROBOTİK REHABİLİTASYONUN EL FONKSİYONLARINI İYİLEŞTİRMEDE ETKİSİ

Sümeyye AKÇAY

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yüksek Lisans Programı  
Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Dilber KARAGÖZOĞLU COŞKUNSU  
İkinci Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Özden ERKAN OĞUL

Ağustos 2019, 105

Çalışmanın amacı akut iskemik inme sonrası uygulanan robotik rehabilitasyonun el motor fonksiyonları üzerindeki etkilerinin incelenmesidir. Çalışmaya katılan hastalar randomize olarak deney grubu (n=11) ve kontrol grubu (n=9) olmak üzere iki gruba ayrıldı. Her iki gruba haftada 5 gün olacak şekilde toplam 15 seans boyunca 1 saat süren nörofizyolojik rehabilitasyon programı uygulandı. Deney grubuna farklı olarak tedavi programlarına haftada 5 gün olacak şekilde toplam 15 seans boyunca 1 saat süren robotik rehabilitasyon programı uygulandı. Hastalar tedavi öncesi ve 15. seans sonrasında değerlendirildi. Sadece spastisite değerlendirmesi tedavi öncesi, 5. seans sonrasında, 10. seans sonrasında ve 15. seans sonrasında yapıldı. Hastaların hemispatial ihmallerini değerlendirme için Çizgi Bölme Testi ve Yıldız Silme Testi, kognitif durumlarını değerlendirmek için ise Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği (MOBİD) kullanıldı. İnmenin şiddetinin ve bağımlılığın değerlendirilmesi için National Institutes of Health Stroke Skalası (NIHSS) ve Modifiye Rankin Skalası (MRS) kullanıldı. Eklem hareket açıklığının (EHA) değerlendirmesi için universal gonyometre, kas gücünün değerlendirilmesi için Manuel Kas Testi (MKT), spastisitenin değerlendirilmesi için Modifiye Ashworth Skalası (MAS) kullanıldı. El motor fonksiyonları Fugl-Meyer Üst Ekstremité Değerlendirme Ölçeği (FMDÖ-ÜE), Action Research Arm Test (ARAT) ve Motor Aktivite Günlüğü (MAG) ile değerlendirildi. Gruplar arası karşılaştırmalarda eklem hareket açıklığı ve kas gücü değerlerinde deney grubundaki artış daha anlamlıydı ( $p<0.05$ ). Her iki grupta da spastisite da anlamlı değişiklikler gözlemlenmedi ( $p>0.05$ ). Deney grubu FMÜDÖ'nde kontrol grubuna göre anlamlı üstünlük sağlayamamasına karşın ARAT ve MAG ölçeklerinde istatistiksel anlamlılık düzeyi daha yüksekti.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda robotik rehabilitasyon programının akut inme sonrası hastaların EHA, kas gücü, spastisite ve el fonksiyonları üzerinde etkili sonuçlar oluşturacağı bulunmuştur ve inme sonrası rehabilitasyon programına eklenmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Akut İnme, El Fonksiyonu, Rehabilitasyon, Robotik

## ABSTRACT

### THE EFFECT OF ROBOTIC REHABILITATION FOR RECOVERY OF HAND FUNCTIONS IN PATIENTS WITH ACUTE HEMIPLEGIC STROKE

Sümeyye AKÇAY

Physiotherapy and Rehabilitation Postgraduate Program  
Supervisor: Ass. Prof. Dilber KARAGÖZOĞLU COŞKUNSU  
Ass. Prof. Özden ERKAN OĞUL

August 2019, 105

The aim of this study was to investigate the effects of robotic rehabilitation on hand motor functions after acute ischemic stroke. Patients were randomly divided into two groups as experimental group (n=11) and control group (n=9). Neurophysiological rehabilitation program was performed to both groups for 5 days a week and totally 15 sessions for lasted 1 hour. In addition to the experimental group, the robotic rehabilitation was performed for 5 days a week and totally 15 session for lasted 1 hour. Patients were evaluated before treatment and after the 15th session. Only spasticity was evaluated before treatment, after the 5th session, after the 10th session and after the 15th session. Line Bisection Test and Star Cancellation Test were used to evaluate hemispatial neglect of the patients and Montreal Cognitive Assessment Scale (MoCA) was used for evaluate their cognitive status. The National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS) and Modified Rankin Scale (MRS) was used to assess the severity of stroke and dependence. Universal goniometer for the assessment of range of motion (ROM), Manual Muscle Test (MMT) fort he assesment of muscle strength and Modified Ashworth Scale (MAS) for the assessment of spasticity were used. Hand motor functions were evaluated with Fugl-Meyer Assessment-Upper Extremity (FMA-UE), Action Research Arm Test (ARAT) and Motor Activity Log (MAL). In the comparison between the groups, the increase in range of motion and muscle strength was more significant in the experimental group ( $p<0.05$ ). No significant changes were observed in spasticity in both groups ( $p>0.05$ ). Although experimental group did not provide a significant advantage compared to the control group in FMA-UE, the statistical significance level was higher in ARAT and MAL for experimental group.

According to the obtained results, it has been found that the robotic rehabilitation program will constitute effective results on ROM, muscle strength, spasticity and hand functions of patients after acute stroke and it is thought to be beneficial to add it to post-stroke rehabilitation program.

**Key Words:** Acute Stroke, Hand Function, Rehabilitation, Robotic



# İÇİNDEKİLER

<b>TABLolar</b> .....	<b>xii</b>
<b>ŞEKİLLER</b> .....	<b>xv</b>
<b>KISALTMALAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>SEMBOLLER</b> .....	<b>xix</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
<b>2. LİTERATÜR TARAMASI</b> .....	<b>5</b>
<b>2.1 BEYİN ANATOMİSİ</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1.1 Serebrum</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1.2 Serebellum</b> .....	<b>14</b>
<b>2.1.3 Beyinsapı</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2 SEREBROVASKÜLER ANATOMİ</b> .....	<b>15</b>
<b>2.3 İNME</b> .....	<b>17</b>
<b>2.3.1 Epidemiyoloji</b> .....	<b>18</b>
<b>2.3.2 Risk Faktörleri</b> .....	<b>19</b>
<b>2.3.2.1 Değiştirilemeyen risk faktörleri</b> .....	<b>20</b>
<b>2.3.2.2 Değiştirilebilir risk faktörleri</b> .....	<b>21</b>
<b>2.3.2.2.1 Kesinleşmiş risk faktörleri</b> .....	<b>21</b>
<b>2.3.2.2.2 Kesinleşmemiş risk faktörleri</b> .....	<b>23</b>
<b>2.3.3 Etiyoloji</b> .....	<b>26</b>
<b>2.4 ANATOMİK LEZYON LOKALİZASYONU</b> .....	<b>31</b>
<b>2.4.1 İnternal Karotis Arter (ICA) Sendromu</b> .....	<b>31</b>
<b>2.4.2 Orta Serebral Arter (MCA) Sendromları</b> .....	<b>32</b>
<b>2.4.3 Ön Serebral Arter (ACA) Sendromları</b> .....	<b>33</b>

2.4.4 Arka Serebral Arter (PCA) Sendromları.....	33
2.4.5 Vertebrobasiller Sendromları.....	34
2.5 İNME SONRASI GÖRÜLEBİLECEK PROBLEMLER.....	35
2.5.1 Motor Bozukluklar .....	35
2.6 İNME REHABİLİTASYONU .....	36
2.6.1 İnme Rehabilitasyonunu Etkileyen Prognostik Faktörler .....	37
2.6.2 Komorbid Hastalıklar ve Sekonder Komplikasyonlar.....	38
2.7 İNME SONRASI İYİLEŞME MEKANİZMALARI.....	39
2.7.1 Nörolojik İyileşme.....	39
2.7.2 Nöroplastisite.....	40
2.7.3 Fonksiyonel İyileşme.....	42
2.8 İNME SONRASI ÜST EKSTREMİTE REHABİLİTASYONU.....	43
2.8.1 Geleneksel Rehabilitasyon Yaklaşımları.....	43
2.8.2 Robotik Rehabilitasyon.....	44
2.8.2.1 Alt ekstremitte rehabilitasyonu için eksoskeleton robotlar.....	47
2.8.2.2 Alt ekstremitte rehabilitasyonu için eksoskeleton robotlar.....	49
3. MATERYAL METOD.....	52
3.1 KATILIMCILAR.....	52
3.2 METOD.....	53
3.2.1 Prosedür.....	54
3.2.1.1 Hasta öyküsü.....	55
3.2.1.2 Değerlendirme parametreleri.....	56
3.2.1.2.1 <i>İhmalin ve kognitif durumun değerlendirilmesi</i> .....	56
3.2.1.2.2 <i>İnmenin şiddetinin ve bağımlılığın değerlendirilmesi</i> .....	59

3.2.1.2.3 Eklem hareket açıklığının ve kas gücünün değerlendirilmesi.....	60
3.2.1.2.4 Spastisitenin Değerlendirilmesi.....	61
3.2.1.2.5 El motor fonksiyonlarının değerlendirilmesi.....	62
3.2.1.3 Tedavi protokolü.....	67
<b>4. BULGULAR.....</b>	<b>73</b>
<b>4.1 HASTALARIN FİZİKSEL VE SOSYODEMOGRAFİK ÖZELLİKLERİ.....</b>	<b>73</b>
<b>4.2 DENEY VE KONTROL GRUPLARININ TEDAVİ ÖNCESİ VERİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....</b>	<b>75</b>
<b>4.2.1 Deney ve Kontrol Gruplarının Tedavi Öncesi Eklem Hareket Açıklığı ve Kas Gücü Verilerinin Karşılaştırılması.....</b>	<b>75</b>
4.2.1.1 Eklem hareket açıklığı.....	75
4.2.1.2 Kas gücü.....	76
<b>4.2.2 Deney ve Kontrol Gruplarının Tedavi Öncesi Spastisite Verilerinin Karşılaştırılması.....</b>	<b>78</b>
<b>4.2.3 Deney ve Kontrol Gruplarının Tedavi Öncesi El Motor Fonksiyonları Verilerinin Karşılaştırılması.....</b>	<b>78</b>
4.2.3.1 Fugl-Meyer Değerlendirme Ölçeği.....	78
4.2.3.2 Action Research Arm Test.....	79
4.2.3.3 Motor Aktivite Günlüğü.....	80
<b>4.3 GRUP İÇİ TEDAVİ ÖNCESİ VE TEDAVİ SONRASI VERİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI.....</b>	<b>81</b>
<b>4.3.1 Deney ve Kontrol Gruplarının Tedavi Öncesi ve Sonrası Eklem</b>	

<b>Hareket Açıklığı ve Kas Gücü Verilerinin Karşılaştırılması.....</b>	<b>81</b>
<b>4.3.1.1 Eklem hareket açıklığı.....</b>	<b>81</b>
<b>4.3.1.2 Kas gücü.....</b>	<b>82</b>
<b>4.3.2 Deney ve Kontrol Gruplarının Tedavi Öncesi ve Tedavi Sonrası</b>	
<b>Spastisite Verilerinin Karşılaştırılması.....</b>	<b>85</b>
<b>4.3.3 Deney ve Kontrol Gruplarının Tedavi Öncesi ve Tedavi Sonrası</b>	
<b>El Motor Fonksiyonları Verilerinin Karşılaştırılması.....</b>	<b>85</b>
<b>4.3.3.1 Fugl-Meyer Değerlendirme Ölçeği.....</b>	<b>85</b>
<b>4.3.3.2 Action Research Arm Test.....</b>	<b>87</b>
<b>4.3.3.3 Motor Aktivite Günlüğü.....</b>	<b>88</b>
<b>4.4 GRUPLAR ARASI KLİNİK TESTLERDE ELDE EDİLEN DEĞİŞİM</b>	
<b>ORTALAMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI.....</b>	<b>90</b>
<b>4.4.1 Deney ve Kontrol Gruplarının Tedavi Öncesi ve Sonrası Eklem</b>	
<b>Hareket Açıklığı ve Kas Gücü Verilerinde Meydana Gelen</b>	
<b>Değişim Ortalamalarının Karşılaştırılması.....</b>	<b>90</b>
<b>4.4.1.1 Eklem Hareket Açıklığı.....</b>	<b>90</b>
<b>4.4.1.2 Kas Gücü.....</b>	<b>90</b>
<b>4.4.2 Deney ve Kontrol Gruplarının Tedavi Öncesi ve Sonrası</b>	
<b>Spastisite Verilerinde Meydana Gelen Değişim Ortalamalarının</b>	
<b>Karşılaştırılması.....</b>	<b>92</b>
<b>4.4.3 Deney ve Kontrol Gruplarının Tedavi Öncesi ve Tedavi Sonrası</b>	
<b>El Motor Fonksiyonları Verilerinde Meydana Gelen Değişim</b>	
<b>Ortalamalarının Karşılaştırılması.....</b>	<b>92</b>
<b>4.4.3.1 Fugl-Meyer Değerlendirme Ölçeği.....</b>	<b>92</b>
<b>4.4.3.2 Action Research Arm Test.....</b>	<b>93</b>

4.3.3.3 Motor Aktivite Günlüğü.....	94
5. TARTIŞMA.....	95
6. SONUÇ.....	103
KAYNAKÇA.....	106
<b>EKLER</b>	
EK 1: Bilgilendirilmiş Onam Formu.....	155
EK 2: Etik Kurul Onayı.....	158
EK 3: Hasta Değerlendirme Formu.....	160
EK 4: Çizgi Bölme Testi.....	165
EK 5: Yıldız Silme Testi.....	166
EK 6: Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği.....	167
EK 7: NIH İnme Skalası.....	168
EK 8: Modifiye Rankin Skalası.....	170
EK 9: Fugl-Meyer Üst Ekstremité Değerlendirme Ölçeği.....	171
EK 10: Action Research Arm Test.....	174
EK 11: Motor Aktivite Günlüğü.....	176
EK 12: Clinical Trial Registration.....	178
EK 13: Bahçeşehir University Agreement.....	184
EK 14: HOH EC-Certificate of Conformity.....	186

## TABLULAR

Tablo 2.1: İnmede risk faktörleri.....	19
Tablo 2.2: İnme tipler.....	26
Tablo 2.3: İnme sonrası sık görülen medikal komorbiditeler ve komplikasyonlar.....	38
Tablo 2.4: Alt ekstremitte robotları.....	48
Tablo 2.5: Üst ekstremitte robotları.....	50
Tablo 4.1: Hastaların fiziksel ve sosyodemografik özellikleri.....	74
Tablo 4.2: Hastaların cinsiyet, eğitim düzeyi, etkilenen taraf ve dominant tarafa göre gruplara dağılımı.....	75
Tablo 4.3: Deney ve kontrol grubunun tedavi öncesi EHA değerlendirmesi sonuçlarının karşılaştırılması.....	76
Tablo 4.4: Deney ve kontrol grubunun tedavi öncesi MKT sonuçlarının karşılaştırılması.....	77
Tablo 4.5: Deney ve kontrol grubunda tedavi öncesi spastisite sonuçlarının karşılaştırılması.....	78
Tablo 4.6: Deney grubu ve kontrol grubu tedavi öncesi FMDÖ'nin alt skalaları olan FMDÖ-ÜE, Duyu Değerlendirmesi, Pasif EHA Değerlendirmesi ve Eklem Ağrı Değerlendirmesi sonuçlarının karşılaştırılması.....	79
Tablo 4.7: Deney grubu ve kontrol grubunun tedavi öncesi ARAT'inin alt skalaları ve toplam skorundaki sonuçların karşılaştırılması.....	80
Tablo 4.8: Deney grubu ve kontrol grubunda tedavi öncesi ve sonrası MAG alt skalaları sonuçlarının karşılaştırılması.....	80

Tablo 4.9: Deney grubunun tedavi öncesi ve sonrası EHA ölçümlerinin karşılaştırılması.....	81
Tablo 4.10: Kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrası EHA ölçümlerinin karşılaştırılması.....	82
Tablo 4.11: Deney grubunun tedavi öncesi ve sonrası MKT sonuçlarının karşılaştırılması.....	83
Tablo 4.12: Kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrası MKT sonuçlarının karşılaştırılması.....	84
Tablo 4.13: Deney grubunda tedavi öncesi, 5. seans sonrası, 10. seans sonrası ve 15. seans sonrası spastisite sonuçlarının karşılaştırılması.....	85
Tablo 4.14: Deney grubunda tedavi öncesi ve sonrası FMDÖ'nin alt skalaları olan FMDÖ-ÜE, Duyu Değerlendirmesi, Pasif EHA Değerlendirmesi ve Eklem Ağrı Değerlendirmesi sonuçlarının karşılaştırılması.....	86
Tablo 4.15: Kontrol grubunda tedavi öncesi ve sonrası FMDÖ'nin alt skalaları olan FMDÖ-ÜE, Duyu Değerlendirmesi, Pasif EHA Değerlendirmesi ve Eklem Ağrı Değerlendirmesi sonuçlarının karşılaştırılması.....	87
Tablo 4.16: Deney grubunda tedavi öncesi ve sonrası ARAT'inin alt skalaları ve toplam skorundaki sonuçların karşılaştırılması.....	88
Tablo 4.17: Kontrol grubunda tedavi öncesi ve sonrası ARAT'inin alt skalaları ve toplam skorundaki sonuçların karşılaştırılması.....	88
Tablo 4.18: Deney grubunun tedavi öncesi ve sonrası MAG alt skalaları sonuçlarının karşılaştırılması.....	89
Tablo 4.19: Kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrası MAG alt skalaları sonuçlarının karşılaştırılması.....	89
Tablo 4.20: Gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası EHA değerlendirme sonuçlarında meydana gelen değişim ortalamalarının karşılaştırılması.....	90
Tablo 4.21: Gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası MKT değerlendirme sonuçlarında meydana gelen değişim ortalamalarının karşılaştırılması.....	91
Tablo 4.22: Gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası spastisite sonuçlarında meydana gelen değişim ortalamalarının karşılaştırılması.....	92

Tablo 4.23: Gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası FMDÖ'nin alt skalaları olan FMDÖ-ÜE, Duyu Değerlendirmesi, Pasif EHA Değerlendirmesi ve Eklem Ağrı Değerlendirmesi sonuçlarında meydana gelen değişim ortalamalarının karşılaştırılması.....	93
Tablo 4.24: Gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası ARAT'inin alt skalaları ve toplam skorundaki meydana gelen değişim ortalamalarının karşılaştırılması.....	94
Tablo 4.25: Gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası MAG alt skalaları sonuçlarında meydana gelen değişim ortalamalarının karşılaştırılması.....	94





## ŞEKİLLER

Şekil 3.1: Hasta akış diagramı.....	54
Şekil 3.2: Çalışma akış diagramı.....	55
Şekil 3.3: Hand of Hope.....	69
Şekil 3.4: Robotik rehabilitasyon esnasında ekran görüntüsü.....	70
Şekil 3.5: Eşik değerinin hesaplanması.....	71



## KISALTMALAR

ACA	:	Anterior Serebral Arter
ACoA	:	Anterior Communicating Arter
AF	:	Atrial Fibrilasyon
AICA	:	Anterior İnferior Serebellar Arter
ALEX	:	Active Leg Exoskeleton
ARAT	:	Action Research Arm Test
BBT	:	Bilgisayarlı Beyin Tomografisi
BLEEX	:	Berkeley Lower Extremity Exoskeleton
CADASIL	:	Serebral Subkortikal İnfarktlar ve Lökoensefalopati ile Birlikte GÖsteren Serebral Otozomal Dominant Anteriyopati
CARASIL	:	Serebral Subkortikal İnfarktlar ve Lökoensefalopati ile Birlikte GÖsteren Serebral Otozomal Resesif Anteriyopati
CIMT	:	Contraindicated Movement Therapy
cm	:	Santimetre
CPM	:	Continuous Passive Motion
CRP	:	C-Reaktif Protein
DİF	:	Distal İnterfalangeal
dk	:	Dakika
DM	:	Diabetes Mellitus
DSÖ	:	Dünya Sağlık Örgütü
ED	:	Ekstansör Digitorum
EHA	:	Eklem Hareket Açıklığı
EMG	:	Elektromiyografi
FDS	:	Fleksör Digitorum Superficialis
FII	:	Finger Individuation İndeks
FMA-UE	:	Fugl-Meyer Assessment-Upper Extremity
FMDÖ	:	Fugl-Meyer Değerlendirme Ölçeği
FMDÖ-ÜE	:	Fugl-Meyer Üst Ekstremitte Değerlendirme Ölçeği
g	:	gram
GİA	:	Geçici İskemik Atak
GT	:	Gait Trainer
GYA	:	Günlük Yaşam Aktiviteleri
HDL	:	Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein
HKÖ	:	Hareket Kalitesi Ölçeği
HOH	:	Hand of Hope
HT	:	Hipertansiyon
ICA	:	İnternal Karotid Arter
ICC	:	Sınıf İçi Korelasyon Katsayısı
İSH	:	İntraserebral Hemoraj

KD	:	Kullanım Düzeyi
kg	:	Kilogram
KK	:	Kullanım Kalitesi
KMÖ	:	Kullanım Miktarı Ölçeği
LACI	:	Laküner İnfarktlar
LDL	:	Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
LOPES	:	Lower Extremity Powered Exoskeleton
MAG	:	Motor Aktivite Günlüğü
maks	:	Maksimum
MAL	:	Motor Activity Log
MAS	:	Modified Ashworth Scale
MCA	:	Orta Serebral Arter
MELAS	:	Mitokondriyal Ensefalomyelopati, Laktik Asidoz ve Strok Benzeri Episodlar
MI	:	Motricity İndeks
MIT	:	The Massachusetts Institute of Technology
MİK	:	Maksimal İstemli Kontraksiyon
min	:	Minimum
MKF	:	Metakarpofalangeal
MKT	:	Manuel Kas Testi
ml	:	Mililitre
MLP	:	Motor Relearning Programme
MMAS	:	Modified Modified Ashworth Scale
m <sup>2</sup>	:	Metrekare
MMDD	:	Mini-Mental Durum Değerlendirmesi
mmHg	:	Milimetre Cıva
mmol	:	Milimol
MMT	:	Manual Muscle Test
MOBİD	:	Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği
MoCA	:	Montreal Cognitive Assessment Scale
MR	:	Manyetik Rezonans
MRS	:	Modified Rankin Scale
MSS	:	Merkezi Sinir Sistemi
MVC	:	Maximal Voluntary Contraction
MYMY	:	Moyamoya Hastalığı
n	:	Birey Sayısı
NDT	:	Neuro-developmental Treatment
NIHSS	:	National Institutes of Health Stroke Scale
OCSP	:	Oxfordshire Community Stroke Project
Ort	:	Ortalama
PACI	:	Parsiyel Anterior Sirkülasyon İnfarktları
PAM	:	Pelvic Assist Manipulator
PCA	:	Posterior Serebral Arter
PCoA	:	Posterior Communicating Arter
PICA	:	Posterior İnfior Serebellar Arter
PİF	:	Proksimal İnterfalangeal

PNF	:	Proprioceptive Neuromuscular Facilitation
POCI	:	Posterior Sirkülasyon İnfarktları
ROM	:	Range of Motion
s	:	Saniye
sn	:	Saniye
SAH	:	Subaraknoid Hemoraj
SCA	:	Superior Serebellar Arter
sEMG	:	Yüzeyel EMG
SS	:	Standart Sapma
SVO	:	Serebrovasküler Olay
TACI	:	Total Anterior Sirkülasyon İnfarktları
tDCS	:	Transcranial Direct Current Stimulation
TMS	:	Transcranial Magnetic Brain Stimulation
TOAST	:	Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment
UEFT	:	Upper Extremity Function Test
USG	:	Ultrasonografi
VKİ	:	Vücut Kitle İndeksi
VR	:	Virtual Reality
WMFT	:	Wolf Motor Function Test

## SEMBOLLER

Derece	:	°
Mikrogram	:	µg
Mikromol	:	µmol



## 1. GİRİŞ

Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ)'ne göre inme, vasküler neden dışında görünürde başka bir neden olmaksızın, beyne sağlanan kan akımının bozulması sonucunda fokal veya global serebral disfonksiyon ile karakterize, 24 saat veya daha uzun sürebilen klinik bir sendromdur (Markus, 2003). Birçok farklı sebebe bağlı olarak oluşabilen ve en yaygın nörolojik durumlardan biri olan inme (Dimyan & Cohen, 2011), dünya genelinde engelliliğin başlıca nedenlerinden biri olup (Barrett & Meschia, 2013; Basteris et al., 2014; Blank, French, Pehlivan, & O'Malley, 2014; Culmer et al., 2010; Di Pino et al., 2014; Dipietro et al., 2005; Kan, Huq, Hoey, Goetschalckx, & Mihailidis, 2011; Kwakkel, Kollen, & Wagenaar, 1999) ölüm nedeni olarak üçüncü sırada yer almaktadır (Ang et al., 2009; Díaz, Gil, & Sánchez, 2011; Kan et al., 2011; Kwakkel, Kollen, et al., 1999). Dünya genelinde her yıl yaklaşık 17 milyon kişi inme geçirmektedir (Lindley, 2017). İnme kalıcı duyuşsal, fiziksel, dil, bilişsel ve duygusal değişimlerden dolayı fonksiyonel bozukluklara yol açabilir (Barrett & Meschia, 2013). İnme sonrası meydana gelen en yaygın bozukluklar motor bozukluklardır ve vücudun bir tarafındaki yüz, kol ve bacak hareketinin kontrolünü etkiler. Kas zayıflığı, spastisite, reflekslerin artması, koordinasyon kaybı ve apraksi inme sonrası motor fonksiyonda görülen yaygın problemlerdir (Basteris et al., 2014). İnme geçiren bireylerin yaklaşık yüzde 50-70'i fonksiyonel bağımsızlıklarını geri kazanır. Bununla birlikte birçok bireyde iyileşme tamamen gerçekleşmemektedir ve hastaların büyük çoğunluğu inme geçirmeden önceki aktivite düzeyine geri dönemez (Barrett & Meschia, 2013). Sonuç olarak inme, bireylerin ev, iş ve toplumdaki günlük işleyişindeki yaşam kalitesini etkiler (Ang et al., 2009).

İnme sonrası akut dönemde hastaların çoğunluğunda haftalar ve aylar içinde bazı fonksiyonel iyileşmeler meydana gelmektedir (Nelles, Jentzen, Jueptner, Müller, & Diener, 2001). Ancak hasarın beyindeki lokalizasyonuna bağlı olarak üst ve alt ekstremiteler için farklı prognozlar ve dolayısıyla farklı fonksiyonel kazanımlardan bahsetmek mümkündür. Bununla beraber literatürlerde alt ekstremitedeki fonksiyonel

kazanımlar daha fazla iken üst ekstremitedeki motor fonksiyonların iyileşmesinin daha zayıf olduğu belirtilmiştir (J.-C. Chen, Liang, & Shaw, 2005; Cirstea & Levin, 2000; Nelles et al., 2001).

İnme geçirmiş bireylerin yüzde 80'inde etkilenmiş taraflarındaki üst ekstremitelerini kullanma becerilerinin azaldığı görülür (Bakhti, Mottet, Schweighofer, Froger, & Laffont, 2017; J.-C. Chen et al., 2005; Dipietro et al., 2005; Gowland, deBruin, Basmajian, Plews, & Burcea, 1992). İnme rehabilitasyonu sonrası hastaların omuz ve dirsek eklemlerindeki proksimal motor fonksiyonlarının bir kısmında iyileşme görünmesine karşın el bileği ve eldeki fonksiyonel iyileşme çok daha sınırlıdır (Ho et al., 2011). İnme sonrası 2 hafta geçmiş olmasına rağmen üst ekstremitelerinde flask patern gösteren hastalarda 6 ay sonrasında da el motor becerilerinde zayıflık görüldüğü ve çok az bir kısmının el becerilerini geri kazanabildiği belirtilir (S Hesse et al., 2005; Nelles et al., 2001). Günlük aktivitelerin birçoğu her iki elin kullanımını gerektirdiği için el becerilerinin geri kazanılamaması kişilerin hayatını ciddi anlamda sekteye uğrattır (Culmer et al., 2010).

İnme sonrası fonksiyonel gelişmenin sağlanabilmesi için temel koşul nöroplastisitenin oluşturulmasıdır (Chang & Kim, 2013; Díaz et al., 2011). İnme sonrası ilk aylarda nöroplastisitenin hemen gelişmeye başladığı düşünüldüğünde akut dönemde yapılan müdahaleler önem kazanmaktadır (Knecht, Hesse, & Oster, 2011; Langhorne, Bernhardt, & Kwakkel, 2011; Levin & Grafman, 2000). Dolayısı ile özellikle akut dönem içerisinde yapılan müdahalelerin uygun sıklık, yoğunluk ve etkinlikte yapılıp kanıta dayalı olması önemlidir (Bayona, Bitensky, Salter, & Teasell, 2005; Coleman et al., 2017; M.-H. Hu, Hsu, Yip, Jeng, & Wang, 2010; Teasell & Kalra, 2005).

Yapılan bazı çalışmalarda inme rehabilitasyonunda tedavinin yoğun ve sık yapılmasının kişinin fonksiyonel durumunun iyileşmesine katkıda bulunduğu görülmüştür (Eriksson, Mataric, & Winstein, 2005; Fasoli, Krebs, & Hogan, 2004; Frisoli et al., 2012; Kan et al., 2011). Yapılan tedaviler terapist gözetiminde olması gerektiğinden, yeterli

personelin olmaması bu tür bir tedavi için ihtiyaç duyulan süreyi sınırlar. Tüm bu sebepler rehabilitasyon sürecinin verimliliğini azaltarak rehabilitasyonun temel amaçlarından biri olan azalmış hayat kalitesini arttırmayı zorlaştırmaktadır (Eriksson et al., 2005).

İnme hastalarının sayısındaki artış, sağlık hizmetlerinin maliyetini azaltma ihtiyacını ve baskısını beraberinde getirmiştir. Bu durum, inme sonrası uygulanan tedavideki mevcut zaman ve kaynakların azaltılmasına sebep olmuştur. Sonuç olarak, tedavinin etkinliğini ve verimliliğini arttırmak için yeni yaklaşımlara ihtiyaç duyulduğu aşikardır (Barnes, Dobkin, & Bogousslavsky, 2005). Bu ihtiyacı kapatmak üzere geliştirilen robotik rehabilitasyon; tedavinin kalitesi, klinikteki iş yükü, sağlık maliyetleri gibi bir çok konuda tedavi sürecine avantajlar sağlamaktadır (Sai K Banala, Kim, Agrawal, & Scholz, 2009; Carey, 2012).

Günlük yaşam aktivitelerinde esas ihtiyaç duyulan el fonksiyonlarına yönelik robotik cihazların kullanımı tasarımının zorluğundan dolayı yaygın değildir (Ho et al., 2011). HWARD, HEXORR, Hand Mentor, ARMin ve Hand of Hope (HOH) gibi bazı robotlar el rehabilitasyonda kullanılmaktadır (X. Hu et al., 2013; Koeneman, Schultz, Wolf, Herring, & Koeneman, 2004; Nef et al., 2007; Schabowsky, Godfrey, Holley, & Lum, 2010; Takahashi, Der-Yeghiaian, Le, & Cramer, 2005a). Elektromiyografi (EMG) sinyalleri ile çalışan robotlar, rehabilitasyon sürecinde belirli kasların spesifik olarak çalışmasına katkıda bulunmasının yanı sıra terapist ve hastaya nicel bir geri bildirim sağlar (Dipietro et al., 2005) ve hastanın tedavi sürecinin yönetiminde alınacak kararlarda belirleyici bir görev üstlenir (Andreasen, Alien, & Backus, 2005).

Yapılan çalışmalarda, kronik inme sonrası hemiparetik üst ekstremitedeki bozulmayı iyileştirmede robotik rehabilitasyonun yardımcı olduğu gösterilmiştir (Ang et al., 2009; Colombo et al., 2005b; J. J. Daly et al., 2005; Fasoli, Krebs, Stein, Frontera, & Hogan, 2003; Fasoli, Krebs, Stein, et al., 2004; Stefan Hesse, Schulte-Tigges, Konrad, Bardeleben, & Werner, 2003; Ho et al., 2011; Kahn, Lum, Rymer, & Reinkensmeyer,



2006; Peter S. Lum, Burgar, Shor, Majmundar, & Van der Loos, 2002; Macclellan et al., 2005; Mazzoleni et al., 2013; Schabowsky et al., 2010; Stein et al., 2004). Buna karşın akut dönemdeki hastalar ile ilgili fazla çalışma bulunmamaktadır (S. Masiero, Armani, & Rosati, 2011; Stefano Masiero, Celia, Rosati, & Armani, 2007).

İnme sonrası meydana gelen motor fonksiyon bozuklukları arasında el becerilerinin geri kazanımı oldukça zordur. Fonksiyonel geri kazanımın en yüksek düzeyde olması için inme rehabilitasyonuna günler içinde başlanması gerekir. Bunun yanı sıra tedavinin yoğunluğu ve sıklığı da rehabilitasyona önemli ölçüde katkı sağlar. Bu nedenle rehabilitasyon programına yardımcı robotik cihazların dahil edilmesi yapılan tedavinin etkinliğini artırır.

Yapılan bu çalışmadaki amaç, akut inmeli hastalarda robotik rehabilitasyonun el fonksiyonları üzerindeki etkisini belirlemektir.

## 2. LİTERATÜR TARAMASI

Motor fonksiyonlardaki bozukluğun iyileşmesi için rehabilitasyonda robotlara ilgi artmaktadır. Bununla birlikte tedavideki etkinliği ise hala araştırılmaktadır. İnme rehabilitasyonu için, EMG sinyallerini kullanarak etkilenmiş taraftaki rezidüel kas gücü ile eldeki açma ve kapama hareketlerinin ortaya çıkmasını sağlayacak şekilde bir el robotu tasarlanmıştır. Tong ve ark. (2009) yürüttükleri çalışmada EMG ile çalışan robot ve sadece pasif eklem hareketi sağlayan robotun tedaviye dahil edildiği rehabilitasyon programı ile el bileği eklemi üzerindeki etkisini karşılaştırmışlardır. 15 kişi EMG ile çalışan robotla ve 12 kişi pasif eklem hareketi sağlayan robot ile haftada 3-5 gün olmak üzere toplamda 20 seanslık bir tedavi programına alındı. Hastaların motor seviyeleri FMDÖ-ÜE ile belirlenirken spastisiteyi ise Modifiye Ashword Skalası ile değerlendirildi. Tedavi sonunda EMG ile çalışan robot grubunda motor fonksiyon düzeyinde iyileşme görülürken spastisite seviyesinde azalma gözlemlendi. Buna karşın pasif eklem hareketi sağlayan robot grubunda sadece spastisitenin azaldığı fakat motor fonksiyon düzeyinde herhangi bir değişiklik olmadığı görüldü (X. Hu, Tong, Song, Zheng, & Leung, 2009).

İnme sonrası hastalarda birçok motor fonksiyon kaybı görülmekle birlikte el açma fonksiyonunun çoğu hastada oldukça zayıf olduğu belirlenmiştir. Godfrey ve ark. (2010) yaptıkları çalışmada HEXORR el robotu ile el açma fonksiyonunu geri kazandırmaya yardımcı bir tedavi programı geliştirmiştir. 4 kronik inmeli hastaya 18 seanslık robotik tedavi programı uygulanmış olup değerlendirme için ARAT, FMDÖ, Box and Blocks, MAS kullanılmıştır. Bunun yanı sıra hastaların kas kuvvetlerine ve EHA'larına bakıldı. EHA, Box and Block ve FMDÖ'nde iyileşmeler görülürken, diğer ölçümlerde farklı sonuçlar elde edildi. Genel olarak bakıldığında çalışma sonunda umut verici sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir (Godfrey, Schabowsky, Holley, & Lum, 2010).

Tong ve ark. (2010) bu robotik sistemi değerlendirmek için 2 denek üzerinde çalışma yapmışlardır. Haftada 3-5 seans olmak üzere 1.5 saatlik toplam 15 seanstan oluşan bir rehabilitasyon programı yrtlmştir. Hastalardaki kuvvet değişimi için dinamometre ve motor fonksiyon için FMD kullanılmıştır. Çalışma sonunda elde edilen sonuçlara göre deneklerin el fonksiyonlarında ve günlük yaşam aktivitesine katılmada iyileşme gözlenmiştir (K. Tong et al., 2010).

Liao ve ark. (2011) yaptıkları çalışmayla robotik tedavi ile aktif kontrol tedavinin inme hastalarının fonksiyonel iyileşmesi üzerindeki etkisini karşılaştırmayı amaçlamışlardır. İki grupta da 10'ar kişi olacak şekilde toplamda 20 olgu çalışmaya dahil edilmiştir. Seanslar 4 hafta boyunca günde 90-105 dakika olacak şekilde ayarlanmış olup FMD, Fonksiyonel Bağımsızlık leği, MAG ve ABILHAND anketi ile etkilenmiş ve etkilenmemiş kol değerlendirilmiştir. Sonuçlara göre fonksiyonel iyileşmenin robotik rehabilitasyon grubunda önemli ölçüde arttığı bildirilmiştir. Bu çalışmaya sonucunda inme tedavisine robotik rehabilitasyonun dahil edilmesinin hastaların motor fonksiyonlarını önemli ölçüde geliştirilebileceği kanısına varılmıştır (W.-w. Liao, Wu, Hsieh, Lin, & Chang, 2012).

Üst ekstremitede meydana gelen motor kayıp inmede karşılaşılan en temel sorunlardan biridir. Robotik rehabilitasyon uygulaması hastalardaki motor bozukluklardaki iyileşme için yeni ve umut verici bir yaklaşımdır. El ve parmakların inme sonrası rehabilitasyonunda kullanılabilecek robotik cihazlar sınırlıdır. Stein ve ark. (2011) yaptığı çalışmada Amadeo el robot sisteminin inme sonrası hastaların tedavisinde uygulanabilirliğini test etmeyi ve motor becerilerin geri kazanımındaki etkinliğini kanıtlamayı amaçlamışlardır. Yaptıkları çalışmada 12 kronik hasta 6 hafta süren bir tedavi programına dahil edilmiştir. FMD-E, MAG, Manuel Yetenek lm-36 ve Jebsen El Fonksiyon Testleri ile yapılan değerlendirmeler sonucunda hastaların motor fonksiyonlarında gelişmeler saptanmıştır. Bu n çalışma ile robotik tedavinin inme sonrası hastaların el rehabilitasyon programı için uygulanabilir olduğu görülmüş ve

daha fazla çalışma ile robotik cihazların etkinliğinin kanıtlanması gerektiği ortaya koyulmuştur (Stein, Bishop, Gillen, & Helbok, 2011).

Robotik rehabilitasyon çalışmaları içerisinde kullanılan ekzoskeleton el robotu, inme sonrası azalmış el becerisini geri kazandırmak için etkilenmiş taraftaki kasların sinyalleri ile aktive olacak şekilde tasarlanmıştır. Bu sistem içerisinde kullanılan yüzeysel EMG etkilenmiş taraftaki kaslardan elde edilen sinyalleri kullanarak fonksiyonel hareketlerin ortaya çıkmasına yardımcı olur. Ho ve ark. (2011) bu cihazın rehabilitasyondaki etkinliğini araştırmak için 8 kronik inmeli hastayı çalışmaya almışlardır. Haftada 3-5 seans olmak üzere toplamda 20 seansın sonunda yapılan ARAT ve FMDÖ'leri sonucunda el fonksiyonlarında ciddi bir iyileşme gözlenmiştir. Bu cihazın hastaların el açma ve kapama fonksiyonlarını yerine getirmede kolaylık sağladığı bildirilmiştir (Ho et al., 2011).

Ho ve ark. (2013) tarafından yapılan başka bir çalışmada inme sonrası el rehabilitasyonunda kullanılmak üzere geliştirilen EMG ile çalışan robotun üst ekstremité kas koordinasyonu üzerindeki etkinliği araştırılmıştır. Çalışmaya 10 kronik inmeli hastaya toplamda 20 seans robotik rehabilitasyon tedavisi uygulanmış olup el değerlendirmeleri EMG sinyalleri ve MAS ile yapılmıştır. 20 seans sonunda yapılan değerlendirmelerde antagonist kaslar arasındaki kas koordinasyonunda iyileşme ve spastisitede azalma görülmüştür (X. Hu et al., 2013).

Robotik rehabilitasyonun subakut inme hastaları üzerindeki etkinliğini gösteren çok az çalışma bulunmaktadır. Sale ve ark. (2014) inme sonrası erken dönemde yoğun robotik rehabilitasyonun kısa süreli etkisini klasik fizik tedavinin etkisiyle karşılaştırmışlardır. Subakut dönemdeki 53 inmeli hasta tedaviye dahil edilmiş ve iki gruba ayrılmıştır. Haftada 5 gün olmak üzere 6 hafta boyunca toplam 30 seanslık bir tedavi programı oluşturulmuştur. FMDÖ, MAS, pasif EHA ve Motricity İndeks (MI) gibi ölçeklerle hastalar tedavi öncesi, 15 seansın sonunda ve tedavinin sonunda değerlendirilmeye alındı. Çalışma sonundaki verilere göre el fonksiyonlarında anlamlı iyileşmeler

görülmüştür. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlara göre subakut dönemde uygulanan robotik rehabilitasyonun hastalarda fonksiyonel iyileşmeyi arttırdığı söylenebilir. Dolayısı ile inme rehabilitasyonunda erken döneme odaklanmak fonksiyonel bozuklukların geri kazanımı için oldukça önemlidir (Sale et al., 2014).

Kısıtlayıcı zorunlu hareket tedavisi inme sonrasında üst ekstremitte tedavisinde uygulanan en önemli tekniklerden biridir. Bunun yanı sıra robotik cihazların tedavilerde yardımcı cihaz olarak kullanılabilirliği kanıtlanmıştır. Üretilen robotların çoğunda omuz ve dirsek tedavisine odaklanıldığından, el ve parmaklardaki motor fonksiyondaki geri kazanımlar çok fazla değildir. Susanto ve ark. (2015) yaptıkları çalışmayla eldeki fonksiyon kaybının geri kazanımında robotik cihazların etkinliğini araştırmışlardır. Çalışmaya alınan kronik inme hastaları deney ve kontrol grubu olmak üzere 2 gruba ayrılmıştır. Her iki gruba da toplamda 20 seanslık (bir seans 1 saat sürmekte) tedavi uygulanmıştır. Robot grubunda bulunan hastaların robotik cihaz yardımı ile fleksiyon ve ekstansiyon hareketi için maksimal istemli kuvvetleri ölçüldü ve bu ölçümler doğrultusunda 3 modda el hareketi çalıştırılmıştır. Buna karşın kontrol grubunda aynı egzersiz robotik cihaz kullanılmadan terapist eşliğinde yapılmıştır. Değerlendirme için ARAT, Wolf Motor Function Test (WMFT), FMDÖ ve Finger Individuation Indeks (FII) gibi ölçekler kullanılmış olup çalışma sonucunda iki grubun değerlendirme parametrelerinde anlamlı gelişmeler elde edilmiştir. Çalışmanın takibinde sadece robotik rehabilitasyon uygulanan grupta 6 ay sonrasında da ARAT ve FMDÖ'deki anlamlı farklılığı korunduğu belirtilmiştir. WMFT sonuçları robot grubunda daha anlamlı bulunmuştur. Bu çalışma ile robotik rehabilitasyonun el ve parmak fonksiyonlarının geri kazanımındaki etkisi gösterilmiştir (Susanto, Tong, Ockenfeld, & Ho, 2015).

## 2.1 BEYİN ANATOMİSİ

Vücuttaki en önemli organlardan biri olan beyin, serebrum, serebellum ve beyinsapı olmak üzere üç bölümden oluşmaktadır. Yaklaşık olarak yeni doğanda 350 g, yetişkinde ise 1400 g ağırlığındadır (Fix, 2008; Waxman, 2009).

### 2.1.1 Serebrum

Beyin ağırlığını yüzde 80'ini oluşturan serebrum, korpus kallosum adı verilen bir lif demeti ile bağlanmış sağ ve sol olmak üzere iki hemisferden oluşmaktadır (Crossman & Neary, 2014; Donkelaar, 2011; Hendelman, 2005; Snell, 2010). Her iki hemisferinde farklı işlevleri olmasına karşın aralarındaki köprü görevini üstlenen corpus callosum sayesinde iki hemisferde birbirlerini tamamlayıcı ilişki içerisinde olup aralarında sürekli bilgi alışverişi sağlanmaktadır.

Sağ hemisferin işlevleri;

- a. Vücutun sol tarafındaki motor fonksiyonlardan sorumludur.
- b. Vücutun sol tarafından duyuşsal bilgi alır.
- c. Duygusaldır.
- d. Yaratıcıdır.
- e. Sezgiseldir.
- f. Bütünsel düşünme
- g. Görsel ve dokunsal algı
- h. Müzik
- i. Soyut veya sembolik ifadeleri anlamakla görevlidir.
- j. Algı – dil algısı, görsel algı, dokunsal algı, işitsel algı, vücut şeması

Sol hemisferin işlevleri;

- a. Vücutun sağ tarafındaki motor fonksiyonlardan sorumludur.
- b. Vücutun sağ tarafından duyuşal bilgi alır.
- c. Mantık
- d. Dil
- e. Kelimeler ile düşünme
- f. Gerçekler
- g. Matematik
- h. Somut anlamların yorumlanması (Gutman, 2008; Kuratko, 2013)

Serebral korteks, nöronal hücrelerin gövdelerinin oluşturduğunu gri maddeden oluşan bir sinir tabakasıdır. Korteks nöronlarının miyelinli aksonları tarafından oluşan beyaz madde ise subkortikal bölge olarak adlandırılan serebral korteksin tam altındaki bölgede bulunur (Williams, Perry, & Watkins, 2013). Dil, hafıza, düşünsel, duyuşal ve motor işlevler serebral korteksin temel işlevleridir (Crossman & Neary, 2014; Hendelman, 2005; Williams et al., 2013). 1909 yılında Brodmann adlı Alman nörolog, serebral kortekste alanları adlandırılmak için bir harita oluşturdu (Brodmann, 1909).

Serebrumun her iki hemisferide frontal, parietal, temporal ve oksipital olmak üzere dört lobdan oluşmaktadır. Rinensefalon veya limbik lob olarak adlandırılan yapı ise beşinci lob olarak kabul edilmesine rağmen bu yapının serebrumun derininde temporal lob ile alakalı olduğu da varsayılmaktadır (Augustine, 2008; Crossman & Neary, 2014; Gloor & Guberman, 1997; Hendelman, 2005).

Frontal Lob: Frontal kemik altında yer alan bu lob, arkada sentral fissür (Rolando fissürü) aracılığıyla parietal lobdan, aşağıda da lateral fissür (Sylvian fissürü) aracılığıyla temporal lobdan ayrılmaktadır (Hendelman, 2005).

Frontal lobun görevleri;

- a. Zeka, konsantrasyon
- b. Yargılama, planlama, problem çözme
- c. Kişilik, davranış
- d. Konuşma
- e. Motor fonksiyonlar
- f. Göz hareketleri (Augustine, 2008; Crossman & Neary, 2014; Jacobson, Marcus, & Pugsley, 2017; Waxman, 2009; Williams et al., 2013)

Bilişsel işlevler (oryantasyon, hafıza, anlama, yargılama, aritmetik ve soyutlama) – Brodmann'ın 9 ve 12 bölgeleri (Anterior serebral arter-ACA alanı), alnın hemen arkasında yer alan prefrontal korteks sorumludur. Bu bölge zihinsel değerlendirme ve çevresel uyarılara cevap vermeye odaklıdır. Zihinsel kapasite, öğrenilen ve genel kabul gören duygusal tepkileri ve kazanılan deneyimlerle burada entegre edilir. Herhangi bir tehlike anında taşıkardi gibi otonom sinir sistemini tarafından verilen tepkiler bu alanda başlatılır. Bu alanda meydana gelen yaralanma, zihinsel kapasiteyi ve çevresel uyarılara karşı verilen cevapları değiştirerek yaşam kalitesini büyük ölçüde etkiler (Augustine, 2008; Jacobson et al., 2017; Williams et al., 2013).

Dil, konuşma, ifade etme (sözlü ve yazılı) (Broca alanı) – Brodmann'ın 44 numaralı bölgesi (middle serebral arter-MCA alanı) sorumludur. Aynı zamanda bu alan Broca alanı olarak adlandırılmaktadır. Bu bölge motor şeritin fasiyal dağılımına yakın inferior frontal girusta yer alır. Genel popülasyondaki dominantlığa bakıldığında çoğunlukla sol frontal hemisferde bulunmasına rağmen bazen sağ frontal hemisferde de bulunabilir. Broca alanı hem sözel hem de yazılı iletişimden sorumludur. Beynin bu bölgesinde meydana gelecek bir yaralanma, kelime bulmakta güçlük çekmekten zorlayıcı veya akıcı olmayan bir afaziye kadar değişebilen bir konuşma bozukluğuna yol açabilir.

İstemli motor fonksiyonlar – Brodmann'ın 4 numaralı bölgesi (MCA alanı) ve aynı zamanda motor şerit olarak adlandırılan alan sorumludur. Motor yolların aşağıya



inerken beyin sapındaki çaprazlaşmasından dolayı beynin bir bölgesi vücudun karşı tarafını kontrol eder. Vücuttaki motor fonksiyonların beyindeki temsil alanlarını göstermek için motor homunculus adı verilen bir grafik kullanılır. Baş aşağı bir adamı temsil eden bu grafikte frontal lobun superiorundan Sylvian fissüre kadar sırasıyla ayaklar, dizler, kalçalar, gövde, omuz, eller, başparmak, baş, yüz ve dil olacak şekilde sıralanmaktadır. Bu grafik üzerinde temsil edilen vücut bölgelerinin büyüklüğü o bölgenin motor fonksiyonundan sorumlu frontal korteks alanıyla doğru orantılıdır. Herhangi bir sebeple bölgede oluşan hasar sonucu vücudun karşı tarafındaki motor fonksiyonu etkiler (Augustine, 2008; Crossman & Neary, 2014; Jacobson et al., 2017; Waxman, 2009; Williams et al., 2013).

Brodmann'ın 8 numaralı bölgesi göz hareketlerinden sorumludur (Augustine, 2008; Crossman & Neary, 2014; Jacobson et al., 2017; Waxman, 2009).

Parietal Lob: Parietal kemiğin altında ve frontal lobun arkasında bulunmaktadır. Parietal lob, posteriordan parieto-okspital fissürü ile oksipital lobdan ayrılır(Hendelman, 2005).

Parietal lobun görevleri;

- a. Vücut kısımlarının farkındalığı ve konumlandırılması
- b. Nesnelerin büyüklüğünün, şeklinin ve dokusunun tanınması
- c. Dokunma duyusu, ağrı, basınç (duyusal şerit)
- d. Dili, kelimeleri yorumlama (Augustine, 2008; Crossman & Neary, 2014; Jacobson et al., 2017; Waxman, 2009; Williams et al., 2013)

Brodmann'ın 1,2 ve 3 numaralı alanlarda (MCA alanı) frontal lobda bulunan motor şerite benzer olan duyusal bir şerit bulunmaktadır. Bu duyusal şerit ise duyusal homunculus adı verilen bir grafik ile vücudun farklı bölgelerinden duyusal bilgileri alan ve işleyen alanların beyinde temsil ettikleri bölgeler gösterilmektedir. Bu alanda meydana gelen bir hasar sonucunda, vücudun karşı tarafında duyu kaybı veya duyuda

değişim meydana gelir (Augustine, 2008; Crossman & Neary, 2014; Jacobson et al., 2017; Waxman, 2009; Williams et al., 2013).

Brodmann'ın 5. ve 7.bölgeleri (MCA alanı), duyuşal bilgilerin önemini, ilişki düzeyini ve kesin amacını belirlemek için duyuşal uyarınları değerlendiren ortak alanlar olarak düşünülür. Bu alan, vücut farkındalığından, mekânsal ve görsel algıdan, nesnelere anlamlandırılmasından ve ilişkilendirilmesinden sorumludur. Algısal ihmal veya dikkatsizlik problemleri bu alandaki yaralanmaların sonuçları olabilir (Williams et al., 2013).

Temporal Lob: Temporal kemik altında yer alan lob, frontal ve parietal lobdan lateral fissür ile ayrılır (Hendelman, 2005).

Temporal lobun görevleri;

- a. İşitme
- b. Konuşma
- c. Davranış
- d. Bellek (Augustine, 2008; Crossman & Neary, 2014; Jacobson et al., 2017; Waxman, 2009; Williams et al., 2013)

Brodmann'ın 22 numaralı alanı (MCA alanı) Wernicke alanı olarak da adlandırılmaktadır. Genellikle serebral korteksin sol tarafında yer alır ve hem yazılı hem sözel iletişimden sorumludur. Bu alan hasarı sonucunda, küçük alıcı dil disfonksiyonundan alıcı veya akıcı afaziye kadar birçok problemle karşılaşılabilir. Alıcı afazi olarak adlandırılan kişilerde kelime üretmede problemleri olmaz ancak konuşma içeriği mantıksızdır ve "kelime salatası" olarak tanımlanır. Eğer Broca ve Wernicke alanlarının ikisinde etkilenmişse global afazi gibi tüm dil yeteneğini kaybetmesi sebebiyle yaşam kalitesini etkileyen problemler ile sonuçlanabilir.

Brodmann'ın 41 ve 42 numaralı bölgeleri (MCA alanı) sesin impulslarını almakla ve sesin hem kaynağını hem de anlamını belirlemeye yardımcı olmakla görevlidirler. Bu alandaki yaralanma sonucu işitsel kayıplar görülebilir (Augustine, 2008; Crossman & Neary, 2014; Jacobson et al., 2017; Waxman, 2009; Williams et al., 2013).

Oksipital Lob: Serebrumdaki en arkada bulunan oksipital lob görsel uyarıların yorumlanması (renk, ışık, hareket) ile ilgilidir (Augustine, 2008; Crossman & Neary, 2014; Hendelman, 2005; Jacobson et al., 2017; Waxman, 2009).

Brodmann'ın 17 bölgesi (posterior serebral arter-PCA alanı) ikinci kranyal sinir olan optik sinirden gelen impulsları alan primer görsel kortekstir. Burdan alınan uyarılar yorumlama ve ilişkilendirmeden sorumlu görsel alanlar olan Brodmann'ın 18 ve 19 numaralı bölgelerine (PCA alanı) gönderilir. Oksipital lobda meydana gelen hasar, kortikal körlük olarak adlandırılan göz yapılarında herhangi bir sorun olmamasına karşın görsel uyarıları alma ve yorumlama yeteneğinin kaybolması ile sonuçlanabilir (Augustine, 2008; Crossman & Neary, 2014; Gould & Fix, 2013; Jacobson et al., 2017; Waxman, 2009; Williams et al., 2013).

### **2.1.2 Serebellum**

Arka beyin olarak da adlandırılan cerebellum, tentorium cerebelli tarafından ayrılır ve beynin 5'te 1'ini oluşturmaktadır. Vermis ile bağlanan iki hemisferden oluşmaktadır. Serebruma benzer şekilde gri maddeden oluşan bir korteks bulunmaktadır (Crossman & Neary, 2014; Hendelman, 2005; Jacobson et al., 2017; Mtui, Gruener, & Dockery, 2015).

Serebellum'un fonksiyonlar;

- a. Denge ve postür
- b. Kas tonusu
- c. İstemli motor hareketlerin zamanlaması ve koordinasyonu (Champney, 2015; Jacobson et al., 2017; Williams et al., 2013)

Serebellar hasar sonucu ataksi, nistagmus, dismetri, hipotoni gibi problemler görülür (Williams et al., 2013).

### **2.1.3 Beyinsapı**

Orta beyin, pons ve medulla oblongata olmak üzere üç ana bölümden oluşan beyinsapı, beyin ve omurilik arasında hareket eden duyuşal ve motor yollar ve vücuttaki hayati mekanizmaları düzenleyen merkezlerle doludur (Champney, 2015; Fix, 2008; Hendelman, 2005; Williams et al., 2013).

## **2.2 SEREBROVASKÜLER ANATOMİ**

Vücuttaki en aktif organlarda biri olan beyin, vücut ağırlığının yüzde 2'sini oluşturmaktadır. Bu aktiviteyi sağlayabilmesi için çok zengin bir kan akımına ihtiyaç duyar. Normal koşullarda kalp debisinin yüzde 15'i beyine ulaşır (Augustine, 2008; Schuenke, Schulte, & Schumacher, 2015; Waxman, 2016). Beyne dakikada yaklaşık 700-900 ml kan gitmektedir. Beynin ana enerji kaynağı glikozdur ve beyne sabit bir glikoz rezervi sağlanmalıdır (Williams et al., 2013). Beyne sağlanan glikoz miktarı dinlenme seviyelerinde yaklaşık 434 µmol/dk veya dolaşımdaki kan glikozun yüzde 10'udur. Beynin ihtiyaç duyduğu oksijen miktarı ise dinlenme seviyelerinde yaklaşık 49 ml/dk veya dolaşımdaki oksijenin yüzde 20'si kadardır. Bu oksijenin neredeyse tamamı ise glikoz metabolizmasında kullanılır. Bunlara ek olarak beyin 20 watt/dk enerji kullanır (Augustine, 2008).

Beyne gereken kan akımı karotis sistem ve vertebrobaziler sistem olmak üzere iki arter sistemi tarafından sağlanmaktadır (Greenstein & Greenstein, 2011; Hendelman, 2005). Beyne giden kanın yüzde 75'i karotis sistem, yüzde 25'i vertebrobaziler sistem tarafından sağlanmaktadır (Jacobson et al., 2017).

Anterior Dolaşım: İnternal karotis, middle cerebral, anterior communicating ve anterior cerebral arterler tarafından oluşmaktadır.

Posterior Dolaşım: Vertebral arterler, baziler arter, posterior cerebral arter ve posterior communicating arterlerden oluşmaktadır (Donkelaar, 2011; Hendelman, 2005; Jacobson et al., 2017).

Karotis sistem, ana karotis arterden çıkan, sağ ve sol olmak üzere iki internal karotis arter ve dallarından oluşmaktadır. İnternal karotis arter dallanarak orta serebral arterleri (MCA) ve ön serebral arterleri (ACA) oluşturur. ACA parietal ve frontal lobların medial yüzeyini ve hem duyuşal hem de motor korteksi besler. İki ACA birbirlerine anterior communicating arter (ACoA) ile bağlanır. Serebral arterlerin en büyüğü olan MCA ise duyuşal ve motor korteks, insula ve işitsel korteks de dahil olmak üzere, frontal, parietal ve temporal lobların lateral yüzeylerinin büyük bir kısmını beslemek için dallara ayrılır (Greenstein & Greenstein, 2011; Hendelman, 2005; Williams et al., 2013).

Vertebrobaziler sistemde, iki vertebral arter rostral olarak ilerler ve pons boyunca uzanan baziler arteri oluşturmak için birleşir. Baziler arter tekrar sağ ve sol olmak üzere iki arka serebral artere (PCA) ayrılır. PCA dallara ayrılarak posterior communicating arteri (PCoA) oluşturur (Augustine, 2008; Greenstein & Greenstein, 2011; Hendelman, 2005; Williams et al., 2013). Vertebral arter sistemi, beyin sapı, serebellum, oksipital lob ve talamusun bir kısmını besler (Waxman, 2009, 2016).

Anterior dolaşımı sağlayan iki anterior cerebral arter anterior, communicating arter ile birbirine bağlanmaktadır. İnternal karotis arterler, posterior dolaşımdan sorumlu posterior cerebral arterlere posterior communicating arter aracılığıyla bağlanmaktadır (Jacobson et al., 2017; Waxman, 2009). Beyindeki bu damarların bağlanma yapısı, arterler ile birbirine tamamen bağlanan ve beynin her noktasına kan akışını sağlayan “Willis Çemberi” adındaki yapıyı oluşturur (Jacobson et al., 2017). Bu yapı beyindeki önemli bir güvenlik özelliğidir. Ana damarlardan birinin tıkanması durumunda bu çember sayesinde beyin hasarını önlemek için kan akımı sağlanır (Schuenke et al., 2015; Williams et al., 2013).

Beyindeki kan akışının durması sonucunda 15 dakikadan daha kısa bir sürede bilinç kaybı meydana gelir ve 5 dakika içinde beyin dokusunda onarılamaz bir hasar oluşur (Waxman, 2016).

### **2.3 İNME**

DSÖ'ne göre serebrovasküler olay olarak da bilinen inme, beynin kanlanmasında meydana gelen bir problem sonucu hızla gelişen beyin fonksiyon kayıpları ile sonuçlanan nörolojik bir durumdur (Norouzi-Gheidari, Archambault, & Fung, 2012; G. Prange, Jannink, Groothuis-Oudshoorn, Hermens, & Ijzerman, 2009). Beyin kanlanmasındaki problemden dolayı beyin dokusuna sağlanan oksijen ve besinde azalma meydana gelir ve bu durum hücre ölümüyle sonuçlanır (Loureiro, Amirabdollahian, Topping, Driessen, & Harwin, 2003a; Norouzi-Gheidari et al., 2012).

Ölüm nedenleri arasında üçüncü sırada yer alan inme (Ang et al., 2009; Langhorne et al., 2011; Lindley, 2017; Peisker, Koznar, Stetkarova, & Widimsky, 2017), engelliliğin önde gelen sebeplerinden biridir (Ang et al., 2009; Culmer et al., 2010; Langhorne et al., 2011; Peisker et al., 2017). İnme sonrası görülen spesifik problemler beyinde etkilenen bölgeye bağlı olarak değişir (O'Dell, Lin, & Harrison, 2009). Afazi, dizartri,

disfaji, ihmal, ağrı (O'Dell et al., 2009), motor fonksiyonlarında kayıp (Basteris et al., 2014), kognitif bozukluklar ve duyuşsal kayıp inme sonrası görölen problemlerdir (Basteris et al., 2014; O'Dell et al., 2009; Sale et al., 2014). En sık karşılaşılan motor fonksiyon problemleri; kas güçsüzlüğü, spastisite (Basteris et al., 2014; Stefano Masiero et al., 2009), artmış refleksler, koordinasyon kaybı ve apraksidir (Basteris et al., 2014). Bu problemler bireylerin günlük yaşam aktivitelerinde kısıtlılıkları beraberinde getirir (Politi, Kastrup, Marmagkiolis, Grunwald, & Papanagiotou, 2017) ve yaşam kalitelerinde azalmaya neden olur (Burke et al., 2010).

### **2.3.1 Epidemiyoloji**

Kalp hastalıklarından sonra en sık karşılaşılan kardiovasköler hastalık olan inme (Hennerici, Binder, Szabo, & Kern, 2012), yetişkinlerde mortalite ve morbidite nedenlerinin başında gelmesinin yanı sıra en yaygın nörolojik durumdur (Williams et al., 2013). Dünya genelinde her yıl yaklaşık olarak 17 milyon inme vakası görölmektedir. Bu vakaların üçte biri ölümlle sonuçlanırken diğere üçte biri günlük yaşam aktivitelerini etkileyecek kalıcı engellilikler ile birlikte yaşamlarını sürdürmeye devam ediyorlar.

Yapılan çalışmalar sonucunda inme insidansının Fransa'da düşük, buna karşın Doğı Avrupa ölkelerinde ise yüksek oranda olduğı görölmüştür.

Yaşlara göre inme insidansı; çocukluk döneminde yıllık olarak 2/100.000 kişi, 16-44 yaş aralığında 5-20/100.000 kişi, 45-54 yaş aralığında 50-100/100.000 kişi, 55-64 yaş aralığında 200-300/100.000 kişi, 65-75 yaş aralığında 500-1.000/100.000 kişi, 75-84 yaş aralığında 1.000-2.000/100.000 kişi, 85 yaşında sonra 2.000-3.000/100.000 kişidir (Lindley, 2017).

### 2.3.2 Risk Faktörleri

İnme, iskemik ve hemorajik inme olarak iki gruba ayrılabilir (Barnes et al., 2005). Ayrıca iskemik inme, laküner infarktüs (küçük arter oklüzyonu), geniş arter ateroskleroza ve kardioembolik inme; hemorajik inme ise intraserebral hemoraj ve subaraknoid hemoraj olmak üzere alt gruplara ayrılabilir (Harvey et al., 2008). İnmenin bu şekilde alt tiplere ayrılması morbidite, mortalite insidansı ve enfarktüs ve hemorajın tekrardan meydana gelmesi her alt tip için tamamen farklı olduğundan çok önemlidir (Barnes et al., 2005). İnme için risk faktörleri değiştirilebilir ve değiştirilemez olarak ikiye ayrılır (Barnes et al., 2005; Hennerici et al., 2012; Williams et al., 2013). Değiştirilebilen risk faktörleri de kendi içinde kesinleşmiş ve kesinleşmemiş risk faktörleri olarak ayrılır (Silva, Koroshetz, González, & Schwamm, 2011).

**Tablo 2.1: İnmede risk faktörleri**

Değiştirilemeyen Risk Faktörleri	Değiştirilebilen Risk Faktörleri			
Yaş	Kesinleşmiş Risk Faktörleri	Hipertansiyon	Kesinleşmemiş Risk Faktörleri	Alkol kullanımı
Cinsiyet		Diabetes mellitus		Kolesterol
Etnik köken		Kardiovasküler hastalıklar		Oral kontraseptifler
Aile öyküsü		Sigara kullanımı		Migren
Genetik hastalıklar		Obezite		Enfeksiyon ve inflamasyonlar
		Fiziksel inaktivite		Stres ve depresyon
	Beslenme alışkanlıkları	Uyku apnesi		

*Kaynak:* (Harvey et al., 2008; Hennerici et al., 2012; Lindley, 2017; Markus, 2003; Uchino, Pary, & Grotta, 2011; Wiebers, Feigin, & Brown, 2006)



### 2.3.2.1 Değiştirilemeyen risk faktörleri

Yaş: Yaş, inme için önemli risk faktörlerinden biridir. Bununla birlikte, yaş ilerledikçe inme riski artmaktadır (Lindley, 2017; Markus, 2003). 55 yaş üstünde bu risk her on yılda bir 2 katına çıkmaktadır (Brown, Whisnant, Sicks, O'Fallon, & Wiebers, 1996; Markus, 2003; Wolf et al., 1992).

Cinsiyet: İnme, erkeklerde kadınlara oranla daha fazla görülmektedir (Brown et al., 1996; Lindley, 2017; Markus, 2003). Fakat genel olarak, daha uzun bir yaşam süresi ve yaşın önemli bir risk faktörü olması nedeniyle yaşam süresince kadınlar daha fazla inme geçirmektedir (Lindley, 2017; Markus, 2003).

Etnik Köken: Farklı ırk ve etnik kökenler arasında hem inme sıklığında hem de inmenin alt tiplerinin rölatif dağılımında belirgin farklılıklar vardır (Barnes et al., 2005; Bravata et al., 2005; Markus, 2003). Siyah ırkın beyaz ırka oranla hipertansiyon (HT) ve diabetes mellitus (DM)'a yatkınlıkları daha fazladır ve daha yüksek insidans oranına sahiptir. Bu nedenle siyah ırk beyaz ırka göre daha yüksek inme riskine sahiptir (Barnes et al., 2005; Hajat et al., 2001; Heuschmann, Grieve, Toschke, Rudd, & Wolfe, 2008). Bunun yanı sıra Asyalıların diğer gruplara oranla inme insidansı daha yüksektir. Bütün bunlar göz önüne alındığında siyah ve sarı ırkın, beyaz ırka oranla inme insidansı daha yüksektir (Barnes et al., 2005).

Aile Öyküsü: Ailedeki inme öyküsü, inme için bir risk faktörü olarak görülmektedir (Khaw & Barrett-Connor, 1986; H. Kim et al., 2004). Yüksek kan basıncı, kolestrol ve diyabet gibi inme için risk faktörlerinin genetik kalıtımı ve bu risk faktörlerinin etkilerine karşı duyarlılık, ailede gelen beslenme alışkanlığı ve yaşam tarzı gibi etmenler aile öyküsünün risk faktörü oluşunda rol oynamaktadır (Caicoya, Corrales, & Rodriguez, 1999; D. Liao et al., 1997).

Genetik Hastalıklar: MYMY (Moyamoya hastalığı), Fabry hastalığı, CADASIL (Serebral subkortikal infarktlar ve lökoensefalopati ile birliktelik gösteren serebral otozomal dominant arteriyopati), CARASIL (Serebral subkortikal infarktlar ve lökoensefalopati ile birliktelik gösteren serebral otozomal resesif arteriyopati), MELAS (Mitokondriyal ensefalomyelopati, laktik asidoz ve strok benzeri episodlar), Ehlers-Danlos sendromu tip IV ve Marfan sendromu gibi genetik hastalıklar inme için risk faktörüdür (Della-Morte et al., 2012; Wiebers et al., 2006).

### **2.3.2.2 Değiştirilebilir risk faktörleri**

#### **2.3.2.2.1 Kesinleşmiş risk faktörleri**

Hipertansiyon (HT): Artmış kan basıncı inme için yaygın ve değiştirilebilir risk faktörlerinden biridir (Barnes et al., 2005; Kabakcı et al., 2006). Kan basıncındaki artışla ilişkili inme riskindeki artış her iki cinsiyet içinde benzerdir. Diastolik kan basıncında meydana gelen her 7.5 mmHg artış ile inme riski 2 katına çıkmaktadır (Markus, 2003). Bunun yanı sıra inme ve sistolik kan basıncı arasındaki ilişki, diastolik kan basıncı ile olandan daha güçlüdür. Bu nedenle normal bir diastolik kan basıncı ile “izole edilmiş” sistolik kan basıncı, inme riskiyle ilişkilidir (BALKAN & TOPÇUOĞLU, 2004; Markus, 2003). HT tedavisi ile inme riskinin azaltılabileceğini destekleyen çalışmalar mevcuttur (Beckett et al., 2008; Group, 1991; Party, 1992; Perry Jr et al., 2000).

Diabetes Mellitus (DM): Diyabet hastaları genellikle normalde daha yüksek kan basıncına ve kolesterol seviyelerine sahip olduğundan, bu nedenle hastalarda özellikle damar hastalığı riski yüksektir (Barrett-Connor & Khaw, 1988; Lindley, 2017). DM, inme riskini 2-2.5 kat arttırmaktadır (Barnes et al., 2005; Markus, 2003). Bu hastalarda

uygulanacak olan hem hipertansiyon tedavisi hem de antikoagülasyon tedavisi sonucunda inme riski azaltılabilir (Davis, Millns, Stratton, Holman, & Turner, 1999).

**Kardiovasküler Hastalıklar:** İnmeye neden olan kalp hastalıkları arasında dilate kardiyomyopati, kalp kapak hastalıkları (mitral kapak prolapsusu, endokardit, prostetik kalp kapaklar), kalp içi konjenital defetler (patet foramen ovale, atrial septal anevrizma, atrial septal defekt) yer almaktadır (Goldstein et al., 2006). Atrial fibrilasyon (AF), inme için ciddi bir risk faktörü oluşturmaktadır ve inme riskini yaklaşık 5 kat arttırmaktadır (Sen & Oppenheimer, 1998; Wang et al., 2003; Wolf, Abbott, & Kannel, 1991).

**Sigara Kullanımı:** Literatürde yer alan birçok çalışmada, sigara kullanımının inme ve birçok damar hastalığı için güçlü bir risk faktörü olduğu ortaya koyulmaktadır (Boden-Albala & Sacco, 2000; Colditz et al., 1988; Kurth et al., 2003; Kurth et al., 2006; Shinton & Beevers, 1989; Ueshima et al., 2004; Wolf, D'Agostino, Kannel, Bonita, & Belanger, 1988).

**Obezite:** Hafif-orta derecede obez olan bireyler, sağlıklı ve obez olmayan bireylere göre daha yüksek inme riskine sahiptir. Aşırı kilolu bireylerde sıklıkla yüksek tansiyon, diyabet, yüksek kolestrol bulunduğundan, bu faktörlerinde etkisiyle obezite inme için ciddi bir risk faktörü olmaktadır (Kurth et al., 2002; Lindley, 2017; Mitchell et al., 2015; Rexrode et al., 1997; Song, Sung, Smith, & Ebrahim, 2004).

**Fiziksel İnaktivite:** Yapılan birçok çalışma fiziksel inaktivitenin inme riskini arttırdığını göstermektedir. Egzersizin inme için birçok risk faktörü üzerinde etkisi vardır. Egzersiz yapmak, kan basıncını (Farpour-Lambert et al., 2009; Padilla, Wallace, & Park, 2005) ve kan kolestrolünü (T. C. Cook et al., 1986; Durstine et al., 2001; F. B. Hu et al., 2000) düşürmekle birlikte diyabet riskini de azaltmaktadır (Association, 2003; Consortium, 2012; J. M. Gill & Cooper, 2008; Shinton & Sagar, 1993). Bunun yanı sıra literatürde egzersizin psikolojik olarak da bireyler üzerinde faydalı olduğu gösteren çalışmalara

rastlamak mümkündür (Kannangara et al., 2011; Lindley, 2017; Marosi et al., 2012). Bu nedenle hafif-orta şiddetli fiziksel egzersizlerin inme riskini azalttığı kanıtlanmıştır (Gillum, Mussolino, & Ingram, 1996; Kurth et al., 2006; C. D. Lee, Folsom, & Blair, 2003; Wannamethee & Shaper, 1992).

Beslenme Alışkanlıkları: Çok sayıdaki çalışma, artan tuz alımının kan basıncındaki artma ile ilişkili olduğunu göstermektedir (Cutler, Follmann, & Allender, 1997; Forte, Miguel, Miguel, & Rose, 1989; Macgregor et al., 1982; Morgan et al., 1978; Sacks et al., 2001; Sasaki, 1964; Watkin, Froeb, Hatch, & Gutman, 1950; Whelton, 1998). Sodyum alımındaki 100 mmol'lük bir artışın, kan basıncını yaklaşık 10 mmHg arttıracığı ve bununda inme riskini yaklaşık yüzde 34 arttıracığı düşünülmektedir (Ascherio et al., 1998; Markus, 2003; Nagata, Takatsuka, Shimizu, & Shimizu, 2004). Bazı çalışmalar yüksek C vitamini seviyesinin düşük inme riski ile ilişkili olduğunu göstermektedir (G. C. Chen, Lu, Pang, & Liu, 2013; Kurl et al., 2002; Voko, Hollander, Hofman, Koudstaal, & Breteler, 2003). Bununla birlikte sebze ve meyve tüketiminin artması inme riskini azaltmaktadır (Gillman et al., 1995; He, Nowson, & MacGregor, 2006; Johnsen et al., 2003; Law & Morris, 1998).

#### **2.3.2.2.2 Kesinleşmemiş risk faktörleri**

Alkol Kullanımı: Alkol tüketimi ile inme arasındaki ilişki oldukça karmaşıktır (Barnes et al., 2005). Yapılan çalışmalarda günlük önerilen limit dahilinde tüketilen alkol miktarının inme riskini arttırmadığı (Berger et al., 1999; Elkind et al., 2006; J. S. Gill et al., 1991; Iso et al., 2004; Stampfer, Colditz, Willett, Speizer, & Hennekens, 1988) fakat fazla miktarda alkol tüketiminin inme riskini arttırdığı gözlemlenmiştir (Bazzano et al., 2007; J. S. Gill et al., 1991; J. S. Gill, Zezulka, Shipley, Gill, & Beevers, 1986; Jousilahti, Rastenyte, & Tuomilehto, 2000; Kiyohara, Kato, Iwamoto, Nakayama, & Fujishima, 1995). Alkolün kan basıncını arttırması ve yüksek kan basıncının da inme için ciddi bir risk faktörü oluşturması bu duruma sebep olarak gösterilmiştir (Leppälä et al., 1999). Bu nedenle alkol hemorajik inmeye göre iskemik inme için daha düşük bir

risk faktörüdür (Donahue, Abbott, Reed, & Yano, 1986; Markus, 2003; Stampfer et al., 1988).

**Kolesterol:** Kolesterol hücre duvarının bir parçasını oluşturduğundan vücuttaki önemli bir bileşendir. Kolesterolün büyük bir miktarı beslenmeden sağlanmak yerine vücutta karaciğer tarafından üretilmektedir. Ancak doymuş yağ tüketimindeki artış kandaki kolesterolde artışa neden olmaktadır. Kolesterol kanda çözünemediğinden lipoproteinler aracılığı ile kanda taşınmaktadır (Lindley, 2017). LDL (düşük yoğunluklu lipoprotein)-kolesterol, karaciğerden dokulara kolesterol taşır. Bu kolesterol türü inme ve kalp hastalığı için ciddi bir risk faktörüdür. HDL (yüksek yoğunluklu lipoprotein)-kolesterol dokulardan karaciğere kolesterol taşımakla görevlidir. HDL-kolesterolün yüksek seviyesi koruyucu gibi görünmektedir (Markus, 2003). Bu nedenle, LDL-kolesterol kötü, HDL-kolesterol iyi kolesterol olarak adlandırılır (Lindley, 2017). Yapılan çalışmalar kolesterol seviyeleri ile koroner kalp hastalığı arasında (Assmann, Schulte, von Eckardstein, & Huang, 1996; Castelli, Anderson, Wilson, & Levy, 1992; Castelli et al., 1986; Kannel, Castelli, Gordon, & McNamara, 1971) ve koroner kalp hastalığı ve serebrovasküler hastalıklar arasında ciddi bir ilişki olduğunu göstermesine rağmen kolesterol ve inme arasındaki ilişki hala tartışmalıdır (Broderick, Phillips, O'Fallon, Frye, & Whisnant, 1992; Collins & MacMahon, 1994).

**Oral Kontraseptifler:** Oral kontraseptiflerin inme ile arasındaki ilişki içerdikleri estradiol miktarı ile ilişkilidir ve oldukça tartışmalıdır (J. S. Lee et al., 2010). Düşük doz estradiol (<50µg) içeren oral kontraseptiflerin inme riskini arttırmadığını gösteren çalışmalarla birlikte (Chan et al., 2004; Petitti et al., 1996; Schwartz et al., 1997) arttırdığını gösteren çalışmalarda mevcuttur (Heinemann et al., 1997; Lidegaard, 1993). Genel olarak yüksek doz estradiol (≥50µg) oral kontraseptiflerin inme riskini arttırdığı görülmektedir (Abbott et al., 2007; Bousser & Kittner, 2000; Hannaford, Croft, & Kay, 1994; Johnston, Colford, & Gress, 1998; Mant, Painter, & Vessey, 1998).

Migren: Migren, kadınlarda inme için risk faktörü olarak görünmektedir (Carolei, Marini, & De Matteis, 1996; Kurth, Kase, Schürks, Tzourio, & Buring, 2010; Markus, 2003; Merikangas, Fenton, Cheng, Stolar, & Risch, 1997; Milhaud, Bogousslavsky, van Melle, & Liot, 2001; Spector et al., 2010). Yapılan çalışmalar ile migren ve inme arasındaki ilişki araştırılmıştır. Migrenin, migren atağı esnasında inme için önemli bir risk faktörü oluşturduğu düşünülmektedir (Tietjen, 2000; Tzourio, Kittner, Bousser, & Alperovitch, 2000; Welch, 2003).

Enfeksiyon ve İnflamasyonlar: Enfeksiyonun ateroskleroza zemin hazırladığı veya hızlandırdığı düşünülmektedir. Bu durumda inme için bir risk faktörü oluşturmaktadır (Lindsberg & Grau, 2003). Bunun yanı sıra Klamidya pnömoni (Alamowitch et al., 2008; P. J. Cook et al., 1998; Elkind, Lin, Grayston, & Sacco, 2000; Heuschmann et al., 2001; Johnsen et al., 2005; Madre et al., 2002; Wimmer, Sandmann-Strupp, Saikku, & Haberl, 1996), Helikobakter pilori (Ameriso, Fridman, Leiguarda, & Sevlever, 2001; Cremonini, Gabrielli, Gasbarrini, Pola, & Gasbarrini, 2004; Heuschmann et al., 2001), Sitomegalovirüs (Grattan et al., 1989; Hsich et al., 2001) aterosklerotik plakla ilişkili olduğundan inme riskini arttırabileceği düşünülmektedir (Chiu, 1999; Elkind et al., 2010; Grau, Urbanek, & Palm, 2010). Yapılan çalışmalar baseline C-reaktif protein (CRP) seviyelerinin inme riski ve miyokard enfarktüsü için belirleyici risk faktörü olduğunu göstermektedir (Elkind, 2010; Lindsberg & Grau, 2003; Ridker, Cushman, Stampfer, Tracy, & Hennekens, 1997; Ridker, Rifai, Rose, Buring, & Cook, 2002; Rost et al., 2001).

Stres ve Depresyon: Stres ve depresyonun inme riskini arttıracağı yönünde farklı düşünceler bulunmasına rağmen inme için önemli bir risk faktörü olduğuna dair literatürde çalışmalar mevcuttur (Colantonio, Kasl, & Ostfeld, 1992; Everson-Rose et al., 2014; Henderson et al., 2013; Jonas & Mussolino, 2000; May et al., 2002; Ostir, Markides, Peek, & Goodwin, 2001; Pan et al., 2011; Ramasubbu & Patten, 2003).

Uyku Apnesi: Uyku apnesinin, inme için risk faktörlerinden biri olduğu, bununla birlikte inme risk faktörleri üzerinde de etkili olduğu düşünülmektedir (Atılğan, Abakay, & Ülgen, 2011; M. Dyken, Somers, Yamada, Adams, & Zimmerman, 1992; M. E. Dyken, Somers, Yamada, Ren, & Zimmerman, 1996; Karakoç, Akçam, Gerek, & Birkent, 2008; Pressman et al., 1995; Redline et al., 2010; Rivest & Reiher, 1987; Sarıdaş, Demir, Zarifoğlu, & Bora, 2015; Yaggi et al., 2005).

### 2.3.3 Etiyoloji

Serebrovasküler olay (SVO) olarak bilinen inmeyi sınıflandırmanın birçok yolu vardır. Bir yandan serebrovasküler hastalıklar kan damarlarının anatomik ve patolojik durumlarına göre sınıflandırılabilirken, öte yandan vasküler patolojik süreçlerin kendini gösterdikleri mekanizmaya bağlı olarak da sınıflandırılabilirler. Bu tür sınıflandırmalar birçok alt başlığı içerecektir. Bu nedenle SVO'ın sınıflandırılmasının en pragmatik yolu anatomik-patolojik durumlara veya interaktif mekanizmalara incelemek değil, beyindeki parankimal değişikliklerin gerçekleştiği yolları incelemektir (Robinson, 2006). Buna dayanarak inme, iskemik ve hemorajik olmak üzere iki ana gruba ayrılır (Barnes et al., 2005; Bogousslavsky & Caplan, 2001; Silverman, Rymer, Caplan, Schmidt, & Spiegel, 2009; Uchino et al., 2011). İnme vakalarının yaklaşık yüzde 87'ini iskemik inme vakaları oluştururken yüzde 13'lik kısmı hemorajik inme vakaları oluşturur (Wentworth et al., 2009).

**Tablo 2.2: İnme tipler**

<b>İskemik Tip (yüzde 87)</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Enfarktüs<ul style="list-style-type: none"><li>○ Geniş arter ateroskleroza (tromboz veya emboli)</li><li>○ Kardioembolizm</li><li>○ Küçük damar oklüzyonu (lakün)</li><li>○ Diğer belirlenen nedenlere bağlı iskemik inme</li><li>○ Nedeni belirlenemeyen iskemik inme</li></ul></li><li>• Geçici iskemik atak (GİA)</li></ul>
<b>Hemorajik Tip (yüzde 13)</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• İntraserebral hemoraj (İSH)</li><li>• Subaraknoid hemoraj (SAH)</li></ul>

*Kaynak:* (Aurangzeb, 2016; Harvey et al., 2008; Silverman et al., 2009; Wentworth et al., 2009)

#### a.Hemorajik SVO

Hemorajik inme, beyin veya çevresindeki herhangi bir yerde damar yırtılması sonucu oluşur ve kanama bölgesine göre İSH ve SAH olarak sınıflandırılır (Wentworth et al., 2009). Kanama, bağlantı yollarını keserek ve beyin dokusunda lokalize veya genel basınca neden olarak beyne zarar verir. Bunun yanı sıra kanama sırasında ve sonrasında salınan biyokimyasal maddeler de çevredeki damar ve beyin dokularını olumsuz yönde etkileyebilir (Caplan, 2016).

İnme vakalarının yaklaşık yüzde 10'luk kısmını oluşturan İSH (Markus, 2003; Wentworth et al., 2009), doğrudan beyin parankimi, ventriküller veya beyin etrafında bulunan boşluklarda damar yırtılması sonucu meydana gelen kanama ile karakterizedir (Silverman et al., 2009). Damarda meydana gelen yırtılmalar genellikle hipertansiyon, yüzeysel arterlerdeki dejeneratif bozukluklar, arteriyovenöz malformasyonlar gibi büyük intrakranial arterlerin yapısal anormallikleri (Robinson, 2006; Silverman et al., 2009), aşırı alkol kullanımı ve karaciğer fonksiyonlarındaki bozukluklar nedeniyle oluşabilir (Wentworth et al., 2009).

SAH, intrakranial bir anevrizmada oluşan yırtık sonucu beynin çevresindeki boşluklara kanın dolması ile karakterizedir ve inme vakalarının yaklaşık yüzde 3'lük kısmını oluşturur (Wentworth et al., 2009).

#### b.İskemik SVO

En yaygın görülen tip olan iskemik inme, boyunda veya beyindeki bir arterin tıkanması ile beyin dokusuna sağlanan oksijen ve besinde meydana gelen azalma sonucu meydana



gelir (Caplan, 2016; Silverman et al., 2009; Uchino et al., 2011; Wentworth et al., 2009).

Arterial oklüzyon, genel olarak kalp veya aort veya internal karotid arter gibi bir proximal arter duvarı gibi vücuttaki daha proksimal bir bölgeden beyne giden bir trombus sebebiyle gerçekleşir (Silverman et al., 2009).

1991 yılında Bamford ve arkadaşları tarafından klinik bulgular ön planda tutularak oluşturulan ve etiolojiye yer verilmeyen bir başka sınıflandırma şekli olan “Oxfordshire Community Stroke Project (OCSP)” adlı sınıflandırma iskemik enfarktüsü dört kategoriye ayırır:

1. Total anterior sirkülasyon infarktleri (TACI)
2. Parsiyel anterior sirkülasyon infarktleri (PACI)
3. Laküner infarktler (LACI)
4. Posterior sirkülasyon infarktleri (POCI)

Bu sınıflandırma klinik semptomların ve bulguların bulunduğu yerinin ve patofizyolojinin bir kombinasyonundan yola çıkarak oluşturulmuştur (Markus, 2003). Ancak yapılan çalışmalar ile klinik bulgular kadar etiolojinin de prognoz, tekrarlar ve tedavi seçimi üzerinde önemli etkisi olduğunu göstermiştir. Bu nedenle nöroradyolojik, kardiyolojik ve hematolojik testler sonucu elde edilen lezyon patolojisi, lokalizasyonu ve oluş mekanizmasının baz alındığı yeni sınıflandırmalar yapılmıştır (P.-H. Chen et al., 2012). Bu ihtiyaçlar sonucunda, 1993 yılında TOAST (Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment) klinik çalışmasında kullanılan (Adams et al., 1993; Amarenco, Bogousslavsky, Caplan, Donnan, & Hennerici, 2009) patofizyolojik sınıflandırma nöroloji için standart hale getirilmiştir (Silverman et al., 2009).

1. Geniş arter ateroskleroza (tromboz veya emboli)
2. Kardioembolizm
3. Küçük damar oklüzyonu (lakün)

4. Diğer belirlenen nedenlere bağlı iskemik inme
5. Nedeni belirlenemeyen iskemik inme

### 1.Geniş Arter Ateroskerozu

Geniş arter ateroskerozu tüm iskemik inme olayların yaklaşık yüzde 50'sini oluşturmaktadır (Adams et al., 1993). İskemik inmenin bu alt grubu aortta, ekstrakranial ve intrakranial damarlardaki aterosklerotik duruma bağlı olarak gelişir. Tromboz, arterial bozukluk olan bölgede lokal olarak gelişebildiği gibi arterin daha distal segmentini veya dalını emboli mekanizması ile tıkayabilir. Arterden artere embolizm, en sık olarak proksimal internal karotid arterde (İKA) yer alan aterosklerotik plağın orta serebral artere embolize olduğu durumlarda görülür (Silverman et al., 2009). İntermittan klodikasyon, aynı vasküler bölgedeki GİA'lar, karotis üfürümü veya azalmış nabız öyküsü klinik tanıda önemli rol oynar (Adams et al., 1993). Bilgisayarlı beyin tomografisi (BBT) ve manyetik rezonans (MR)'da bir arter alanına uyan infaktüs çapının 1.5 cm'den büyük olması ve aynı zamanda doppler ultrasonografi (USG) ve anjiyografide sorumlu intrakranial veya ekstrakranial damarda yüzde 50'den fazla stenozun tespit edilmesi ile inmenin geniş arter ateroskerozuna bağlı olduğunu söyleyebilmek mümkündür (Adams et al., 1993; Adams & Biller, 2015; Amarenco et al., 2009; Grau et al., 2001). Eğer bu tetkiklerin sonucu normal veya minimal değişiklikler gösteriyorsa geniş arter ateroskerozuna bağlı inme tanısı konamaz. Klinik bulgular arasında serebral kortikal bozukluk (afazi, ihmal, sınırlı motor tutulum vs.) veya beyin sapı ya da serebellar disfonksiyon yer alır (Adams et al., 1993).

### 2.Kardioembolizm

İskemik inmelerin yaklaşık yüzde 20'sini iskemik alt tipi olan kardioembolizm oluşturur (Markus, 2003). Atriyal fibrilasyon, kardioembolik inmenin en yaygın sebebidir. Emboliye yol açan kalp hastalıkları, "yüksek riskli" ve "orta riskli" olmak

üzere iki alt gruba ayrılmıştır. “Orta riskli” hastalıklarda başka inme nedeni bulunamazsa “olası” kardioembolik inme olarak sınıflandırılabilir. BBT’de elde edilen bulgular geniş arter aterosklerozunda elde edilen bulgular ile benzerlik göstermesiyle birlikte birden fazla vasküler alanda tespit edilen geçmiş inme veya GİA bulguları kardioembolik inmenin klinik tanısını destekleyici niteliktedir. Klinik ve görüntüleme bulguları geniş arter aterosklerozu ile benzerlik gösterdiğinden bu durum ekarte edilmelidir (Adams et al., 1993).

### 3.Küçük Damar Oklüzyonu

“Küçük göl” anlamına gelen lakün terimi, beyin parankimi içindeki küçük kavitelerin patolojik görüntüsünü tanımlamak için kullanılmıştır. Bu kaviteler, lentikülostriat veya talamoperforant arterler gibi derin perforans damarların küçük dal oklüzyonları tarafından meydana gelir (Harvey et al., 2008). BBT ve MR’da 1.5 cm veya daha küçük çaptaki infarktlar saptanması tanının konmasında yardımcı olur. Bu vakalarda emboliye sebep olabilecek potansiyel kardiyak hastalıklar veya ipsilateral arterde yüzde 50’den fazla stenoza yol açan büyük damar problemleri olmamalıdır. Genellikle hipertansiyon ve diyabet ile ilişkilidir (Adams et al., 1993; Adams & Biller, 2015; Amarenco et al., 2009; Grau et al., 2001).

### 4.Diğer belirlenen nedenlere bağlı iskemik inme

Bu kategoride, aterosklerotik olmayan vaskülopatiler ve hematolojik hastalıklar gibi nadir inme nedeni oluşturan hastalıklar yer alır. Kan testleri ve anjiyografi gibi diagnostik testler tanıda önemli rol oynar. Geniş arter aterosklerozu ve kardioembolizm ekarte edilmelidir (Adams et al., 1993; Amarenco et al., 2009; Grau et al., 2001).

## 5.Nedeni belirlenemeyen iskemik inme

Bu grup, ayrıntılı tetkiklere rağmen etiyojisi belirlenemeyen vakaların yanı sıra yapılan tetkiklerde 2 veya daha fazla potansiyel etiyojik neden bulunan vakaları içerir (Adams et al., 1993; Amarenco et al., 2009).

Geçici İskemik Atak: 24 saatten daha az süren nörolojik semptomların görüldüğü (Capildeo, Haberman, & Rose, 1978) ve kalıcı beyin hasarına neden olmayan geçici nörolojik tablodur. Klinikte GİA'lar mini-strok olarak adlandırılmasına rağmen yakın zamanda gerçekleşebilecek bir inmenin uyarısıdır (Silverman et al., 2009).

## 2.4 ANATOMİK LEZYON LOKALİZASYONU

İnme sonucu karşılaşılan bulgular tutulan arter bölgesine göre değişir (Bogousslavsky & Caplan, 2001; E. C. Johnstone, Owens, Lawrie, McIntosh, & Sharpe, 2010).

### 2.4.1 İnternal Karotis Arter (ICA) Sendromu

Beynin kanlanmasıdan sorumlu olan karotis sistemini oluşturan bu damarlarda meydana gelen tıkanmalarda MCA tutulumuna benzer semptomlar meydana gelirken Willis poligonu ve diğer kollateraller iyi çalışıyorsa semptom görünmeyebilir. Fakat bu sistemde meydana gelen tromboemboli ön veya MCA'da tıkanmaya yol açacağı için sonuç olarak bu arterler tarafından beslenen bölgelerin sorumlu olduğu klinik tablo görülebilir. Hastaların yüzde 80'inde karotis sistemde tutulum gerçekleşmektedir. En sık görülen klinik tablo GİA'lardır ve genellikle hemiparezi ve karşı tarafta geçici görme kaybı ile kendini gösterir (Bogousslavsky & Caplan, 2001; Frontera & Frontera, 2015; E. C. Johnstone et al., 2010).

## 2.4.2 Orta Serebral Arter (MCA) Sendromları

MCA, serebral arterlerin en büyüğüdür. ICA'den tek bir damar olarak çıkan MCA, sylvian fissürün medial ucunda, optik kiazmanın lateralinde ve olfaktor traktın posteriorunda yer alır.

MCA'nın üst dalı, parietal lobun ön kısmı ve frontal lobun büyük bir kısmı ile presentral ve postsentral girişlerde dahil olmak üzere geniş kortikal ve subkortikal alanı besler. Bu dal çok kısa olduğundan, çok nadir olarak enfarktüs gelişir. Bu dalın tutulumuna bağlı olarak, kontralateral hemipleji üst ekstremitede alt ekstremiteye oranla daha belirgindir ve hemihipoestezi (duysal kayıplar) görülebilir. Baş ve gözlerde lezyon tarafına deviasyon ve kontralateral homonim hemianopsi görülür. Ayrıca dominant hemisfer tutulumunda Broka (motor) afazisi, apraksi görülürken baskın olmayan hemisfer lezyonunda görsel ve uzaysal algıda problem, ihmal ve agnozi görülebilir.

MCA'nın alt dalı, parietal, oksipital ve temporal lobların lateral bölümünü besler. Bu dalın tutulumuna bağlı olarak motor veya somatosensöriyel kayıp hafif veya geçicidir. Temporal lobda görme ile ilgili alanların tutulumuna bağlı olarak MCA'nın üst dal tutulumunda görülen görme alanı bozuklukları ile karşılaşılmaktadır. Dominant hemisfer tutulumunda Wernicke afazisi, baskın olmayan hemisfer tutulumunda ise ihmal görülmektedir (Bogousslavsky & Caplan, 2001; Braddom, 2010; Frontera & Frontera, 2015; Heinsius, Bogousslavsky, & Van Melle, 1998; E. C. Johnstone et al., 2010; Lindsay, Bone, & Callander, 1991; Mohr, Choi, Grotta, Weir, & Wolf, 2004; Navarro-Orozco & Sánchez-Manso, 2018).

### **2.4.3 Ön Serebral Arter (ACA) Sendromları**

ACA, frontal ve parietal lobların medial yüzeylerinin tamamını, korpus kallosumun anteriorunun 4'te 1'ini, frontobasal serebral korteksi, anterior diensefalון ve diğer derin yapıları beslemekle görevlidir.

ACA bölgesinde lezyon görünümüne sıklıkla MCA lezyonu da eşlik etmektedir. Bu nedenle, bu damarın izole lezyonu nadirdir. İskemik olgular arasında bu lezyonun görülme sıklığı oldukça azdır.

ACA lezyonları sonucu alt ekstremitede meydana gelen motor defisit üst ekstremiteye göre daha belirgindir. Distalde güçsüzlük daha fazladır. Başlangıçta flak olan kas tonusu daha sonra spastik hale gelir. Tendon refleksleri başlangıçta azalabilir veya artabilir. Bununla birlikte, abulia, akinetik mutizm, üriner inkontinans, transkortikal afazi, anterograd amnezi, yakalama refleksi, ideomotor apraksi, emosyonel problemler, hiperaktivite ve depresyon görülebilir (Bogousslavsky & Caplan, 2001; Braddom, 2010; Frontera & Frontera, 2015; E. C. Johnstone et al., 2010; Mohr et al., 2004).

### **2.4.4 Arka Serebral Arter (PCA) Sendromları**

PCA, mezensefalון, oksipital lob, temporal lobun inferior ve mediali ve parietal lobun posterior inferior bölümlerini beslemektedir. PCA, baziler arterin terminal bifurkasyonunda çıkarak mezensefalonu çevreler ve daha sonra mezensefalוןun dorsal yüzeyine ulaştığında kortikal dallara bölünür.

PCA lezyonlar ile birlikte, kontralateral hemipleji, ataksi, homonim hemianopsi, amnezi, abulia, hemispatial ihmal, hemisensöriyel kayıp, görsel agnozi, kortikal körlük, ipsilateral üçüncü sinir felci, vertikal bakış paralizi, agrafi olmadan aleksi, agrafi ile birlikte aleksi, transkortikal afazi, baş ağrısı ve halüsinasyonlar veya yanılsama gibi birçok problem görülebilir (Bogousslavsky & Caplan, 2001; Braddom, 2010; E. C. Johnstone et al., 2010; Mohr et al., 2004).

#### **2.4.5 Vertebrobaziller Sendromlar**

Vertebrobaziler sistemde, iki vertebral arter birleşerek baziler arteri oluşturur. Daha sonra baziler arter ikiye ayrılıp sağ ve sol PCA'ı oluşturarak Willis poligonuna dahil olur (Augustine, 2008; Frontera & Frontera, 2015; Greenstein & Greenstein, 2011; Hendelman, 2005; Mohr et al., 2004; Williams et al., 2013). Baziler arterler, serebellum ve beyin sapını beslerler (Mohr et al., 2004). Beyin sapını besleyen baziler arterin diğer dalları, posterior inferior serebellar arter (PICA), anterior inferior serebellar arter (AICA) ve superior serebellar arter (SCA)'dir.

Kontralateral hemiparezi, konjuge horizontal bakış paralizisi, nistagmus, palatal miyoklonus, oküler iniş-çıkış (bobbing), çarpık (skew) deviasyon, oftalmopleji, dizartri, disfaji, baş dönmesi, bulantı, baş ağrısı, ısı ve ağrı duyusunun kaybı, vertigo, Horner sendrom, Wallenberg sendrom, Locked-in sendrom gibi problemler görülebilir (Frontera & Frontera, 2015; Mohr et al., 2004).

Sağ ve sol hemisfere bağlı gelişen problemler:

Sağ hemisfer lezyonlarına bağlı olarak hastalarda kontralateral motor ve duyuşal problemler, görsel-mekansal algı bozuklukları, vücut şeması algı bozukluğu (ihmal), apraksi, propriosepsiyon, işitme ve dokunma ile ilgili problemler görülürken, sol

hemisfer lezyonlarında kontralateral motor ve duyuşal problemler, Wernicke ve Broka afazisi, akalkuli, agrafi ve aleksi gibi problemler ile karşılaşılmaktadır (Frontera & Frontera, 2015; Gutman, 2008).

## **2.5 İNME SONRASI GÖRÜLEBİLECEK PROBLEMLER**

İnmenin gerçekleşmesinin hemen akabinde klinik bulgular oluşur ve bu bulgular beyinde etkilenen bölgeye göre değişiklik gösterir (Loureiro et al., 2003a). Motor bozukluklar, duyuşal problemler, kognitif problemler, konuşma ve dil problemleri ve emosyonel problemler en sık görülen bozukluklar arasında yer alır (Basteris et al., 2014; Norouzi-Gheidari et al., 2012; O'Dell et al., 2009; Pinter & Brainin, 2012; Silverman et al., 2009).

### **2.5.1 Motor Bozukluklar**

İnme sonrası karşılaşılan en sık problemlerden biri olan motor bozukluklar arasında hemiparezi/hemipleji, belli kaslarda zayıflık, anormal kas tonusu, anormal postural adaptasyonlar, anormal hareket sinerjileri, inkoordinasyon ve spastisite yer almaktadır (Basteris et al., 2014; Stefano Masiero et al., 2009; Stefano Masiero et al., 2014; Schaechter, 2004).

İnme sonucu meydana gelen nörolojik bozukluk, vücudun bir tarafında kısmi paraziye yol açtığından yemek yeme, yürüme ve koşma gibi günlük yaşam aktivitelerini (GYA) etkileyebilir (Burke et al., 2009; Díaz et al., 2011; Johnson, 2006; Williams et al., 2013). Vakaların yaklaşık yüzde 50-70'i bağımsızlıklarını yeniden kazanabilirken yüzde 15-30'u hala GYA için yardıma ihtiyaç duyar (O'Dell et al., 2009). Kişilerin inme sonrası yaşadıkları motor kayıplar sonucu özerkliklerini kaybetmeleri ciddi psikolojik ve emosyonel problemleri de beraberinde getirir (Williams et al., 2013).



İnme vakalarının yüzde 85'inde üst ekstremitede motor fonksiyon kaybı görülmektedir ve genellikle üst ekstremitedeki fonksiyonların geri kazanımı kötüdür (J.-C. Chen et al., 2005; Sivan, O'Connor, Makower, Levesley, & Bhakta, 2011). Buna ek olarak yapılan çalışmalarda inmeden altı ay sonra etkilenmiş kolda hala ciddi motor fonksiyon kayıplarının varlığı gözlemlenmiştir. Vakaların yarısından daha az bir kısmında üst ekstremitede fonksiyonel iyileşmesi görülür (Kwakkel, Kollen, & Krebs, 2008; Mehrholz, Hädrich, Platz, Kugler, & Pohl, 2012). İnme geçirmiş kişilerde el bileği ve el gibi distal eklemlerdeki fonksiyonel geri kazanım omuz ve dirsek gibi daha proksimal eklemlerin fonksiyonel iyileşmesine oranla daha sınırlıdır (Ho et al., 2011; Peter S Lum, Godfrey, Brokaw, Holley, & Nichols, 2012).

## **2.6 İNME REHABİLİTASYONU**

İnme geçirmiş kişilerde yaygın olarak birçok motor fonksiyon kaybı görülmektedir. İnme sonrası bazı fonksiyonlardaki iyileşme spontan olarak gerçekleşir. Bu iyileşmenin derecesi ise değişkenlik göstermektedir (Schaechter, 2004). Hastanın ihtiyaçlarına göre şekillenmiş tıbbi ve fonksiyonel çok aşamalı bir tedavi olan inme rehabilitasyon programları, meydana gelen nörolojik problemlerin şiddetini temel alarak fonksiyonel iyileşme üzerinde maksimum etki elde etme ve kişinin toplumda tekrar yaşamını sürdürmesi amacını güder (Frontera & Frontera, 2015; Massucci et al., 2006). Yapılan çalışmalar sonucunda, inme sonrası yapılan rehabilitasyonun motor iyileşmeyi arttırdığına dair kanıtlar elde edilmiştir (Aisen, Krebs, Hogan, McDowell, & Volpe, 1997; Miltner, Bauder, Sommer, Dettmers, & Taub, 1999; Teixeira-Salmela, Olney, Nadeau, & Brouwer, 1999).

## 2.6.1 İnce Rehabilitasyonunu Etkileyen Prognostik Faktörler

İnce sonrası kişinin hayatta kalma olasılığı, beklenen iyileşme derecesi ve rehabilitasyon sonrası olası kalıcı motor ve duyuşal disfonksiyonlar prognoz için önemlidir. Rehabilitasyon potansiyeli ve prognozu etkileyen faktörler şunlardır (Frontera & Frontera, 2015):

- a. Yaş
- b. GİA geçmişi
- c. Motor bozukluğun şiddeti
- d. Lezyon tipi (İskemik, hemorajik)
- e. Lezyon bölgesi (sağ/sol hemisfer, beyin sapı, serebellum)
- f. Komorbiditeler
- g. Kognitif bozukluklar
- h. Global afazi
- i. İhmal
- j. İnmeden sonraki koma süresi
- k. Duyu kusuru
- l. Hipotoni
- m. Lokalize ağrı (eklemlerde)
- n. Üriner inkontinans
- o. Disfaji
- p. Denge bozukluğu
- q. Hemianopsi
- r. Görsel-uzaysal defisit
- s. Aile desteği
- t. Sosyoekonomik düzey
- u. Erken başlangıçlı ve yoğun rehabilitasyon (Barer, 1990; Frontera & Frontera, 2015; Henley, Pettit, Todd-Pokropek, & Tupper, 1985; Jongbloed, 1986; Stefano Masiero, Avesani, Armani, & Ermani, 2007; Massucci et al., 2006; Meijer et al., 2003; Paolucci et al., 1996; Paolucci et al., 1998; Stig Jørgense et al., 2000; Stone, Patel, & Greenwood, 1993; Thommessen, Bautz-Holter, &

Laake, 1999; Wade & Hewer, 1987; Ween, Alexander, D'Esposito, & Roberts, 1996a, 1996b)

## 2.6.2 Komorbid Hastalıklar ve Sekonder Komplikeasyonlar

İnme sonrası iyileşme sürecinde hastaların büyük bir kısmında eşlik eden tıbbi komplikeasyonlara rastlanılmıştır. Gelişen komplikeasyonlar, rehabilitasyon ile elde edilmek istenen iyileşme derecesini ve rehabilitasyon sürecini oldukça etkiler. Doğru bir şekilde analiz edilip belirlenen komorbid hastalıklar ve komplikeasyonlar için alınacak önlemler ve uygulanacak tedaviler rehabilitasyon sürecini olumlu yönde etkiler. İnme sonrası sık görülen medikal komorbiditeler ve komplikeasyonlar Tablo 2.3'te gösterilmiştir (Frontera & Frontera, 2015).

**Tablo 2.3: İnme sonrası sık görülen medikal komorbiditeler ve komplikeasyonlar**

Hipertansiyon	Pnömoni	Kompleks bölgesel ağrı sendromu
Ortostatik hipotansiyon	Solunum sistemi bozukluğu	Spastisite
Anjina	İdrar yolu enfeksiyonları	Kontraktür
Atriyal fibrilasyon	Mesane disfonksiyonları	Seksüel disfonksiyon
Kardiyak aritmiler	Bağırsak disfonksiyonları	Depresyon
Miyokard enfarktüsü	Dehidratasyon	Nöbet
Konjestik kalp yetmezliği	Malnütrisyon	Duygusal değişiklikler
Diabetes mellitus	Disfaji	Yorgunluk
Reküren inme	Glenohomerale subluksasyon	Uyku bozukluğu
Venöz tromboemboli	Düşme ve sakatlanmalar	Dekübit ülser

*Kaynak:* (Frontera & Frontera, 2015)

## 2.7 İNME SONRASI İYİLEŞME MEKANİZMALARI

İnme sonrası beyinde meydana gelen iskemik penumbranın değişmesi, serebral ödemin azalması ve komorbiditelerin tedavi edilmesi sonucu nörolojik iyileşme birkaç gün içinde başlamaktadır. Buna ek olarak hastaya özgü hazırlanan rehabilitasyon programı aracılığıyla nörolojik ve fonksiyonel kazanımların elde edilmesi inme sonrası ilk 3 aylık dönemde oldukça hızlıdır. Devam eden 6-12 aylık süreçte iyileşme hızında azalma meydana gelmektedir ve az bir kısmı fonksiyonel kazanım olmakla birlikte elde edilen kazanımlar inme sonrası 1-2 yıl sonra da devam etmektedir. İnme sonrası meydana gelen iyileşme nörolojik ve fonksiyonel iyileşme mekanizmaları olmak üzere iki farklı mekanizma aracılığıyla gerçekleşmektedir (Hankey, 2009).

### 2.7.1 Nörolojik İyileşme

Fonksiyonel iyileşmenin altında yatan önemli bir mekanizma olan nörolojik iyileşme inme sonrası ilk aylarda oldukça hızlıdır (Hankey, 2009).

Fonksiyonel iyileşme içinde temel olan nörolojik yapısal olaylar şunlardır (Naritomi & Krieger, 2013):

1.Nöroblast Migrasyonu: Yapılan çalışmalar inme sonrası nörogenizin meydana geldiği ile ilgili birçok kanıt sunmaktadır (S.-R. Lee et al., 2006; Ohab, Fleming, Blesch, & Carmichael, 2006; Thored et al., 2007; Yan et al., 2007; Zhang et al., 2004). Subventriküler zonda üretilen nöroblastlar burdan ayrılarak iskemik penumbra alanına gelir. Beyinde yer değiştiren bu nöroblastlar etkilenmiş nöron veya glia hücrelerinin yerini alarak reorganizasyona katkıda bulunurlar.

2.Anjiogenez: Damar tıkanıklığı sonucu meydana gelen sinir hücresi ölümleri iskemik inme için önemli bir patofizyolojidir. Yeni damar oluşumları doku beslenmesine yardımcı olarak reorganizasyon sürecine de yardımcı olur. Proanjiogenetik faktörler hasarlı dokulardaki nöral ve glial hücrelerin canlılığını devam ettirmeyi sağlar ve bu sayede hafif nörolojik defisit ile ilişkilidir. Buna karşın anti-anjiogenez durumunun varlığı daha kötü fonksiyonel sonuçlara yol açar. Bu nedenle anjiogenez iskemik beyin hasarında oldukça önemli bir göreve sahiptir.

3.Aksonal Filizlenme ve Rejenerasyon: Nörolojik iyileşmede önemli bir rolü olan aksonal filizlenme ve rejenerasyon, büyümeyi aktive edici durum ile büyümeyi inhibe edici ortamın redüksiyonu arasındaki denge ile sağlanır. Hasarlı korteks bölgelerinde yeni bağlantılar oluşumunu sağlar ve kortikal duyuusal veya motor haritalarını değiştirebilmektedir. Aksonal filizlenme süreciyle ilişkili olan Nogo-A proteini nörit büyümesini inhibe ederek plastisiteyi sınırlamaktadır. Buna karşın, Anti-Nogo-A antikoru aksonal filizlenmeyi arttırarak kortikospinal sistemin yeniden düzenlenmesine katkıda bulunur (Naritomi & Krieger, 2013).

### **2.7.2 Nöroplastisite**

“Sinir sisteminin yapısını, fonksiyonunu ve bağlantılarını yeniden düzenleyerek intrinsik veya ekstrinsik uyaranlara cevap verme yeteneği” olarak tanımlanmaktadır. Bunun yanı sıra moleküllerden hücresel sistemlere kadar birçok düzeyde tanımlanabildiği gibi gelişim sürecinde, çevreye yanıt, öğrenmeye destek, hastalığa cevap ve tedaviyle ilişkili olarak ortaya çıkabilir. Beynin deneyimlemeye dayanarak kendini değiştirme ve yeniden biçimlendirme yeteneğinin, anıları tutma, hareket gibi işlevleri geliştirmenin ve günlük hayattaki görevleri yerine getirme kapasitesinin temelini oluşturmaktadır. Bizimde hayattan tecrübe ettiğimiz gibi, yeni bilgi ve beceriler öğrenim ve tecrübeler yoluyla kazanılır. Bir durum/olay ve beceriyi öğrenmek ve ya ezberlemek, beyinde yeni bilgiyi temsil eden alanlarda kalıcı fonksiyonel değişiklikler

gerektirir. Beynin yeni deneyimlere ve öğrenmeye dayanarak yaşam boyu kendini değiştirme yeteneği nöroplastisite olarak adlandırılır.

Bir fonksiyonun kazanımındaki rolü göz önüne alındığında uyumlu olarak görülebileceğinin yanı sıra fonksiyon kaybı gibi olumsuz sonuçlardaki rolü ile uyumsuz olarak değerlendirilebileceğinden plastisitenin değerinin farkında olunmalıdır. Plastisitenin uyumsuz olarak değerlendirilebileceği durumlara örnek olarak kronik ağrı, aşırı duyarlılık ve değişmiş vücut hisleri verilebilirken, etkilenmiş ekstremitedeki fonksiyonların geri kazanımının eğitimi uyumlu plastisiteye örnek olabilir (Carey, 2012).

Yapılan çalışmalar, inme sonrası iyileşme ile nöral plastik değişimlerin ilişkili olduğunu göstermektedir (Dimyan & Cohen, 2011; Forrester, Wheaton, & Luft, 2008; Mang, Campbell, Ross, & Boyd, 2013; Selzer, Clarke, Cohen, Duncan, & Gage, 2006). Deneyim, bu sinirsel plastik değişimlerde önemli rol oynamaktadır (Randolph J Nudo, Wise, SiFuentes, & Milliken, 1996). Deneyimin niteliği ve beceri kazanmaya karşı tekrarlanan performans üzerine odaklanıp odaklanmadığı önemlidir. Yapılan bazı çalışmalarda motor aktivitenin tekrarlanmasını motor becerilerin kazanılmasından ayıran iki davranışsal görev kullanılmıştır. Kolay görev esnasında yapılan tekrarlı motor aktivite beyindeki hareket temsil yerlerinde plastik bir değişiklik üretmezken, zor görevlerdeki beceri kazanımları ile beyinde sinirsel plastik değişimler ortaya çıkmıştır. Devam eden 3 aylık eğitim süreci sonunda, beyindeki hareket alanlarında zor becerilere dayalı eğitim verilen grupta daha fazla değişiklikler gözlemlenmiştir. Bu çalışmalar ile nöral plastisitenin aktiviteye bağlı değil öğrenmeye bağlı olduğu sonucuna varılmıştır (Plautz, Milliken, & Nudo, 2000).

Literatürde “kullanıma bağlı” ve “öğrenmeye bağlı” olmak üzere iki plastisite durumu tanımlanmıştır. Deneyime bağlı plastisite olarak da bilinen kullanıma bağlı plastisite, motor egzersiz çalışmasının bir sonucu olarak elde edilen motor fonksiyonları temsil eden kortikal bölgelerin yeniden düzenlenmesi anlamına gelir (Classen, Liepert, Wise,

Hallett, & Cohen, 1998; Randoff J Nudo, Milliken, Jenkins, & Merzenich, 1996). Kullanıma bağılı plastisite görme ve dil gibi diğere fonksiyonlarla da ilişkili olarak tanımlanabilir. Sıklıkla göreve özgü eğitimi de içeren öğrenmeye bağılı plastisite, becerinin geliştirilmesinin ilave ögesini kapsar (Plautz et al., 2000).

Plastisitenin her iki türü de inme sonrası iyileşme için oldukça önemlidir. Bu nedenle rehabilitasyon, plastisiteyi hızlandırmak için ve hastalarda anlamlı sonuçlar elde etmek için sinirsel plastik değışiklikleri şekillendirebilecek bir araç olarak nitelendirilebilir (Carey, 2012).

Bazı özel girişimlerin, inme sonrası bireylerde nöral plastisiteyi hızlandırdığı ve motor iyileşmeyi arttırdığı gözlemlenmektedir (Cauraugh & Summers, 2005; Janis J Daly & Ruff, 2007; Dietrichs, 2007; Schaechter, 2004).

### **2.7.3 Fonksiyonel İyileşme**

Fonksiyonel iyileşme, hastaların günlük yaşam aktivitelerindeki kazanımların artmasıdır. Sadece kas kuvvetinde sağlanan artış fonksiyonel iyileşme olarak algılanmamalıdır (K. B. Lee et al., 2015). Duyusal defisit, iletişim bozuklukları ve kognitif problemler fonksiyonel iyileşme üzerinde negatif etki oluşturabilir (Barrett & Meschia, 2013; Diamond, Felsenthal, Macciocchi, Butler, & Lally-Cassady, 1996; Heruti et al., 2002; Leśniak, Bak, Czepiel, Seniów, & Członkowska, 2008; Zinn et al., 2004).

Nörolojik iyileşme hızı ilk 1-3 aylık dönemde hızlı iken devam eden birkaç aylık süreçte ise iyileşme hızı azalmaktadır (K. B. Lee et al., 2015; Pantano et al., 1996; Rodgers et al., 2003). Buna karşın fonksiyonel iyileşme ise uygulanan rehabilitasyon programları ile devam ettirilebilmektedir. İyileşme sürecinde alt ekstremitedeki

fonksiyonel prognoz üst ekstremiteye oranla daha iyidir (J.-C. Chen et al., 2005; Cirstea & Levin, 2000; K. B. Lee et al., 2015; Nelles et al., 2001).

İnme sonrası ilk 6 aylık dönemde kazanımlar hızlı iken devam eden 1-2 yılda iyileşme hızı platoya ulaşsa da yine de devam etmektedir (Muellbacher et al., 2002). Bu dönemde hastaya uygulanan rehabilitasyon yöntemleri kortikal reorganizasyonun oluşması bakımından oldukça önemlidir (Li, 2017; Schaechter, 2004; Stein et al., 2004).

## **2.8 İNME SONRASI ÜST EKSTREMİTE REHABİLİTASYONU**

### **2.8.1 Geleneksel Rehabilitasyon Yaklaşımları**

1940'lı ve 1960'lı yıllarda çocuklardaki motor gelişim çalışmalarına ve 1900'lerde sinir sistemi fizyolojisi üzerine yapılan çalışmalara öncülük eden fizyoterapistler, merkezi sinir sistemi (MSS) lezyonu olan hastalarla yeni çalışma yöntemleri geliştirmişlerdir. "Nörofasilitasyon" olarak adlandırılan terapötik yaklaşımlar şu tekniklerden oluşmaktadır (Barnes et al., 2005):

- a. Bobath Yaklaşımı (Bobath, 1990)
- b. Nörogelişimsel Tedavi (Neuro-developmental treatment-NDT) (Davies & Klein-Vogelbach, 1990)
- c. Brunnstrom Yaklaşımı (Brunnström, 1970)
- d. Proprioseptif Nöromusküler Fasilitasyon (Proprioceptive neuromuscular facilitation-PNF) Teknikleri (Voss, Ionta, & Myers, 1985)
- e. Rood Yaklaşımı (Rood, 1954)
- f. Johnstone Tedavi Yaklaşımı (M. Johnstone, 1995)
- g. Motor Yeniden Öğrenme Programı (Motor relearning programme-MLP) (Carr & Shepherd, 1987)



Temel geleneksel tedavilerin yanı sıra rehabilitasyon programını destekleyici birçok tedavide inme rehabilitasyonunda kullanılmaktadır. Bu destekleyici tedaviler şunlardan oluşmaktadır:

- a. Robot yardımcı tedavi (Carey, 2012)
- b. İnvazif olmayan uyarım teknikleri (Transcranial magnetic brain stimulation-TMS and transcranial direct current stimulation-tDCS) (Carey, 2012; Uy, Ridding, Hillier, Thompson, & Miles, 2003)
- c. Kısıtlayıcı zorunlu hareket tedavisi (Contraindicated movement therapy-CIMT) (Carey, 2012; Kunkel et al., 1999; Miltner et al., 1999; R. Nudo, 2003)
- d. Yeni geliştirilen tedavi yaklaşımları (akupunktur ve müzik terapi gibi)
- e. Sanal gerçeklik eğitimi (Virtual reality training-VR) (Holden, Todorov, Callahan, & Bizzi, 1999; Merians et al., 2002)

## **2.8.2 Robotik Rehabilitasyon**

Günümüzde inme sonrası hastaya uygun rehabilitasyon programında çeşitli nörofizyolojik yaklaşımlar ve egzersiz stratejilerinin yanı sıra robot yardımcı tedavi de yenilikçi bir yaklaşım olarak kendine bir yer edinmektedir. Teknolojideki gelişmeler ile sağlık alanında da birçok yenilikçi girişim kendini göstermeye başlamıştır. Nörolojik yaralanmalar sonucu meydana gelen motor bozukluklardaki iyileşmeyi arttırılma hedefi rehabilitasyonda kullanılacak robotik cihazların geliştirilmesi ihtiyacını ortaya koymuştur (Stefano Masiero, Celia, et al., 2007).

Robotlar, iyi kontrollü fiziksel hareketin ve kuvvetin gerekli olduğu uygulama alanları için çok uygundur. Bu nedenle robotlar azalmış fonksiyonel becerilerin geri kazanımında önemli bir rol oynar (Sai K Banala et al., 2009).

Robotik rehabilitasyon, etkilenmiş ekstremitenin pasif veya aktif-assistif harekete yardımcı olan bir cihazın kullanılmasını içeren destekleyici tedavi programıdır. Cihazlar

kullanım amaçları ve bölgelere göre farklı şekilde tasarlanmıştır. Örneğin; bir cihaz el bileği fleksiyon-ekstansiyon hareketi için tek bir ekleme göre tasarlanırken başka bir cihaz yürümek gibi birçok eklem hareketinin gerektiği günlük yaşam aktivitelerinin simülasyonunu yapacak şekilde tasarlanmıştır.

Hem üst ekstremitte hem de alt ekstremitte tedavisinde kullanılması için tasarlanmış birçok rehabilitasyon robotu vardır. Üst ekstremitte için üretilen robotlar daha çok omuz ve dirsek eklem hareketleri için tasarlanırken, el bileği ve parmak hareketine uygun robotik cihazların üretimi daha azdır. Alt ekstremitte için etkilenmiş bacadaki hareketlere yardım eden ve yürüme eğitimi veren eksoskeleton robotlar üretilmiştir (Carey, 2012).

Rehabilitasyonda kullanılan robotik cihazların birçok avantajı bulunmaktadır:

1. Klinik uygulayıcı üzerindeki fiziksel yükü azaltır (Peter S. Lum et al., 2002).
2. Çeşitli algılayıcılar (sensörler) ile ölçülen etkileşim kuvvetleri ve dönme momentleri (torklar) motor geri kazanımın seviyesini nicel olarak değerlendirir (Sai K Banala et al., 2009; Dipietro et al., 2005).
3. Terapistin, hastaya kendi performansı ile ilgili çeşitli geri bildirimler yapmasına olanak sağlar (Harvey et al., 2008).
4. Uygulanan kontrollü tekrarlı tedavinin makul bir maliyetle sağlanmasında yardımcı olur (Sai K Banala et al., 2009).
5. Sağlanan doğru ölçüm ve kontrol sayesinde iyileşme sürecini ve bu sürecin nasıl hızlandırılabileceğini anlamaya olanak sağlar (Barnes et al., 2005).
6. Özgün egzersiz çeşitleri sağlar (Ang et al., 2009).
7. Fizyoterapistin göre aynı zamanda daha fazla tekrarlı egzersiz yapabilir (Di Pino et al., 2014; Frisoli et al., 2012).
8. Tedavi yoğunluğunu arttırmak için tekrar sayısını arttırabilir ve hareketin kalitesini kontrol eder.

9. Yapılan hareket tekrarları minimal terapist gözlemi ile veya bağımsız bir şekilde tamamlanabilir.
10. Robot tarafından sağlanan yardımın düzeyi kademeli olarak azaltılarak zorluk derecesi arttırılabilir. Böylece tedavinin gelişimi sağlanabilir (Carey, 2012).
11. Yoğunluk ve kademeli egzersiz modeliyle motor öğrenmeyi sağlar (Carey, 2012; H. I. Krebs, Hogan, Aisen, & Volpe, 1998).

Günümüzde robot teknolojisi endüstride birçok alanda kendini gösterirken, sağlık alanında da yerini almıştır. Eksoskeleton olarak adlandırılan robot türleri rehabilitasyonda egzersize yardımcı cihazlardır (Kommu & Sciyo.com, 2007). Eksoskeleton robotlarının etkinliğinin araştırıldığı birçok çalışma literatürde yerini almıştır (Kazuo Kiguchi, 2007; K. Kiguchi, Imada, & Liyanage, 2007; Lenzi, Rossi, Vitiello, & Carrozza, 2012; Lo & Xie, 2012; Nef et al., 2007; Stein, Narendran, McBean, Krebs, & Hughes, 2007; Susanto, Tong, & Ho, 2015; Y. Yun et al., 2017; Youngmok Yun et al., 2017).

Robotik sistemlerin kontrolünde EMG sıklıkla kullanılmaktadır. EMG ile elde edilen sinyaller bireyin kas aktivasyonunu doğrudan yansıtır. Hastadan istenen hareket doğrultusunda ilgili kasın EMG sinyali oluşur. Oluşan bu sinyalin miktarı kasın aktivite seviyesi ile doğru orantılıdır. Bu mekanizmanın inme gibi motor fonksiyon kaybı yüksek hasta grubunda kullanılması rehabilitasyonda hastanın katılımı ve tedavinin etkinliği açısından oldukça önemlidir. Bu tür bir sistem kullanım açısından bazı güç durumları da içerisinde barındırmaktadır:

1. Aynı kişide aynı hareketle aynı sinyalleri elde etmek oldukça güçtür.
2. Her kasın aktivite seviyesi ve belli bir hareket için her bir kasın kullanım şekli bireyler arasında farklılık gösterir.
3. Bir eklem hareketinde birçok kasın görev aldığı düşünülürse gerçek zamanlı hareket tahmini oldukça zordur.
4. Bir kas sadece bir hareketle ilişkili değildir ve başka hareketlerde de görev alır.
5. Bir kasın belirli bir hareket için üstlendiği görev eklem açalarına göre değişir.

6. İki eklem kateden kasların aktivite seviyesi diğer eklemin hareketinden etkilenir (Kommu & Sciyo.com, 2007).

### **2.8.2.1 Alt ekstremitte rehabilitasyonu için eksoskeleton robotlar**

Bireylerin alt ekstremitte eklem problemlerinin ortaya çıkmasına ve yürüyüş paternini etkileyip atipik yürüyüş paterni oluşmasına yol açabilecek nörolojik, ortopedik veya travmatik kaynaklı birçok neden vardır. Çeşitli nedenlerden kaynaklı alt ekstremitte motor fonksiyon bozukluğu olan kişilerin rehabilitasyon tedavisinin en önemli amaçlarından biri mobilitayı sağlamaktır. Bu amaç doğrultusunda rehabilitasyonda kullanılacak birçok alt ekstremitte eksoskeleton robotu geliştirilmiştir (Kommu & Sciyo.com, 2007). REHABOT (Tejima, 2001), Gait Trainer (GT1) (Johnson, 2006), GAIT (Kommu & Sciyo.com, 2007), Pelvic Assist Manipulator (PAM), Lokomat (G. Chen, Chan, Guo, & Yu, 2013b), Haptic walker (Poli, Morone, Rosati, & Masiero, 2013), Lower Extremity Powered Exoskeleton (LOPES) (J. F. Veneman, 2007), Active Leg Exoskeleton (ALEX) (Sai K Banala et al., 2009) ve Anklebot (Macko, 2011) rehabilitasyonda kullanılan alt ekstremitte robotlarından bazılarıdır.

**Tablo 2.4: Alt ekstremite robotları**

Cihaz İsmi	Üretici Firma	Tipi	Serbestlik Derecesi	Uygulama Bölgesi	Sağlanan Hareket	Özellikler
<b>Locomat</b>	Hocoma	EXO	7	Pelvis Kalça Diz		Koşu bandında yürüme hareketlerine yardımcı olan bir yürüyüş ortezidir. Postüral kontrol, koordinasyon, adım atma ve yürüme için kolaylaştırılmış bir ortam sağlamasına rağmen kişilerin egzersiz yapabilmesi için kuvvet, vücut ağırlığı desteği ve hız ayarlanabilir ve tedavi boyunca kademeli olarak atırılabilir.
<b>GT</b>	Reha-Stim	End-effector	7	Kalça Diz Ayak bileği		Yürüme sırasındaki iki fazı simüle ederek yürüme hareketini sağlar. Hastanın durumuna göre kısmen veya tamamen alt ekstremite hareketlerine yardımcı olur. İki planda da kütle merkezinin kontrolünü sağlar.
<b>BLEEX</b>	Kaliforniya Üniversitesi	EXO	7	Kalça Diz Ayak bileği	Fleksiyon/ekstansiyon Abdüksiyon/addüksiyon Fleksiyon/ekstansiyon Plantar/dorsi fleksiyon İnversiyon/eversiyon	Tasarımı dolayısıyla sırt çantası benzeri parça sayesinde kullanıcı her türlü arazide minimal eforla birçok yük taşıma imkanı sağlar. Taşıman yük kullanıcıya değil, zemine aktarılmaktadır. Diğer dış iskeletlerden ayırıcı özelliği ise kendi güç kaynağını taşımasıdır.
<b>Haptic Walker</b>	-	End-effector				Hastalara tekrarlı merdiven çıkma ve inme eğitimini güvenli bir ortamda sağlamaktadır.
<b>LOPES</b>	Twente Üniversitesi	EXO	3	Kalça Diz	Fleksiyon/ekstansiyon Abdüksiyon/addüksiyon Fleksiyon/ekstansiyon	Yürürken yardımcı empedans kontrolü sağlar.
<b>ALEX</b>	Delaware Üniversitesi	EXO	7	Kalça Diz Ayak bileği	Fleksiyon/ekstansiyon Abdüksiyon/addüksiyon Fleksiyon/ekstansiyon Plantar/dorsi fleksiyon	Yürüme eğitimi rehabilitasyonunda kullanılmaktadır.

*Kaynak:* (S. K. Banala, Agrawal, & Scholz, 2007; G. Chen, Chan, Guo, & Yu, 2013a; Chu, Kazerooni, & Zoss, 2005; S. Hesse & Uhlenbrock, 2000; Stefan Hesse, Waldner, & Tomelleri, 2010; Husemann, Muller, Krewer, Heller, & Koenig, 2007; Kazerooni & Steger, 2006; Kooij, Veneman, & Ekkelenkamp, 2006; J.F. Veneman, Ekkelenkamp, Kruidhof, van der Helm, & van der Kooij, 2006; J. F. Veneman et al., 2007; Viteckova, Kutilek, & Jirina, 2013; Zoss, Kazerooni, & Chu, 2006)

### 2.8.2.2 Üst ekstremite rehabilitasyonu için eksoskeleton robotlar

İnsan beyni, inme sonucu etkilenmiş alanların yeniden düzenlenmesini sağlayan plastisite gibi bir özelliğe sahiptir. İnme sonrası hastaların maruz kaldığı motor fonksiyon bozukluklarının iyileşmesi açısından rehabilitasyon çok önemlidir. Rehabilitasyon programına dahil edilen robotik cihazlar yeni egzersiz türlerini ile motor iyileşmeyi mümkün kılar.

Üst ekstremite hareketleri günlük yaşam aktiviteleri için oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Bu nedenle inme sonrası üst ekstremite fonksiyonlarının geri kazanımı rehabilitasyondaki temel amaçlardan biridir (Kommu & Sciyo.com, 2007). Bu amaç doğrultusunda motor fonksiyon kazanımını ve yaşam kalitesinde iyileşmeyi sağlamak için inme sonrası üst ekstremite rehabilitasyonunda birçok robotik cihaz kullanılmıştır. Yapılan çalışmalar, robotik cihazların motor geri kazanımında oldukça etkili olduğunu göstermektedir (Mihelj, Nef, & Riener, 2006; Tobias Nef, Matjaz Mihelj, Gery Colombo, & Robert Riener, 2006; G. B. Prange, Jannink, Groothuis-Oudshoorn, Hermens, & Ijzerman, 2006; Riener, Nef, & Colombo, 2005).

Üst ekstremite rehabilitasyonunda kullanılan robotlar pasif, aktif ve haptik (interaktif) olmak üzere farklı sistem türlerine sahiptir. Pasif sisteme sahip robotlarda kullanılan aktüatör sayesinde hareket tamamen robot tarafından üretilir. Aktif sistemli cihazlarda kullanılan aktüatörler ile hastanın aktif hareket üretmesi sağlanır. Haptik sisteme sahip cihazlar ise kullanıcı ile cihazın etkileşimini sağlayabilen sensörlere sahiptir. Bu cihazlar, kullanılan aktüatör türüne bağlı olarak pasif veya aktif hareket sağlayabilme özelliğine sahiptir (Maciejasz, Eschweiler, Gerlach-Hahn, Jansen-Troy, & Leonhardt, 2014).

**Tablo 2.5: Üst ekstremite robotları**

Cihaz İsmi	Üretici Firma	Serbestlik Derecesi	Uygulama Bölgesi	Sağlanan Hareket	Özellikler
ARMin		7	Omuz Dirsek El bileği El	Abdüksiyon/addüksiyon Fleksiyon/ekstansiyon İnternal rot./eksternal rot. Fleksiyon/ekstansiyon Supinasyon/pronasyon Fleksiyon/ekstansiyon Fleksiyon/ekstansiyon Açma/kapama	
RehabRoby	Yeditepe Üniversitesi		Omuz Dirsek		Fizyoterapisin egzersize karar vermesine, hareketi planlamasına ve hastaların egzersizlerini istenilen doğrultuda yapmaları için destekler.
HWARD	Kaliforniya Üniversitesi	3	El bileği Dört parmak MKF Başparmak MKF	Fleksiyon/ekstansiyon Fleksiyon/ekstansiyon Fleksiyon/ekstansiyon	Terapi sırasında eşzamanlı olarak gerçek nesnelere kullanırken elde kavrama ve bırakma hareketlerinin yeniden eğitimi sağlanır. Nesnelere kavranması ile taktil duyası eğitimi entegre edilir. Kavrama hareketini el bileği ekstansiyon hareketi ile, bırakma hareketini el bileği fleksiyonu ile kombine ederek harekete yardım sağlar.
Hand Mentor	Colombia Scientific LLC	1			El bileği ve ele kontrollü bir direnç sağlar. Aynı zamanda el hareketleri esnasında görüntüleme sensörleri ve kuvveti ölçen kuvvet sensörleri vardır.
PneuGlove					Kavrama ve bırakma gibi el hareketlerinin eğitimini sağlamak için parmak ekstansiyonuna destek sağlayan hava basıncını kullanır.
MIT-Manus hand modüle	The Massachusetts Institute of Technology (MIT)	3	El bileği	Fleksiyon/ekstansiyon Abdüksiyon/addüksiyon Supinasyon/pronasyon	El bileği eklemi için CPM, kuvvet, duyu ve sensör motor eğitimi sağlar.
SUEFUL-6			Ön kol El bileği	Supinasyon/pronasyon Fleksiyon/ekstansiyon Ulnar/radial deviasyon	Cihaz, günlük aktivitelerle uyumlu hareketler üretmek için ön kol ve el bileği hareketlerine yardımcı olur.
Hand of Hope (HOH)	Rehab-robotics	2	Parmaklar MKF-PİF	Fleksiyon/ekstansiyon	Yüzeysel EMG sensörleri ile rezidüel kas gücünü ölçerek egzersiz yapılmasına olanak sağlar.

*Kaynak:* (Caldwell, Medrano-Cerda, & Goodwin, 1994; Connelly et al., 2010; Gopura & Kiguchi, 2007; X. Hu et al., 2013; X. L. Hu et al., 2013; Koeneman et al., 2004; Hermano Igo Krebs et al., 2007; Nef, Guidali, & Riener, 2009; T. Nef, M. Mihelj, G. Colombo, & R. Riener, 2006; Fatih Ozkul & Barkana, 2013; F. Ozkul, Erol Barkana, Badilli Demirbas, & Inal, 2012; Susanto, Tong, Ockenfeld, et al., 2015; Takahashi, Der-Yeghiaian, Le, & Cramer, 2005b; Takahashi, Der-Yeghiaian, Le, Motiwala, & Cramer, 2007; K. Y. Tong et al., 2010)





### 3. MATERYAL VE METOD

#### 3.1 KATILIMCILAR

Çalışmaya Mart 2018 – Mayıs 2019 tarihleri arasında İstanbul Aydın Üniversitesi Medicalpark Florya Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Ünitesi'nde tedavi gören, iskemik inme tanısı almış akut dönemde olan ve çalışma kriterlerine uyan 20 hasta dahil edildi.

Hastalar, kapalı zarf yöntemi ile deney ve kontrol olmak üzere iki gruba ayrıldı. Deney grubuna nörofizyolojik ve robotik rehabilitasyon, kontrol grubuna ise sadece nörofizyolojik rehabilitasyon programı uygulanmıştır. Kontrol grubu 9, deney grubu 11 hastadan oluşmuştur.

Çalışma tek kör, randomize kontrollü çalışma olarak planlandı.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

1. İlk defa inme geçirmiş olma,
2. 18 yaş ve üzeri olma,
3. İskemik tip inme olma,
4. İnme süresinin 4 haftayı geçmemiş olması,
5. Robotla çalışma süresince (hazırlık süresiyle birlikte maksimum 1 saat) oturma dengesini sağlayabilme,
6. Basit komutları anlayabilme ve yerine getirebilme,
7. Metakarpofalangeal (MKF), proksimal interfalangeal (PİF) ve distal interfalangeal (DİF) eklemlerde tam eklem hareket açıklığına sahip olma,
8. Parmak fleksör ve ekstansör kaslarında spastisitesi MAS'na göre < 3 olma,

9. Kas kuvvetinin 1+ ile 4 arasında olması
10. Çalışmaya katılmayı kabul etme.

Çalışmadan dışlama kriterleri:

1. Üst ekstremitte fonksiyonları etkileyebilecek başka nörolojik veya ortopedik problemin olması,
2. Hemispatial ihmal olması (Çizgi bölme testi ve yıldız silme testlerinin sonuçlarına göre ihmalin olması).

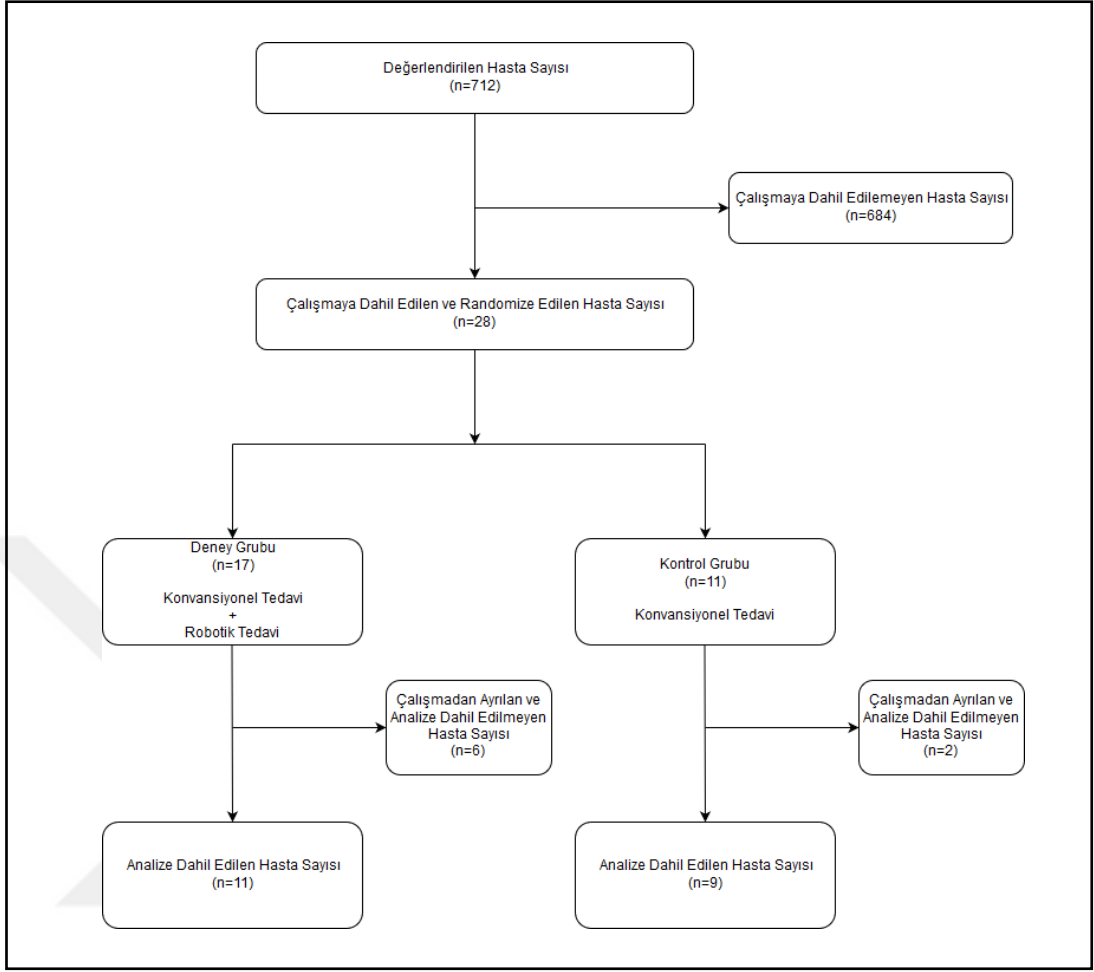
Çalışma öncesinde tüm hastalar, çalışmanın içeriği, amacı ve uygulanışı konusunda bilgilendirildi ve bilgilendirilmiş onam formu imzalatıldı (Bkz. EK 1).

Çalışma, Bahçeşehir Üniversitesi Rektörlüğü Klinik Çalışmalar Etik kurulu tarafından 06.04.2018 ve 22481095-020-636 sayılı kararı ile tıbbi etik açıdan uygun bulunmuştur (Bkz. EK 2).

### **3.2 METOD**

Çalışma süresince 712 hasta değerlendirildi ve bu hastalardan dahil edilme kriterlerine uyan 20 hasta çalışmaya dahil edildi.

**Şekil 3.1: Hasta akış diagramı**

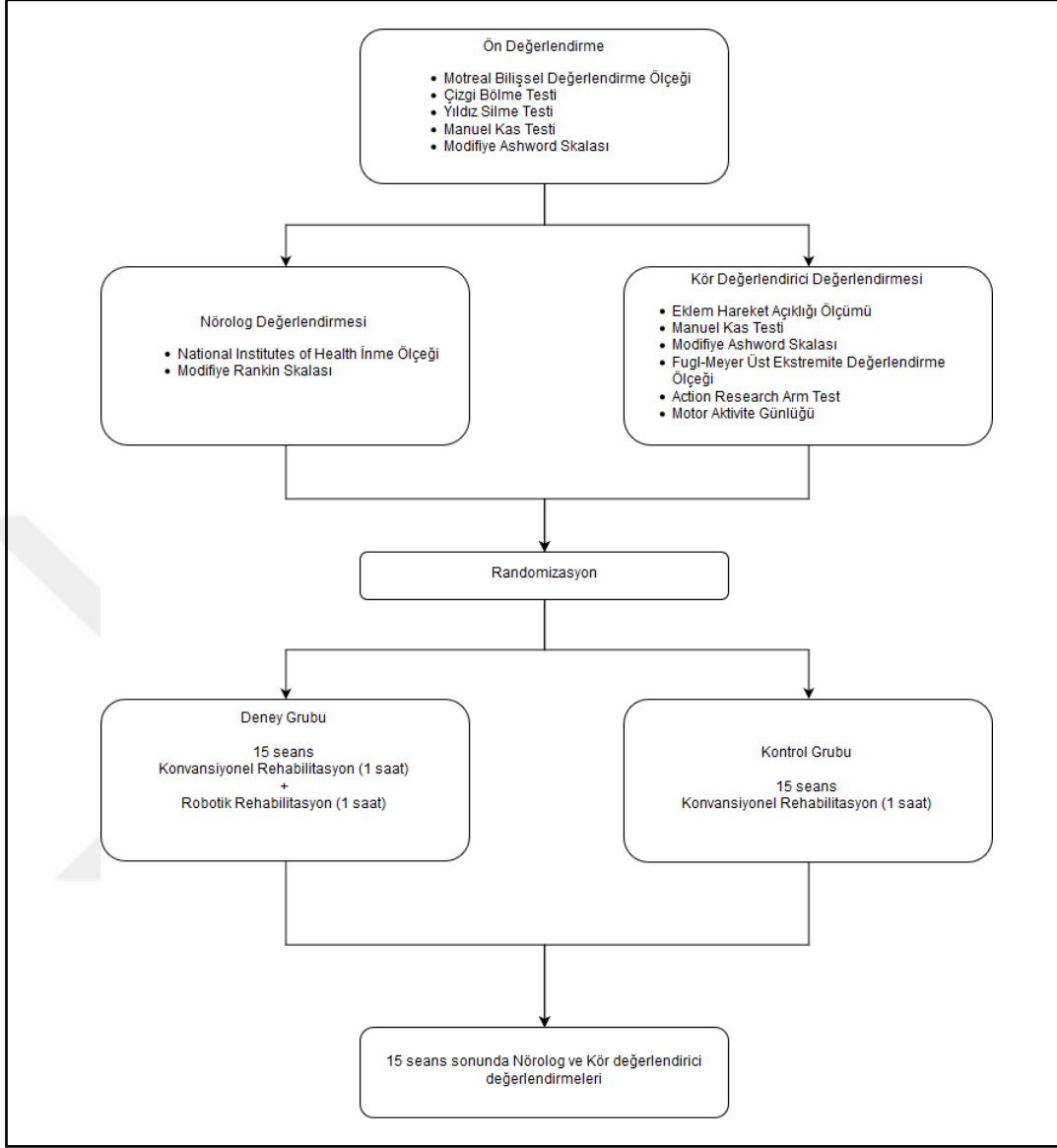


### 3.2.1 Prosedür

Çalışmada FMDÖ-ÜE, ARAT ve MAG skalaları ile hastaların üst ekstremit ve el motor fonksiyon durumları değerlendirildi. El bileği ve parmak eklem hareket açıklığı ölçümü için gonyometre kullanıldı. Bunun yanı sıra el bileği ve parmak kas gücü manuel kas testi ile değerlendirildi.

Tedavi öncesi ve sonrası değerlendirme için FMDÖ-ÜE, ARAT ve MAG skalaları kullanılmış ve eklem hareket açıklıkları ölçülmüştür. Tedavi öncesi, 5. seans, 10. seans ve 15. seans sonunda hastaların kas gücü ve spastisiteleri değerlendirilmiştir.

**Şekil 3.2: Çalışma akış diagramı**



### 3.2.1.1 Hasta öyküsü

Araştırmaya uygun olan ve gönüllü olarak katılmayı kabul eden hastaların demografik bilgileri ve nörolojik bulguları kaydedilmiştir.

Hastaların demografik bilgileri terapist tarafından ve nörolojik bulguları nörolog tarafından toplanmıştır (Bkz. EK 3).

### 3.2.1.2 Değerlendirme parametreleri

#### 3.2.1.2.1 *İhmalin ve kognitif durumun değerlendirilmesi*

##### 1.Çizgi Bölme Testi (Line Bisection Test)

Çizgi bölme testi, ihmal sendromunun klinik teşhisinden kullanılan testlerden biridir. Bu test, hastalara A4 kağıdı üzerine basılı farklı uzunluklarda düz yatay çizgilerden oluşan bir kağıt yaprağı ile sunulmaktadır. Bu çizgiler kağıt üzerinde ortada, sağa ve sola dayalı şekilde bulunmaktadır (Bkz. EK 4). Kağıt hastanın önünde orta hatta yerleştirilir. Bu testte hastadan kağıt üzerinde bulunan tüm çizgilerin orta noktasını işaretlemesi istenir. İhmali olan hastalar çoğunlukla asıl merkezin sağını işaretlerler (M. J. Bailey, Riddoch, & Crome, 2004; Ferber & Karnath, 2001; Hartman-Maeir & Katz, 1995; Ishiai, Furukawa, & Tsukagoshi, 1989; Schenkenberg, Bradford, & Ajax, 1980).

##### 2.Yıldız Silme Testi (The Star Cancellation Test)

Yıldız silme testi 1987’de (Friedman, 1992) Wilson, Cockburn ve Halligan tarafından geliştirilmiştir (M. Bailey & Riddoch, 1999; M. George, Dobler, Nicholls, & Manly, 2005; Manly et al., 2009; Marshall & Halligan, 1989; Menon & Korner-Bitensky, 2004; O'Neill & McMillan, 2004). Geçerli ve duyarlı olan bu test, ihmali olan hastaları tanımlamak için kullanılır (T. B. Cumming, Blomstrand, Bernhardt, & Linden, 2010; T. B. Cumming, Plummer-D'Amato, Linden, & Bernhardt, 2009). Davranışsal Dikkat Eksikliği testinin alt testi olan bu test (Manly et al., 2009), üzerinde rasgele dağılmış küçük yıldızlar, büyük yıldızlar, kelimeler ve harfler olan A4 boyutunda bir kağıttan oluşur (M. S. George, Mercer, Walker, & Manly, 2008; Manly et al., 2009; Marshall & Halligan, 1989; Stapleton, Ashburn, & Stack, 2001; Taylor, Ashburn, & Ward, 1994) (Bkz. EK 5).

Yıldız silme testinde, 52 büyük yıldızın arasına serpiştirilmiş 52 küçük yıldız, 10 kısa kelime ve 13 harf vardır (Broeren, Samuelsson, Stibrant-Sunnerhagen, Blomstrand, & Rydmark, 2007; Friedman, 1992; PW Halligan, Marshall, & Wade, 1989; Peter Halligan et al., 1991; Linden, Samuelsson, Skoog, & Blomstrand, 2005; Menon & Korner-Bitensky, 2004; O'Neill & McMillan, 2004; Pandian et al., 2014). Kağıdın sağ tarafında 27 küçük yıldız, sol tarafında 27 küçük yıldız ve ortada 2 küçük yıldız vardır (M. Bailey & Riddoch, 1999; B. R. Kim, Chun, Kim, & Lee, 2013).

Kağıt hastanın tam önüne orta hatta konulur (Menon & Korner-Bitensky, 2004) ve hastadan küçük yıldızları işaretlemesi istenir (Broeren et al., 2007; M.-C. Chen, Tsai, Huang, & Lin, 2013; PW Halligan et al., 1989; Peter Halligan et al., 1991; Linden et al., 2005; Pandian et al., 2014; Taylor et al., 1994). Süre sınırlaması yoktur, hasta bittiğini belirttiğinde test sona erdirilir (M. George et al., 2005; Taylor et al., 1994). Göz ve baş hareketlerinde herhangi bir kısıtlama yoktur. Kağıdın hareketi veya bir tarafa doğru aşırı eğilme gözlemci tarafından engellenir (M. George et al., 2005).

Gözlemci tarafından ortadaki 2 yıldız örnek olarak işaretlendiğinden (M. George et al., 2005; PW Halligan et al., 1989; Peter Halligan et al., 1991; Marshall & Halligan, 1989; Menon & Korner-Bitensky, 2004; Taylor et al., 1994) dolayı maksimum skor 54'tür (Broeren et al., 2007; PW Halligan et al., 1989; Peter Halligan et al., 1991). 51 veya daha düşük bir skor görsel dikkatsizliğin varlığını belirtir (T. B. Cumming et al., 2009; Friedman, 1992; Pandian et al., 2014; Stapleton et al., 2001; Tanaka, Sugihara, Nara, Ino, & Ifukube, 2005).

Bailey ve ark.larının yaptıkları çalışmadaki amaçları, inme sonrası yaşlı hastaların yıldız silme, çizgi bölme ve baking tray görevi testlerinin test-tekrar test kararlılığını araştırmaktır. Çalışmaya ihmal olan 85 ve ihmal olmayan 85 kişi dahil edilmiştir. Hastalara ihmal değerlendirme için 3 test uygulanmıştır; yıldız silme testi, çizgi bölme testi, baking tray görevi. Veri analizi ihmal olmayan deneklerde mükemmel tekrarlanabilirlik gösterdi. İhmal olan denekler için, sınıf içi korelasyon katsayısı (ICC)

yıldız silme testi, çizgi bölme testi ve baking tray görevi için sırasıyla 0.89, 0.97 ve 0.87 katsayılarını vermiş olup ICC bulgularının üç testin hepsinde çok iyi güvenilirliği olduğu belirtilmiştir (M. J. Bailey et al., 2004).

### 3. Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeği (Montreal Cognitive Assessment-MoCA)

MOBİD, Nasreddine tarafından 2005 yılında geliştirilmiştir (Freitas, Simões, Alves, & Santana, 2011; Freitas, Simoes, Alves, Vicente, & Santana, 2012; J.-b. Hu et al., 2013; Larner, 2012; M. N. McDonnell, Bryan, Smith, & Esterman, 2011; Oudman et al., 2014). İnce hastalarında kognitif bozukluk ve bunamayı değerlendirmek için sıklıkla kullanılan (Freitas et al., 2011; Freitas et al., 2012; Horstmann, Rizos, Rauch, Arden, & Veltkamp, 2014; Julayanont & Nasreddine, 2017; Mellon et al., 2015; Olson, Chhanabhai, & McKenzie, 2008) Mini-Mental Durum Değerlendirmesi (MMDD)'nden daha duyarlı bir tarama testidir (T. B. Cumming, Brodtmann, Darby, & Bernhardt, 2012; Horstmann et al., 2014; Mellon et al., 2015; Olson et al., 2008; Tang, Eng, Tsang, & Krassioukov, 2013).

Bu ölçek ile dikkat, konsantrasyon, yürütme işlevleri, bellek, dil, görsel-mekansal beceriler, soyutlama, hesaplama ve yönlendirme de dahil olmak üzere çoklu bilişsel alanlar değerlendirilir (T. B. Cumming et al., 2012; Freitas et al., 2011; Horstmann et al., 2014; Julayanont & Nasreddine, 2017; Mellon et al., 2015; Pasi, Salvadori, Poggesi, Inzitari, & Pantoni, 2013). Test yaklaşık 10 dakika sürer (Julayanont & Nasreddine, 2017; Mellon et al., 2015).

MOBİD, maksimum skoru 30 olan tek sayfalık bir testtir (T. B. Cumming et al., 2012; Freitas et al., 2011; Horstmann et al., 2014). 21 ve altı kognitif bozukluğu işaret eder (Horstmann et al., 2014; Mellon et al., 2015; Tang et al., 2013). Yüksek skorlar, bilişsel performansın daha iyi olduğunu gösterir (Horstmann et al., 2014; Pasi et al., 2013) (Bkz. EK 6).

Cumming ve ark.ları yaptıkları çalışma ile inme sonrasında MOBİD'nin ve MMDD ölçeğinin geçerliliğini belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmaya 60 hasta dahil edildi. Değerlendirmeler inme geçirdikten 3 ay sonra 1 hafta aralıklarla 2 kere uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda, MOBİD'nin inme sonrası bilişsel bozukluk için geçerli bir tarama aracı olduğu kanısına varılmıştır. MMDD ölçeğinden daha hassas ancak daha az spesifik olduğu belirtilmiştir (T. Cumming, Churilov, Lindén, & Bernhardt, 2013).

Godefroy ve ark.larının yaptıkları çalışmadaki amaçları, inme sonrası bilişsel bozukluğun tespitinde MOBİD ve MMDD ölçeğinin değerini değerlendirmektir. Bu çalışmada 95 hastaya bu değerlendirme ölçekleri uygulandı. Çalışmadan elde edilen bulgularda; MOBİD'nin duyarlılığı 0.94 olarak bulunurken özgünlük değeri 0.42 olarak bulundu. Buna karşın, MMDD ölçeğinin duyarlılığı 0.66 ve özgünlük değeri 0.97 olarak bulundu. Bu sonuçlar doğrultusunda MOBİD'te yüksek duyarlılık düşük özgünlük ile ilişkilidir. Her iki tarama testi de akut inme sonrası kognitif bozukluklar için orta derecede duyarlıdır (Godefroy et al., 2011).

Özdilek ve Kenangil tarafından yapılan çalışmada, Montreal Bilişsel Değerlendirme Ölçeğinin (MOBİD-TR) Türkçe versiyonunun rutin klinik pratikte Parkinson hastalığına sahip olan Türk hastalar için psikometrik olarak geçerli, güvenilir ve klinik olarak yararlı bir bilişsel değerlendirme testi olduğu kanısına varılmıştır (Ozdilek & Kenangil, 2014).

### ***3.2.1.2.2 İnmenin şiddetinin ve bağımlılığın değerlendirilmesi***

#### **1.National Institutes of Health Stroke Scale (NIHSS)**

İnme şiddetini değerlendirmek için kullanılan bu skala, bilinç durumu, ekstraoküler hareket, görsel alan, fasiyal paralizi, kol ve bacakta motor fonksiyon durumu,



serebellar fonksiyon, dilin akıcılığı, konuşma artikülasyonu ve ihmali sorgulayan toplam 14 kategoriden oluşmaktadır (Bkz. EK 7). 0-42 arasında skorlanmaktadır. Yüksek puanlar inmenin ciddiyetini göstermektedir (Dewey et al., 1999; Lyden et al., 1999; Williams et al., 2013).

## 2.Modified Rankin Scale (MRS)

İnmenin şiddetini, bağımlılığı ve fonksiyonel iyileşmeyi değerlendirmek için kullanılan bir skaladır (Banks & Marotta, 2007). Ölçek 0'dan 5'e kadar toplam 6 dereceden oluşmaktadır. 0 değeri "hiçbir belirti yok" ifadesini temsil ederken, 5 "çok ciddi engelliliği" temsil eder (Sulter, Steen, & De Keyser, 1999; Uyttenboogaart, Stewart, Vroomen, De Keyser, & Luijckx, 2005; Wilson et al., 2002) (Bkz. EK 8).

### **3.2.1.2.3 Eklem hareket açıklığının ve kas gücünün değerlendirilmesi**

#### 1.Eklem Hareket Açıklığının Değerlendirmesi

Eklem hareket açıklığının değerlendirilmesi için gonyometre kullanılmıştır. Çalışmada hastaların el bileği, MKF, PİF ve DİF eklemlerin fleksiyon ve ekstansiyon eklem hareket açıklıkları ölçülmüştür (Clarkson, 2012; Otman & Köse, 2014; Reese & Bandy, 2013).

#### 2.Manuel Kas Testi (MKT)

Hastaların kas gücünün değerlendirilmesi için manuel kas testi kullanılmıştır. El bileği, başparmak MKF, PİF ve DİF fleksör ve ekstansör kaslarının ve başparmak abdüksiyon ve addüksiyon kaslarının güçleri değerlendirilmiştir.

MKT skorları;

- a. 5 – Normal, yerçekimine karşı maksimum direnç ile hareketi tamamlar
- b. 4<sup>+</sup> – Yerçekimine karşı hemen hemen maksimal direnç ile tam EHA'nı tamamlar
- c. 4 – Yerçekimine karşı submaksimal direnç ile tam EHA'nı tamamlar
- d. 4<sup>-</sup> – Yerçekimine karşı hemen hemen submaksimal direnç ile tam EHA'nı tamamlar
- e. 3<sup>+</sup> – Yerçekimine karşı hafif direnç ile tam EHA'nı tamamlar
- f. – Yerçekimine karşı tam EHA'nı tamamlar
- g. 3<sup>-</sup> – Yerçekimine karşı EHA'nın ½'sini tamamlar
- h. 2<sup>+</sup> – Yerçekimine karşı EHA'nın ½'sinden daha az hareketi tamamlar
- i. 2 – Yerçekimi elimine edilmiş pozisyonda EHA'nı tamamlar
- j. 2<sup>-</sup> – Yerçekimi elimine edilmiş pozisyonda kısmi EHA'nı tamamlar
- k. 1 – Görülebilir veya palpe edilerek hissedilebilir kas kontraksiyonu
- l. 0 – Görülemeyen veya palpe edilerek hissedilemeyen kas kontraksiyonu  
(Clarkson, 2012; Hislop & Montgomery, 2007; Janda, 2013)

#### ***3.2.1.2.4 Spastisitenin Değerlendirilmesi***

##### **1.Modifiye Ashworth Skalası (MAS)**

Ashworth skalası ilk olarak 1964 yılında Ashworth tarafından yayınlanmış (Ansari, Naghdi, Younesian, & Shayeghan, 2008) ve 1987 yılında Bohannon ve Smith tarafından modifiye edilmiştir. Bohannon-Smith Modifiye Ashworth Skalası 2006 yılında Ansari ve ark.ları tarafından modifiye edilerek Modified Modified Ashworth Scale (MMAS) haline gelmiştir (Abolhasani et al., 2012).

MAS spastisiteyi değerlendirme için kullanılan en yaygın klinik ölçektir (Ansari et al., 2008). İnme sonrası spastisite değerlendirilmesinde kullanılan MAS'nın güvenilirliğini gösteren birçok çalışma bulunmaktadır (Brashear et al., 2002; Charalambous, 2014; Gregson et al., 1999; Kaya, Karatepe, Gunaydin, Koc, & Ercan, 2011).

MAS, mevcut hareket aralığı ile eklemi manuel olarak manipüle ederek ve pasif hareketlere karşı direnci klinik olarak kaydederek kas tonusunu değerlendiren 6 puanlı bir derecelendirme ölçөгüdür (NUMANO & LU, 2012).

MAS'nın 6 derecesi:

- a. 0 = Kas tonusu normal
- b. 1 = Kas tonusunda hafif artış, hareket açıklığının sonunda minimal kas direnci olması
- c. 1<sup>+</sup> = EHA'nın yarısından daha az bir kısmında minimal bir direnç olması
- d. 2 = EHA'nın yarısından daha belirgin kas tonusu artışı, ancak etkilenen kısımlar kolaylıkla hareket ettirilebilir
- e. 3 = Pasif hareket güçlükle yapılır, kas tonusunda önemli artış vardır
- f. 4 = Etkilenen kısımlar fleksiyon ve ekstansiyonda rijiddir, şiddetli tonus artışı vardır (Brashear et al., 2002)

### **3.2.1.2.5 El motor fonksiyonlarının değerlendirilmesi**

#### **1.Fugl-Meyer Değerlendirme Ölçeği (FMDÖ)**

Fugl-Meyer değerlendirmesi ilk olarak 1975 yılında tasarlanan inme sonrası fiziksel performansın değerlendirilmesi için kullanılan bir yöntemdir (Deakin, Hill, & Pomeroy, 2003). Terapistler tarafından yaygın bir şekilde kullanılan, iyi tasarlanmış, kapsamlı ve etkili bir klinik muayene yöntemi olan bu değerlendirme, hemiplejisi olan hastalarda,

Twitchell ve Brunnstrom'un motor geri dönüşün sıralı aşamaları konseptine dayanan sensorimotor inme iyileşmesini ölçmek için geliştirilmiştir (Bosecker, Dipietro, Volpe, & Igo Krebs, 2010; Kang, Oh, Lee, & Cynn, 2018; Rabadi & Rabadi, 2006).

Fugl-Meyer ölçeği, 226 puanlık (Carregosa et al., 2018; Gladstone, Danells, & Black, 2002), 155 maddeden oluşan (Çekok & Şimşek, 2016) çok maddeli likert tipi bir ölçektir. Bu ölçek motor fonksiyon, duyu fonksiyonu, denge, eklem hareket açıklığı ve eklem ağrısı olmak üzere 5 alanı değerlendirir (Carregosa et al., 2018; Gladstone et al., 2002). Her alan, her biri 3 noktalı bir sıra ölçeğinde puanlanan birden fazla öge içerir (0 = gerçekleştiremez, 1 = kısmi performans gösterir, 2 = tam performans gösterir). Motor alan, omuz, dirsek, ön kol, el, kalça, diz, ayak bileği ile ilgili hareket, koordinasyon ve refleks hareketini ölçen ögeler içerir. Motor skoru, 0 (hemipleji) ile maksimum 100 puan (normal motor performansı) arasında değişir. Üst ekstremité için en yüksek skor 66 ve alt ekstremité için 34'tür. Aynı şekilde, duyu için maksimum 24 puan, oturma ve ayakta denge için 14 puan, eklem hareket açıklığı için 44 puan ve eklem ağrısı için 44 puandır (Gladstone et al., 2002).

Fugl-Meyer ölçeğinin 33 maddelik üst ekstremité alt ölçeğinde (Rabadi & Rabadi, 2006) omuz, dirsek ve ön kolda, refleks aktivite, dinamik fleksör ve/veya ekstansör sinerjilerle beraber gerçekleştirilen istemli hareketler, dinamik fleksör ve ekstansör sinerjilerin birlikte kullanılmasıyla istemli hareketlerin yapılması, istemli hareketlerin sinerjilere bağlı olmadan ya da çok az bağılyken gerçekleştirilmesi ve normal refleks aktivite parametreleri değerlendirilir. El bileği değerlendirmesi yapılırken, el bileği kaslarının üç farklı fonksiyonu değerlendirilir. Hemipleji el değerlendirmesinde 7 hareket (fleksiyon, ekstansiyon ve beş tane kavrama fonksiyonu) değerlendirilir. Koordinasyon/hız değerlendirmesinde ise üst ekstremité için parmak-burun testi yapılmaktadır. Bu test sırasında, tremor, dismetri ve hareketin hızı değerlendirilir (Çekok & Şimşek, 2016) (Bkz. EK 9).

Puanlar çeşitli bozulma seviyelerine göre gruplandırılmıştır; bunlar <50 puan = ağır motor bozukluk, 50-84 puan = belirgin motor bozukluk, 85-95 puan = orta düzeyde motor bozukluk ve 96-99 puan = hafif motor bozukluk (Sanford, Moreland, Swanson, Stratford, & Gowland, 1993).

Platz ve arkadaşları inme, multiple skleroz veya travmatik beyin hasarına bağlı parezi olan hastalarda FMDÖ-ÜE, ARAT ve Box ve Block test için standartlaştırılmış klavuzların güvenilirliğini belirlemek için araştırma yapmışlardır. Bu araştırmaya 30 inme, 14 multiple skleroz ve 5 travmatik beyin yaralanması hastası katılmıştır. FMDÖ-ÜE, ARAT ve Box ve Block testi puanları video bilgilerinden elde edilmiştir. Birinci değerlendirmede iki puanlayıcı her bir hastanın performansını birbirinden bağımsız olarak puanlamıştır. Bu veri setleri, değerlendiriciler arasında güvenilirlik analizi (yani, farklı değerlendiricilerle skorların tekrarlanabilirlik derecesi) için kullanılmıştır. Test-retest güvenilirliği (yani, tekrar teste tabi tutulan tekrarlanabilirlik derecesi) her hasta için yedi günlük aralıklarla iki veri seti kullanılarak incelenmiştir. Yapılan araştırma sonucunda, üç motor testin tümü çok yüksek değerlendiriciler arası ve test-retest güvenilirliği göstermiştir (Platz et al., 2005).

Sanford ve ark. yaptıkları çalışmayla Fugl-Meyer fiziksel performansı değerlendirmesiyle yapılan değerlendirmelerin değerlendiriciler arası güvenilirliği saptamayı amaçlamışlardır. Çalışmaya 7'si erkek 5'i kadın olmak üzere 12 cerebrovascular atak geçirmiş hasta alınmıştır. İnme sonrası 6 gün ile 6 ay arasında olan hastalar 3 terapist tarafından değerlendirilmiştir. Her terapist bir değerlendirmeyi uygulayıp skorlarken diğer terapistler hastanın tepkilerini incelemiştir. Her değerlendirmeden sonra sonuçlar karşılaştırılmıştır ve çalışma sonucunda genel güvenilirlik yüksek bulunmuştur (ICC = 96) (Sanford et al., 1993).

## 2.Action Research Arm Test (ARAT)

ARA testi ilk olarak 1981 yılında(M. McDonnell, 2008) Lyle tarafından tanımlanan(Hsieh, Hsueh, Chiang, & Lin, 1998; Yozbatiran, Der-Yeghiaian, & Cramer, 2008), Üst Ekstremitte Fonksiyon Testi (UETF)'den türetilmiş ve üst ekstremitte fonksiyonu ve becerisini gösteren bir performans testidir (van der Lee, Roorda, Beckerman, Lankhorst, & Bouter, 2002).

ARAT hem etkilenen hem de etkilenmemiş üst ekstremitenin kaba kavrama, kavrama, ince tutuş (ucuca tutuş) ve kaba motor hareketlerini ele alan dört alt bölüm ve 19 fonksiyonel maddeden oluşur(Hsieh et al., 1998; Kwakkel, Wagenaar, Twisk, Lankhorst, & Koetsier, 1999; Linder et al., 2013). Hareket 0-3 arasında puanla skorlanır (0 = testin hiçbir bölümünü gerçekleştirmez, 1 = kısmen testi yapar, 2 = testi tamamlar ancak anormal derecede uzun sürer veya zorluk çeker, 3 = testi normal yapar) (Barreca, Stratford, Masters, Lambert, & Griffiths, 2006; Stephen J Page, Levine, Sisto, & Johnston, 2001). Yüksek puanlar daha iyi hareket kabiliyetini temsil eder (Linder et al., 2013). En yüksek puan 57'dir (Dromerick, Edwards, & Hahn, 2000) (Bkz. EK 10).

ARAT puanlaması 5 farklı kategoriye ayrılmıştır:

- a. 0-10 puan kapasite yok
- b. 11-21 puan zayıf kapasite
- c. 22-42 puan sınırlı kapasite
- d. 43-54 puan belirgin kapasite
- e. 55-57 puan tam kapasite (Hoonhorst et al., 2015)

Van der Lee ve ark. ları yaptıkları çalışmada ARAT'inin değerlendirme geçerliliğini ve değerlendiriciler arası güvenilirliğini belirlemeyi amaçlamışlardır. 20 kronik inmeli hasta ile yapılan çalışmanın sonucunda Spearman's rho ve ICC değerleri 98'den

yüksekti. Bu sonuçlar doğrultusunda ARAT'inin geçerlilik ve güvenilirliği doğrulanmıştır (Van der Lee, De Groot, et al., 2001).

Nordin ve ark.ları inme sonrası ARAT'inin geçerlilik ve güvenilirliğini belirlemek için 35 inmeli hastayı içeren bir çalışma yürütmüşlerdir. Bu çalışmadan iki fizyoterapist aynı anda fakat bağımsız olarak 1 gün içinde iki kez ARAT'ini hastalar üzerinde uygulamışlardır. Çalışmanın sonucunda, ARAT'inin, inme sonrası hastalarda oldukça güvenilir bir gözlemsel derecelendirme ölçeği olduğu sonucuna varılmıştır (Nordin, Murphy, & Danielsson, 2014).

### 3.Motor Aktivite Günlüğü (MAG)

Motor Aktivite Günlüğü, hemiparetik inmeli hastalar için, günlük yaşam aktivitelerinde, paretik kollarının ve elinin kullanım miktarını ve hareket kalitesini değerlendirmek için kullanılan bir ölçektir ve yarı yapılandırılmış bir görüşme olarak uygulanır (Pang, Harris, & Eng, 2006).

MAG skalasının orijinal versiyonu 14 maddeden oluşmaktadır ve 1993 yılında Taub ve arkadaşları tarafından orijinal kısıtlayıcı zorunlu hareket tedavisi çalışmasında geliştirilmiştir. Daha sonra ölçeğe 16 madde eklenip sekiz madde günlük yaşam aktivitelerinde diğer maddelerle değiştirilmiş ve 30 maddelik MAG ölçeği oluşturulmuştur (Ng, Leung, & Fong, 2008).

Ölçek, farklı öz bakım faaliyetlerini (el yıkama, çorap ve ayakkabı giyme, bir şey içmek için bardak tutma gibi), ev işlerini (ışık anahtarını açıp kapatma, bir çekmeceyi açma veya buzdolabının kapağını açma gibi) ve toplum yaşamında ihtiyaç duyulan diğer bazı görevleri (arabadan çıkmak, kapı kolunu çevirmek gibi) içeren 30 fonksiyonel görevden oluşur. Katılımcılardan, gerçek zamanlı durumlarda bu 30 görevi gerçekleştirirken, bu

aktiviteleri Kullanım Miktarı (KM) ve Hareket Kalitesi (HK) olmak üzere iki ölçekte değerlendirmeleri istenir. Bu iki ölçekte 0-5 arasında skorlanır. Kullanım miktarı ölçeğinde kişilere zayıf kollarını ne sıklıkla kullandıkları sorulur (0 = hiç kullanmama, 5 = inme öncesi kullanılan kadar); hareket kalitesi ölçeğinde ise zayıf kolun bu hareketleri ne kadar iyi yerine getirdiğini değerlendirmeleri istenir (1 = zayıf kol hareket ediyor ancak görevde yararlı değil, 5 = zayıf kol inmeden önceki kadar iyi) (Ng et al., 2008). Yüksek puanlar daha iyi işlevi temsil etmektedir (Lin, Chang, Wu, & Chen, 2009) (Bkz. EK 11).

Hüseyinsinsioğlu ve arkadaşları tarafından 2011 yılında yapılan çalışmada MAG-28 Ölçeğinin Türk kültürüne uyarlanması ile inme hastalarında geçerlilik ve güvenilirliğinin gösterilmesi amaçlanmıştır. Ölçeğin geçerlilik ve yapısal güvenilirliği 30 inme hastası üzerinde araştırılmıştır. Çalışmada MAG-28, WMFT ve Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçütü üst ekstremitelerinde hafif ve orta dereceli motor bozukluğu olan 30 subakut ve kronik inme hastası üzerinde kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda MAG-28'in kullanım miktarı ölçeği (KMÖ) ve hareket kalitesi ölçeği (HKÖ) güvenilir (Grup içi korelasyon katsayısı sırasıyla; 0.97 ve 0.96) ve içsel tutarlı bulunmuştur (Cronbach alfa; 0.96). Test-tekrar test yöntemi sonuçlarına göre KMÖ ve HKÖ'ler için r değeri sırasıyla 0.94 ve 0.93 olarak tespit edilmiştir (Ersöz Hüseyinsinoğlu, Razak Özdiñler, Erkan Oğul, & Krespi, 2011).

### **3.2.1.3 Tedavi protokolü**

Çalışmaya dahil edilen hastalar Mart 2018 – Mayıs 2019 tarihleri arasında İstanbul Aydın Üniversitesi Medicalpark Florya Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Ünitesi'nde ve Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi Nöroloji Servisi'nde haftada 5 gün olacak şekilde 3 hafta boyunca totalde 15 seanslık bir tedavi programına alınmıştır. Randomizasyon ile belirlenen iki gruptan 1. gruba 1 saatlik nörofizyolojik yaklaşımları içeren rehabilitasyon ve 1 saatlik robotik rehabilitasyondan oluşan toplam 2 saatlik bir



tedavi programı uygulanırken, 2. gruba yalnızca 1 saatlik nörofizyolojik yaklaşımları içeren tedavi programı uygulanmıştır.

### 1.Nörofizyolojik Rehabilitasyon Programı

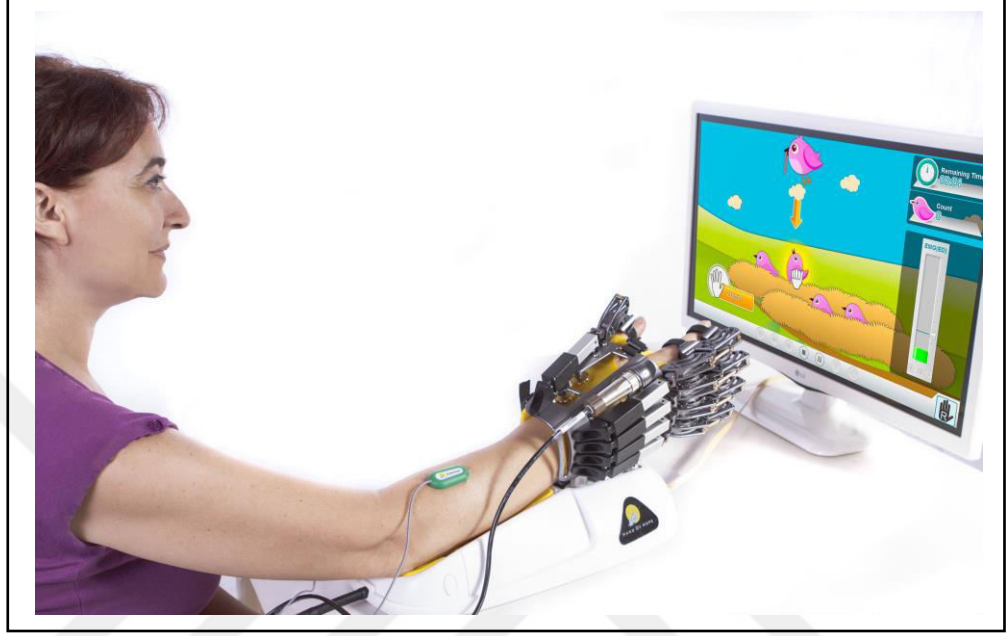
Çalışmada yer alan her iki grup için uygulanacak fizyoterapi programının içeriği, tedavi öncesi yapılan hasta değerlendirmesi sonucuna göre belirlenen motor bozukluklar dikkate alınarak hazırlanmıştır. Tedavi programı, hastanın durumuna göre seçilen erken dönem Bobath egzersizleri, Brunnstrom, Johnstone ve PNF egzersizlerini içeren nörofizyolojik yaklaşımlar ve elektrik stimülasyonundan oluşmaktadır. Konvansiyonel fizyoterapi programı haftada 5 seans olacak şekilde 3 hafta boyunca (toplam 15 seans) uygulanmıştır. Seans süresi 1 saattir.

### 2.Robotik Rehabilitasyon Programı

Robotik rehabilitasyon programı dahilinde kullanılan HOH, EMG kontrollü eksoskeleton el robotudur. Kullanılan yüzeyel EMG (sEMG) sensörleri rezidüel kas gücü değerlerini ölçmektedir. HOH robotunda beş ayrı parmak vardır ve parmaklardan her biri bir aktüatör tarafından hareket ettirilir. Her parmak için 2 serbestlik derecesinde harekete izin veren sistem kişinin MKF ve PİF eklem hareketlerini pasif, aktif-asistif ve aktif olarak çalıştırmasına yardımcı olur. Robotun parmak uzunlukları kişiye göre ayarlanabilmektedir. MKF ve PİF eklemler için ekstansiyonda 55°'ye fleksiyonda 65°'ye kadar eklem hareketine izin vermektedir. Fleksiyon ve ekstansiyon hareketinde her iki eklemden aynı anda çalışmaktadır. Velkrolar yardımı ile el ve parmaklar robot içine yerleştirildikten sonra uygun pozisyonda sabitlenebilmektedir. İki tanesi yüzeyel ve bir tanesi toprak olmak üzere üç elektrot bulunmaktadır. Fleksör kaslar için olan FD EMG sensörü ön kolun iç yüzeyine, el bileğinin ortası ile medial epikondil arasında el bileğinden  $\frac{3}{4}$  mesafeye, ekstansör kaslar için olan ED EMG sensörü ise ön kolun dış yüzeyine, el bileğinin ortası ile lateral epikondil arasında el bileğinden  $\frac{3}{4}$  mesafeye

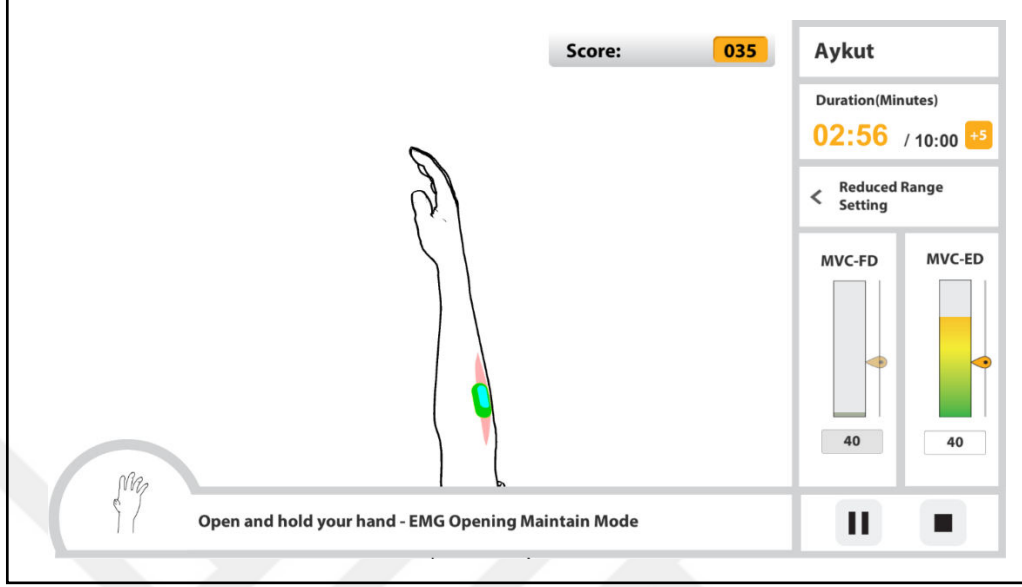
yerleştirilir. Toprak elektrot ise dirsek bölgesinde kemikli bölge olan olekranon üzerine yerleştirilir. Açısal hızlar MKF için 22°/s, PİF eklem için ise 26°/s'dir.

**Şekil 3.3: Hand of Hope**



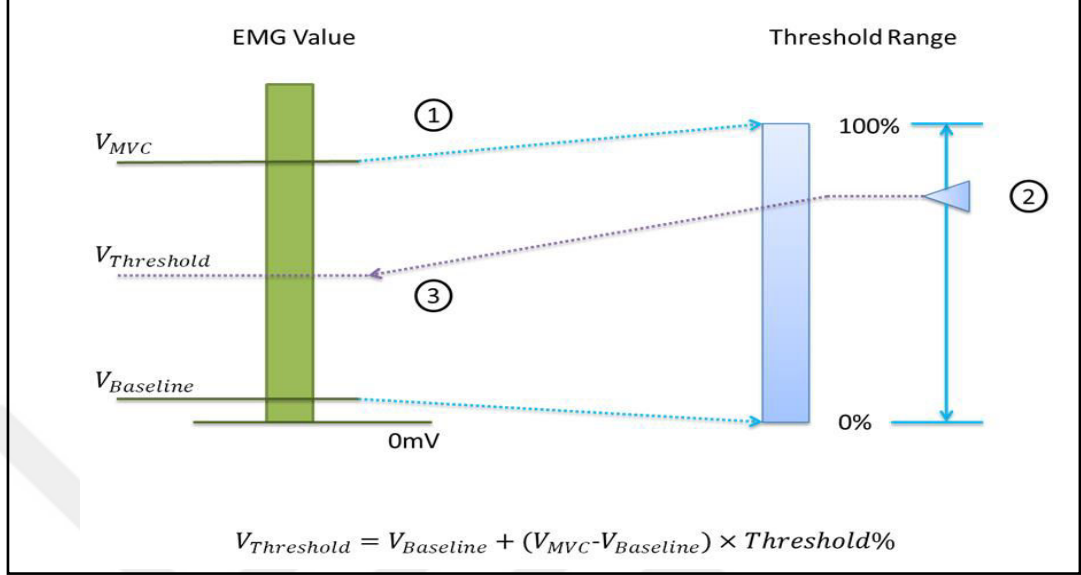
HOH sisteminde pasif (Continuous Passive Motion-CPM), aktif-asistif (Trigger&Go) ve aktif (Trigger&Maintain) olmak üzere üç mod bulunmaktadır. Kullanıcıya total el kapama ve açmanın yanı sıra her bir parmağı tek tek çalıştırabilme olanağı sağlar. CPM modu hasta tarafından yapılan istemli bir hareket gerekmeksizin el açma ve kapama pasif bir şekilde robot tarafından yapılır. Trigger&Go modunda, hastanın sadece hareketi başlatması için eşik değeri üstüne bir kez çıkması yeterlidir. EMG sinyali eşik değeri üstünde üretilip robot tarafından algılandığında hareketin geri kalanı cihaz tarafından tamamlanır. Yani hastanın hareketi tamamlaması için aktif kas kontraksiyonu gerekmez. Trigger&Maintain modunda ise hastanın hareketi başlatması ve tamamlaması için sürekli olarak eşik değeri üzerinde EMG sinyali üretmesi gerekir. EMG sinyali eşik değeri altına düştüğü anda otomatik olarak sistem durur (Ho et al., 2011; X. L. Hu et al., 2013; K. Tong et al., 2010).

**Şekil 3.4: Robotik rehabilitasyon esnasında ekran görüntüsü**



El açma hareketinin kontrolü ekstansör digitorum (ED) kası tarafından üretilen EMG sinyali ile kontrol edilirken, el kapama hareketi fleksör digitorum superficialis (FDS) kasından elde edilen EMG sinyali tarafından kontrol edilmektedir. İnme sonrası bu iki kasın palpasyonu daha kolaydır. Her seans öncesinde 6 sn boyunca alınan ölçüm sonucunda istirahat ve maksimal istemli kontraksiyon (MİK) değerleri kaydedildi. Sistem tarafından 6 sn boyunca elde edilen en yüksek değer kaydedilir. Bu değerlere göre, sistem tarafından eşik değeri hesaplanır. İstirahat EMG değeri “baseline” olarak tanımlanır. Baseline değeri ölçümü esnasında hastadan mümkün olduğunca rahat olması istenir. Burada 6 sn’de kaydedilen değer eşik değeri olarak kabul edilir. Daha sonra, hem fleksör hem de ekstansör kasların MİK değerini ölçmek için, hastadan tüm gücünü kullanarak 6 sn boyunca elini kapaması ve daha sonra elini açması istenir. Bu 6 sn boyunca yapılan izometrik kontraksiyon ile üretilen peak kuvvet eşik değerinin yüzde 100’ünü temsil eder. Sistem hesaplanan bu iki değer arasında eşik değeri otomatik olarak hesaplar. Hastanın durumuna ve dayanıklılığına göre eşik değeri belirlenerek hastanın tedavisi seansı planlanır.

**Şekil 3.5: Eşik değerinin hesaplanması**



MİK = MVC (Maximal Voluntary Contraction)

Her seansta hasta sırtı destekli bir sandalyede rahat bir pozisyonda oturuldu. Hastanın eli robot içine yerleştirildi. Seans öncesi hastanın omzu 45° abduksiyon, hafif fleksiyon ve iç rotasyonda ve dirseği ise 90° fleksiyonda pozisyonlandı. Seanslar boyunca bu pozisyonu korumasına özen gösterildi.

Deney grubunda bulunan hastalara haftada 5 gün olacak şekilde 3 hafta boyunca toplam 15 seans robotik rehabilitasyon programı uygulandı. Her seans öncesi hastanın baseline ve MİK değerleri ölçüldü. Bu değerler baz alınarak sistem tarafından hesaplanan eşik değeri hastaların durumlarına ve dayanıklılıklarına göre ayarlandı. Tedavi modları ise hastanın durumuna göre belirlendi.

Tedavi protokolümüz:

- a. 10 dk pasif mod
- b. 2 dk dinlenme
- c. 10 dk aktif-asistif el açma-kapama
- d. 2 dk dinlenme
- e. 10 dk aktif-asistif veya aktif el açma
- f. 2 dk dinlenme
- g. 10 dk aktif-asistif veya aktif el kapama

Rezidüel kas gücü sonuçlarına göre



## 4. BULGULAR

Çalışma süresince İstanbul Aydın Üniversitesi VM Medical Park Florya Hastanesi İnme Ünitesi'ne ve Haseki Eğitim ve Araştırma Hastanesi Nöroloji Servisi'ne başvuran toplamda 712 hasta değerlendirildi. Randomizasyon primer değerlendirme ölçeğimiz olan Fugl-Meyes Üst Ekstremité Ölçeğine göre yapıldı; örneklem sayısı yüzde 80 güç için 36 kişi olarak belirlendi. Bu sayıya yüzden 10 drop-out oranı eklenerek sayı 40 olarak belirlendi. Research randomizer web sayfası kullanılarak 40 hastanın 2 gruba dağılımı için rastgele sayılar belirlendi. Bu hastalardan 17'si deney ve 11'i kontrol grubu olmak üzere dahil edilme kriterlerine uyan 28 akut iskemik inme hastası çalışmaya dahil edildi. Deney grubundan 6 hasta, kontrol grubundan 2 hasta çeşitli nedenlerden dolayı çalışmayı yarıda bıraktı. Rehab-Robotics firması ile yapılan sponsorluk anlaşmasının süresinin dolması nedeniyle çalışmaya hedeflenen sayı tamamlanamadan son verildi. Deney grubundan 11 hasta, kontrol grubundan ise 9 hasta olmak üzere toplam 20 hasta çalışmayı tamamladı (Şekil 3.1) ve istatistiksel analizler bu veriler üzerinden yapıldı.

### 4.1 HASTALARIN FİZİKSEL VE SOSYODEMOGRAFİK ÖZELLİKLERİ

Verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığı Shapiro-Wilk testi ile analiz edildi. Yapılan analiz sonucu, yaş, bol, kilo, vücut kitle indeksi (VKİ), üst kol çevre ölçüsü ve ön kol çevre ölçüsü verileri normal dağılım göstermektedir. Bu nedenle bu verilerin analizinde "Independent-Sample T Test" kullanılmıştır.

Çalışmaya katılan hastaların yaş, boy, kilo, VKİ, üst kol çevre ölçüsü ve ön kol çevre ölçüsü değerlerinin tanımlayıcı verileri 4.1'de gösterilmektedir. Deney grubuna alınan hastaların yaş ortalamaları  $59.91 \pm 14.202$  yıl (35-91), kontrol grubuna alınan hastaların yaş ortalaması ise  $70 \pm 14.062$  yıl (56-89) olarak hesaplanmıştır.

Çalışmaya katılan hastaların yaş, boy, kilo, VKİ, üst kol çevre ölçüsü ve ön kol çevre ölçüsü bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4.1: Hastaların fiziksel ve sosyodemografik özellikleri**

	Grup				p
	Deney Grubu (n=11)		Kontrol Grubu (n=9)		
	Ort. ± S.S.	Min. – Maks.	Ort. ± S.S.	Min. – Maks.	
Yaş (yıl)	59.91±14.20	35±91	70.00±14.06	56±89	.13
Boy (cm)	165.18±4.92	160±172	169.11±10.41	155±190	.28
Kilo (kg)	75.27±10.85	63±93	83.78±9.54	62±95	.08
Vücut Kitle İndeksi (kg/m <sup>2</sup> )	27.43±4.89	21.8±36.3	29.38±3.42	24.9±35.9	.33
Üst Kol Çevre Ölçüsü (cm)	27.27±2.58	22.5±32.0	29.50±2.76	25.5±33.5	.08
Ön Kol Çevre Ölçüsü (cm)	23.73±2.38	20.0±27.5	24.89±2.45	20.0±27.0	.30

Independent-Sample T Test

İki grup cinsiyet, eğitim düzeyi, etkilenen taraf ve dominant taraf özellikleri açısından karşılaştırıldığında gruplar arasından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ) (Tablo 4.2).

**Tablo 4.2: Hastaların cinsiyet, eğitim düzeyi, etkilenen taraf ve dominant tarafa göre gruplara dağılımı**

	Deney Grubu		Kontrol Grubu		p
	N	%	N	%	
<b>Cinsiyet</b>					
▪ Kadın	7	63.6	2	22.2	.06 <sup>a</sup>
▪ Erkek	4	36.4	7	77.8	
<b>Eğitim Düzeyi</b>					
▪ Okur-yazar değil	1	9.1	1	11.1	.51 <sup>b</sup>
▪ Okur yazar	5	45.5	4	44.4	
▪ İlkokul	1	9.1	2	22.2	
▪ Ortaokul	3	27.3	2	22.2	
▪ Lise	1	9.1			
▪ Üniversite					
<b>Etkilenmiş Taraf</b>					
▪ Sağ	7	63.6	8	88.9	.19 <sup>a</sup>
▪ Sol	4	36.4	1	11.1	
<b>Dominant Taraf</b>					
▪ Sağ	11	100	9	100	
▪ Sol					

a=Chi-Square Test b=Independent-Sample T Test

## **4.2 DENEY VE KONTROL GRUPLARININ TEDAVİ ÖNCESİ VERİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

### **4.2.1 Deney ve Kontrol Gruplarının Tedavi Öncesi Eklem Hareket Açıklığı ve Kas Gücü Verilerinin Karşılaştırılması**

#### **4.2.1.1 Eklem hareket açıklığı**

Deney grubu ve kontrol grubundaki hastaların tedavi öncesi EHA değerlendirme sonuçları Tablo 4.3'te gösterilmiştir. Her deney grubunda hem de kontrol grubunda tedavi öncesinde EHA değerleri açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ).



**Tablo 4.3: Deney ve kontrol grubunun tedavi öncesi EHA değerlendirmesi sonuçlarının karşılaştırılması**

	Grup		z	p
	Deney Grubu (n=11)	Kontrol Grubu (n=9)		
	Ort. ± S.S.	Ort. ± S.S.		
El Bileği Eklem Ekstansiyonu	28.64±12.06	26.67±20.00	-0.04	0.97
El Bileği Eklem Fleksiyonu	25.45±13.87	32.78±22.93	-0.61	0.54
MKF Eklem Fleksiyonu	37.73±25.14	40.00±27.27	-0.34	0.73
MKF Eklem Ekstansiyonu	12.27±21.95	23.33±31.82	-0.67	0.50
PİF Eklem Ekstansiyonu	13.64±28.38	22.22±32.03	-0.99	0.32
PİF Eklem Fleksiyonu	32.27±28.75	46.11±35.07	-0.92	0.36
DİF Eklem Ekstansiyonu	5.45±12.14	15.00±23.72	-0.61	0.54
DİF Eklem Fleksiyonu	17.27±14.21	29.44±24.55	-0.96	0.34

Mann Whitney U Test

#### 4.2.1.2 Kas gücü

Deney grubu ve kontrol grubundaki hastaların tedavi öncesi MKT sonuçları Tablo 4.4'te gösterilmiştir. Hem deney grubunda hem de kontrol grubunda tedavi öncesinde MKT sonuçları açısından anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4.4: Deney ve kontrol grubunun tedavi öncesi MKT sonuçlarının karşılaştırılması**

	Grup		z	p
	Deney Grubu (n=11)	Kontrol Grubu (n=9)		
	Ort. ± S.S.	Ort. ± S.S.		
El Bileği Fleksiyonu	2.70±0.76	2.64±0.81	-0.08	0.94
El Bileği Ekstansiyonu	3.02±0.78	2.50±1.28	-1.09	0.27
MKF Fleksiyonu	2.91±0.77	2.83±0.98	-0.15	0.88
MKF Ekstansiyonu	1.91±1.01	2.03±1.01	-0.32	0.75
PİF Fleksiyonu (2. Parmak)	2.82±0.98	2.58±0.98	-0.57	0.57
PİF Fleksiyonu (3. Parmak)	2.82±0.98	2.75±0.99	-0.12	0.91
PİF Fleksiyonu (4. Parmak)	2.70±0.94	2.75±0.99	-0.17	0.87
PİF Fleksiyonu (5. Parmak)	2.65±0.89	2.58±1.21	-0.04	0.97
PİF Ekstansiyonu (2. Parmak)	1.57±1.25	1.61±1.29	-0.08	0.94
PİF Ekstansiyonu (3. Parmak)	1.52±1.19	1.72±1.18	-0.39	0.69
PİF Ekstansiyon (4. Parmak)	1.55±1.21	1.75±1.13	-0.42	0.68
PİF Ekstansiyonu (5. Parmak)	1.53±1.18	1.67±1.33	-0.17	0.87
DİF Ekstansiyonu (2. Parmak)	1.73±1.14	1.31±1.32	-0.78	0.44
DİF Ekstansiyonu (3. Parmak)	1.73±1.14	1.42±1.23	-0.55	0.58
DİF Ekstansiyonu (4. Parmak)	1.41±1.09	1.42±1.23	0.00	1.00
DİF Ekstansiyonu (5. Parmak)	1.23±0.95	1.22±1.31	-0.24	0.81
DİF Fleksiyonu (2. Parmak)	2.55±1.06	2.42±1.15	-0.23	0.82
DİF Fleksiyonu (3. Parmak)	2.52±1.03	2.61±0.89	0.00	1.00
DİF Fleksiyon (4. Parmak)	2.25±0.93	2.61±0.89	-0.82	0.41
DİF Fleksiyonu (5. Parmak)	2.10±0.93	2.33±1.13	-0.62	0.54
Başparmak Abdüksiyon	1.55±1.22	1.89±1.21	-0.78	0.44
Başparmak Addüksiyon	1.80±1.12	1.75±1.05	-0.12	0.91
Başparmak Fleksiyon	1.95±1.26	1.86±0.94	-0.35	0.73
Başparmak Ekstansiyon	1.73±1.29	1.56±1.19	-0.31	0.76

Mann Whitney U Test

#### 4.2.2 Deney ve Kontrol Gruplarının Tedavi Öncesi Spastisite Verilerinin Karşılaştırılması

Hem deney hem de kontrol grubunda tedavi öncesi MAS değerlerine bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ( $p>0.05$ ) (Tablo 4.5).

**Tablo 4.5: Deney ve kontrol grubunda tedavi öncesi spastisite sonuçlarının karşılaştırılması**

	Grup		z	p
	Deney Grubu (n=11)	Kontrol Grubu (n=9)		
	Ort. $\pm$ S.S.	Ort. $\pm$ S.S.		
MAS	0.09 $\pm$ 0.30	0.00 $\pm$ 0.00	-0.91	0.37

Mann Whitney U Test

#### 4.2.3 Deney ve Kontrol Gruplarının Tedavi Öncesi El Motor Fonksiyonları Verilerinin Karşılaştırılması

##### 4.2.3.1 Fugl-Meyer Değerlendirme Ölçeği

Hastaların gruplara göre tedavi öncesi FMDÖ'nin alt skalaları olan FMDÖ-ÜE, Duyu Değerlendirmesi, Pasif EHA Değerlendirmesi ve Eklem Ağrı Değerlendirmesi sonuçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p>0.05$ ) (Tablo 4.6).

**Tablo 4.6: Deney grubu ve kontrol grubu tedavi öncesi FMDÖ'nin alt skalaları olan FMDÖ-ÜE, Duyu Değerlendirmesi, Pasif EHA Değerlendirmesi ve Eklem Ağrı Değerlendirmesi sonuçlarının karşılaştırılması**

	Grup		Z	p
	Deney Grubu (n=11)	Kontrol Grubu (n=9)		
	Ort. ± S.S.	Ort. ± S.S.		
Refleks Aktivite	0.91±1.04	1.11±1.76	-0.09	0.93
Fleksör ve Ekstansör Sinerji	12.82±5.10	10.33±5.68	-1.11	0.27
Kombine Sinerjist Hareketler	4.09±1.97	3.33±2.06	-0.85	0.40
Sinerji Dışı Hareketler	3.73±2.57	2.89±2.09	-1.12	0.26
Normal Refleks Aktivite	0.18±0.41	0.11±0.33	-0.43	0.67
Bölüm A - Toplam Skor	21.73±9.78	18.00±9.33	-0.87	0.38
El Bileği Değerlendirmesi	5.09±3.33	3.78±3.07	-0.77	0.44
El Değerlendirmesi	4.64±4.76	4.56±3.91	-0.08	0.94
Koordinasyon ve Hız Değerlendirmesi	1.64±1.91	1.44±1.51	-0.20	0.84
Bölüm A-D - Toplam Skor	33.09±17.57	27.78±13.26	-0.80	0.43
Duyu Değerlendirmesi	9.00±4.05	6.11±3.06	-1.86	0.06
Pasif EHA Değerlendirmesi	23.73±0.65	23.44±1.13	-0.38	0.70
Eklem Ağrı Değerlendirmesi	23.82±0.41	23.44±1.67	-0.31	0.76

Mann-Whitney U Test

#### 4.2.3.2 Action Research Arm Test

Her iki grupta yer alan hastaların ARAT'inin alt skalaları ve toplam skoru tedavi öncesi değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık yoktu ( $p>0.05$ ) (Tablo 4.7).

**Tablo 4.7: Deney grubu ve kontrol grubunun tedavi öncesi ARAT'inin alt skalaları ve toplam skorundaki sonuçların karşılaştırılması**

	Grup		Z	p
	Deney Grubu (n=11)	Kontrol Grubu (n=9)		
	Ort. ± S.S.	Ort. ± S.S.		
Kaba Kavrama	5.55±7.76	4.56±5.41	-0.04	0.97
Kavrama	4.55±5.09	2.44±3.09	-0.80	0.42
İnce Tutuş (Ucuca Tutuş)	3.82±6.85	1.00±3.00	-0.98	0.33
Kaba Motor Hareket	6.36±3.33	4.67±3.94	-0.96	0.34
Toplam Skor	20.27±21.31	12.67±12.76	-0.69	0.49

Mann-Whitney U Test

#### 4.2.3.3 Motor Aktivite Günlüğü

Deney grubu ve kontrol grubundaki hastaların tedavi öncesi MAG alt skalaları olan Kullanım Düzeyi (KD) ve Kullanım Kalitesi (KK) sonuçları Tablo 4.8'de gösterilmiştir. Hem deney grubunda hem de kontrol grubunda Tedavi öncesi ve sonrasında MAG değerleri bakımından anlamlı farklılık bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4.8: Deney grubu ve kontrol grubunda tedavi öncesi ve sonrası MAG alt skalaları sonuçlarının karşılaştırılması**

	Grup		Z	P
	Deney Grubu (n=11)	Kontrol Grubu (n=9)		
	Ort. ± S.S.	Ort. ± S.S.		
Kullanım Düzeyi	0.73±1.10	0.11±0.33	-1.40	0.16
Kullanım Kalitesi	0.27±0.65	0.11±0.33	-0.49	0.63

Mann-Whitney U Test

### 4.3 GRUP İÇİ TEDAVİ ÖNCESİ VE TEDAVİ SONRASI VERİLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

#### 4.3.1 Deney ve Kontrol Gruplarının Tedavi Öncesi ve Sonrası Eklem Hareket Açıklığı ve Kas Gücü Verilerin Karşılaştırılması

##### 4.3.1.1 Eklem hareket açıklığı

Deney grubunun tedavi öncesi ve sonrası EHA ölçümlerinin karşılaştırılması Tablo 4.9'da gösterilmiştir. Deney grubunda tedavi öncesi ve sonrası elde edilen EHA değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

**Tablo 4.9: Deney grubunun tedavi öncesi ve sonrası EHA ölçümlerinin karşılaştırılması**

Deney Grubu (n=11)	Tedavi Öncesi Ort. $\pm$ S.S.	Tedavi Sonrası Ort. $\pm$ S.S.	z	P
El Bileği Eklem Ekstansiyonu	28.64 $\pm$ 12.06	44.55 $\pm$ 22.74	-2.81	<b>*0.005</b>
El Bileği Eklem Fleksiyonu	25.45 $\pm$ 13.87	45.45 $\pm$ 16.50	-2.81	<b>*0.005</b>
MKF Eklem Fleksiyonu	37.73 $\pm$ 25.14	63.18 $\pm$ 19.40	-2.67	<b>*0.008</b>
MKF Eklem Ekstansiyonu	12.27 $\pm$ 21.95	38.18 $\pm$ 28.66	-2.67	<b>*0.008</b>
PİF Eklem Ekstansiyonu	13.64 $\pm$ 28.38	52.27 $\pm$ 35.80	-2.67	<b>*0.008</b>
PİF Eklem Fleksiyonu	32.27 $\pm$ 28.75	75.45 $\pm$ 20.06	-2.67	<b>*0.008</b>
DİF Eklem Ekstansiyonu	5.45 $\pm$ 12.14	35.00 $\pm$ 29.41	-2.67	<b>*0.008</b>
DİF Eklem Fleksiyonu	17.27 $\pm$ 14.21	52.27 $\pm$ 20.78	-2.81	<b>*0.005</b>

Wilcoxon Signed Ranks Test

Kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrası EHA ölçümlerinin karşılaştırılması Tablo 4.10'da gösterilmiştir. Kontrol grubunda tedavi öncesi ve sonrası elde edilen EHA değerleri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

**Tablo 4.10: Kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrası EHA ölçümlerinin karşılaştırılması**

Kontrol Grubu (n=9)	Tedavi Öncesi Ort. $\pm$ S.S.	Tedavi Sonrası Ort. $\pm$ S.S.	Z	P
El Bileği Eklem Ekstansiyonu	26.67 $\pm$ 20.00	46.67 $\pm$ 16.96	-2.50	<b>*0.012</b>
El Bileği Eklem Fleksiyonu	32.78 $\pm$ 22.93	49.44 $\pm$ 16.29	-2.21	<b>*0.027</b>
MKF Eklem Fleksiyonu	40.00 $\pm$ 27.27	67.22 $\pm$ 17.34	-2.37	<b>*0.018</b>
MKF Eklem Ekstansiyonu	23.33 $\pm$ 31.82	46.11 $\pm$ 29.02	-2.53	<b>*0.012</b>
PİF Eklem Ekstansiyonu	22.22 $\pm$ 32.03	49.44 $\pm$ 36.18	-2.54	<b>*0.011</b>
PİF Eklem Fleksiyonu	46.11 $\pm$ 35.07	77.78 $\pm$ 19.70	-2.52	<b>*0.012</b>
DİF Eklem Ekstansiyonu	15.00 $\pm$ 23.72	28.33 $\pm$ 25.50	-2.38	<b>*0.017</b>
DİF Eklem Fleksiyonu	29.44 $\pm$ 24.55	42.78 $\pm$ 19.38	-2.39	<b>*0.017</b>

Wilcoxon Signed Ranks Test

#### 4.3.1.2 Kas gücü

Deney grubunun tedavi öncesi ve sonrası MKT sonuçlarının karşılaştırılması Tablo 4.11’de gösterilmiştir. Deney grubunda tedavi öncesi ve sonrası elde edilen MKT sonuçları açısından 2. parmak DİF ekstansiyonu ( $p>0.05$ ) dışındaki diğer eklemlerin MKT sonuçların istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ( $p<0.05$ ).

**Tablo 4.11: Deney grubunun tedavi öncesi ve sonrası MKT sonuçlarının karşılaştırılması**

Deney Grubu (n=11)	Tedavi Öncesi Ort. ± S.S.	Tedavi Sonrası Ort. ± S.S.	Z	P
El Bileği Fleksiyonu	2.70±0.76	3.95±0.83	-2.94	<b>*0.003</b>
El Bileği Ekstansiyonu	3.02±0.78	3.84±1.00	-2.81	<b>*0.005</b>
MKF Fleksiyonu	2.91±0.77	4.32±0.84	-2.94	<b>*0.003</b>
MKF Ekstansiyonu	1.91±1.01	2.95±0.84	-2.67	<b>*0.008</b>
PİF Fleksiyonu (2. Parmak)	2.82±0.98	4.18±0.73	-2.81	<b>*0.005</b>
PİF Fleksiyonu (3. Parmak)	2.82±0.98	4.20±0.73	-2.81	<b>*0.005</b>
PİF Fleksiyonu (4. Parmak)	2.70±0.94	4.13±0.76	-2.67	<b>*0.008</b>
PİF Fleksiyonu (5. Parmak)	2.65±0.89	3.63±0.63	-2.44	<b>*0.015</b>
PİF Ekstansiyonu (2. Parmak)	1.57±1.25	2.73±1.01	-2.81	<b>*0.005</b>
PİF Ekstansiyonu (3. Parmak)	1.52±1.19	2.86±1.06	-2.67	<b>*0.008</b>
PİF Ekstansiyon (4. Parmak)	1.55±1.21	2.73±0.95	-2.53	<b>*0.012</b>
PİF Ekstansiyonu (5. Parmak)	1.53±1.18	2.63±0.94	-2.52	<b>*0.012</b>
DİF Ekstansiyonu (2. Parmak)	1.73±1.14	2.41±1.10	-1.70	0.089
DİF Ekstansiyonu (3. Parmak)	1.73±1.14	2.55±1.01	-1.97	<b>*0.049</b>
DİF Ekstansiyonu (4. Parmak)	1.41±1.09	2.53±0.95	-2.39	<b>*0.017</b>
DİF Ekstansiyonu (5. Parmak)	1.23±0.95	2.48±0.89	-2.53	<b>*0.011</b>
DİF Fleksiyonu (2. Parmak)	2.55±1.06	3.86±0.55	-2.81	<b>*0.005</b>
DİF Fleksiyonu (3. Parmak)	2.52±1.03	3.93±0.57	-2.94	<b>*0.003</b>
DİF Fleksiyon (4. Parmak)	2.25±0.93	3.88±0.64	-2.81	<b>*0.005</b>
DİF Fleksiyonu (5. Parmak)	2.10±0.93	3.40±0.66	-2.68	<b>*0.007</b>
Başparmak Abdüksiyon	1.55±1.22	3.11±0.74	-2.94	<b>*0.003</b>
Başparmak Addüksiyon	1.80±1.12	3.43±1.17	-2.95	<b>*0.003</b>
Başparmak Fleksiyon	1.95±1.26	3.82±0.74	-2.94	<b>*0.003</b>
Başparmak Ekstansiyon	1.73±1.29	3.09±0.83	-2.81	<b>*0.005</b>

Wilcoxon Signed Ranks Test

Kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrası MKT sonuçlarının karşılaştırılması Tablo 4.12'de gösterilmiştir. Kontrol grubunda tedavi öncesi ve sonrası elde edilen MKT sonuçları açısından istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ( $p<0.05$ ).



**Tablo 4.12: Kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrası MKT sonuçlarının karşılaştırılması**

Kontrol Grubu (n=9)	Tedavi Öncesi Ort. $\pm$ S.S.	Tedavi Sonrası Ort. $\pm$ S.S.	Z	P
El Bileği Fleksiyonu	2.64 $\pm$ 0.81	3.64 $\pm$ 0.88	-2.32	<b>*0.021</b>
El Bileği Ekstansiyonu	2.50 $\pm$ 1.28	3.47 $\pm$ 0.42	-2.09	<b>*0.037</b>
MKF Fleksiyonu	2.83 $\pm$ 0.98	3.83 $\pm$ 0.57	-2.38	<b>*0.017</b>
MKF Ekstansiyonu	2.03 $\pm$ 1.01	3.08 $\pm$ 0.54	-2.37	<b>*0.018</b>
PİF Fleksiyonu (2. Parmak)	2.58 $\pm$ 0.98	3.58 $\pm$ 0.64	-2.38	<b>*0.017</b>
PİF Fleksiyonu (3. Parmak)	2.75 $\pm$ 0.99	3.72 $\pm$ 0.58	-2.39	<b>*0.017</b>
PİF Fleksiyonu (4. Parmak)	2.75 $\pm$ 0.99	3.64 $\pm$ 0.40	-2.32	<b>*0.021</b>
PİF Fleksiyonu (5. Parmak)	2.58 $\pm$ 1.21	3.47 $\pm$ 0.34	-2.18	<b>*0.030</b>
PİF Ekstansiyonu (2. Parmak)	1.61 $\pm$ 1.29	2.67 $\pm$ 0.86	-2.37	<b>*0.018</b>
PİF Ekstansiyonu (3. Parmak)	1.72 $\pm$ 1.18	2.83 $\pm$ 0.68	-2.39	<b>*0.017</b>
PİF Ekstansiyon (4. Parmak)	1.75 $\pm$ 1.13	2.81 $\pm$ 0.67	-2.38	<b>*0.017</b>
PİF Ekstansiyonu (5. Parmak)	1.67 $\pm$ 1.33	2.75 $\pm$ 0.60	-2.26	<b>*0.024</b>
DİF Ekstansiyonu (2. Parmak)	1.31 $\pm$ 1.32	2.36 $\pm$ 0.98	-2.45	<b>*0.014</b>
DİF Ekstansiyonu (3. Parmak)	1.42 $\pm$ 1.23	2.44 $\pm$ 0.84	-2.45	<b>*0.014</b>
DİF Ekstansiyonu (4. Parmak)	1.42 $\pm$ 1.23	2.42 $\pm$ 0.81	-2.40	<b>*0.017</b>
DİF Ekstansiyonu (5. Parmak)	1.22 $\pm$ 1.31	2.44 $\pm$ 0.79	-2.25	<b>*0.024</b>
DİF Fleksiyonu (2. Parmak)	2.42 $\pm$ 1.15	3.22 $\pm$ 0.55	-2.25	<b>*0.024</b>
DİF Fleksiyonu (3. Parmak)	2.61 $\pm$ 0.89	3.53 $\pm$ 0.34	-2.44	<b>*0.015</b>
DİF Fleksiyon (4. Parmak)	2.61 $\pm$ 0.89	3.56 $\pm$ 0.39	-2.44	<b>*0.015</b>
DİF Fleksiyonu (5. Parmak)	2.33 $\pm$ 1.13	3.47 $\pm$ 0.34	-2.49	<b>*0.013</b>
Başparmak Abdüksiyon	1.89 $\pm$ 1.21	2.69 $\pm$ 1.03	-2.00	<b>*0.046</b>
Başparmak Addüksiyon	1.75 $\pm$ 1.05	2.92 $\pm$ 1.05	-2.38	<b>*0.018</b>
Başparmak Fleksiyon	1.86 $\pm$ 0.94	3.56 $\pm$ 0.67	-2.69	<b>*0.007</b>
Başparmak Ekstansiyon	1.56 $\pm$ 1.19	2.97 $\pm$ 0.49	-2.43	<b>*0.015</b>

Wilcoxon Signed Ranks Test

### 4.3.2 Deney ve Kontrol Gruplarının Tedavi Öncesi Ve Tedavi Sonrası Spastisite Verilerinin Karşılaştırılması

Deney grubunda tedavi öncesi, 5. seans sonrası, 10. seans sonrası ve 15. seans sonrası MAS değerlerine bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır ( $p>0.05$ ) (Tablo 4.13).

**Tablo 4.13: Deney grubunda tedavi öncesi, 5. seans sonrası, 10. seans sonrası ve 15. seans sonrası spastisite sonuçlarının karşılaştırılması**

Deney Grubu (n=11) Ort. $\pm$ S.S.	Tedavi Öncesi	5. Seans Sonra	10. Seans Sonra	15. Seans Sonra	P
MAS	0.09 $\pm$ 0.30	0.00 $\pm$ 0.00 <sup>a</sup>	0.09 $\pm$ 0.30	0.20 $\pm$ 0.46	0.49

a. İki grupta S.S. 0 (sıfır) olduğundan t hesaplanamadı.

Friedman Test

Kontrol grubunda tedavi öncesi, 5. seans sonrası, 10. seans sonrası ve 15. seans sonrası MAS değerlerine bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik saptanmamıştır ( $p>0.05$ ) (Tablo 4.14).

### 4.3.3 Deney ve Kontrol Gruplarının Tedavi Öncesi Ve Tedavi Sonrası El Motor Fonksiyonları Verilerinin Karşılaştırılması

#### 4.3.3.1 Fugl-Meyer Değerlendirme Ölçeği

Deney grubunun tedavi öncesi ve sonrası FMDÖ'nin alt skalaları olan FMDÖ\_ÜE, Duyu Değerlendirmesi, Pasif EHAD Değerlendirmesi ve Eklem Ağrı Değerlendirmesi sonuçları arasında fleksör ve ekstansör sinerji, kombine sinerjist hareketler, A

bölümünün toplam skoru, el bileği değerlendirmesi, el değerlendirmesi ve motor fonksiyonu temsil eden A'dan D'ye olan bölümlerin toplam skoru açısından istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Geri kalan bölümler olan refleks aktivite, sinerji dışı hareketler, normal refleks aktivite, koordinasyon ve hız değerlendirmesi, Duyu Değerlendirmesi, Pasif EHA Değerlendirmesi ve Eklem Ağrı Değerlendirmesi sonuçları açısından anlamlı gelişmeler bulunmamıştır ( $p>0.05$ ) (Tablo 4.14).

**Tablo 4.14: Deney grubunda tedavi öncesi ve sonrası FMDÖ'nin alt skalaları olan FMDÖ-ÜE, Duyu Değerlendirmesi, Pasif EHA Değerlendirmesi ve Eklem Ağrı Değerlendirmesi sonuçlarının karşılaştırılması**

Deney Grubu (n=11)	Tedavi Öncesi Ort. $\pm$ S.S.	Tedavi Sonrası Ort. $\pm$ S.S.	z	p
Refleks Aktivite	0.91 $\pm$ 1.04	1.27 $\pm$ 1.35	-1.00	0.317
Fleksör ve Ekstansör Sinerji	12.82 $\pm$ 5.10	15.36 $\pm$ 3.41	-2.12	<b>*0.034</b>
Kombine Sinerjist Hareketler	4.09 $\pm$ 1.97	4.91 $\pm$ 1.70	-1.98	<b>*0.047</b>
Sinerji Dışı Hareketler	3.73 $\pm$ 2.57	4.36 $\pm$ 2.38	-1.84	0.066
Normal Refleks Aktivite	0.18 $\pm$ 0.41	0.45 $\pm$ 0.69	-1.34	0.180
Bölüm A - Toplam Skor	21.73 $\pm$ 9.78	26.36 $\pm$ 8.13	-2.38	<b>*0.018</b>
El Bileği Değerlendirmesi	5.09 $\pm$ 3.33	7.09 $\pm$ 3.53	-2.10	<b>*0.036</b>
El Değerlendirmesi	4.64 $\pm$ 4.76	10.27 $\pm$ 3.95	-2.67	<b>*0.008</b>
Koordinasyon ve Hız Değerlendirmesi	1.64 $\pm$ 1.91	3.00 $\pm$ 2.05	-1.83	0.068
Bölüm A-D - Toplam Skor	33.09 $\pm$ 17.57	46.73 $\pm$ 15.94	-2.70	<b>*0.007</b>
Duyu Değerlendirmesi	9.00 $\pm$ 4.05	10.18 $\pm$ 3.28	-1.84	0.066
Pasif EHA Değerlendirmesi	23.73 $\pm$ 0.65	24.00 $\pm$ 0.00	-1.34	0.180
Eklem Ağrı Değerlendirmesi	23.82 $\pm$ 0.41	23.36 $\pm$ 1.12	-1.23	0.221

Wilcoxon Signed Ranks Test

Kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrası FMDÖ'nin alt skalaları olan FMDÖ-ÜE, Duyu Değerlendirmesi, Pasif EHA Değerlendirmesi ve Eklem Ağrı Değerlendirmesi sonuçları arasında fleksör ve ekstansör sinerji, kombine sinerjist hareketler, sinerji dışı hareketler, A bölümünün toplam skoru, el bileği değerlendirmesi, el değerlendirmesi ve motor fonksiyonu temsil eden A'dan D'ye olan bölümlerin toplam skoru açısından

istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler bulunmuştur ( $p<0.05$ ). Geri kalan bölümler olan refleks aktivite, normal refleks aktivite, koordinasyon ve hız değerlendirmesi, Duyu Değerlendirmesi, Pasif EHA Değerlendirmesi ve Eklem Ağrı Değerlendirmesi sonuçları açısından anlamlı gelişmeler bulunmamıştır ( $p>0.05$ ) (Tablo 4.15).

**Tablo 4.15: Kontrol grubunda tedavi öncesi ve sonrası FMDÖ'nin alt skalaları olan FMDÖ-ÜE, Duyu Değerlendirmesi, Pasif EHA Değerlendirmesi ve Eklem Ağrı Değerlendirmesi sonuçlarının karşılaştırılması**

Kontrol Grubu (n=9)	Tedavi Öncesi Ort. $\pm$ S.S.	Tedavi Sonrası Ort. $\pm$ S.S.	z	P
Refleks Aktivite	1.11 $\pm$ 1.76	1.11 $\pm$ 1.76	0.00	1.000
Fleksör ve Ekstansör Sinerji	10.33 $\pm$ 5.68	15.00 $\pm$ 4.30	-2.68	<b>*0.007</b>
Kombine Sinerjist Hareketler	3.33 $\pm$ 2.06	5.00 $\pm$ 1.80	-2.75	<b>*0.006</b>
Sinerji Dışı Hareketler	2.89 $\pm$ 2.09	4.22 $\pm$ 1.99	-2.81	<b>*0.005</b>
Normal Refleks Aktivite	0.11 $\pm$ 0.33	0.33 $\pm$ 0.71	-1.00	0.317
Bölüm A - Toplam Skor	18.00 $\pm$ 9.33	25.67 $\pm$ 8.05	-2.69	<b>*0.007</b>
El Bileği Değerlendirmesi	3.78 $\pm$ 3.07	7.33 $\pm$ 2.12	-2.49	<b>*0.013</b>
El Değerlendirmesi	4.56 $\pm$ 3.91	10.33 $\pm$ 2.50	-2.68	<b>*0.007</b>
Koordinasyon ve Hız Değerlendirmesi	1.44 $\pm$ 1.51	2.22 $\pm$ 1.79	-1.89	0.059
Bölüm A-D - Toplam Skor	27.78 $\pm$ 13.26	45.56 $\pm$ 11.53	-2.68	<b>*0.007</b>
Duyu Değerlendirmesi	6.11 $\pm$ 3.06	7.44 $\pm$ 4.00	-1.45	0.147
Pasif EHA Değerlendirmesi	23.44 $\pm$ 1.13	23.67 $\pm$ 1.00	-1.00	0.317
Eklem Ağrı Değerlendirmesi	23.44 $\pm$ 1.67	23.44 $\pm$ 1.13	0.00	1.000

Wilcoxon Signed Ranks Test

#### 4.3.3.2 Action Research Arm Test

Deney grubunun tedavi öncesi ve sonrası ARAT'inin alt skalalarında kaba motor hareket hariç tüm hepsi ve toplam skoru arasında istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler bulunmuştur ( $p<0.05$ ) (Tablo 4.16).

**Tablo 4.16: Deney grubunda tedavi öncesi ve sonrası ARAT'inin alt skalaları ve toplam skorundaki sonuçların karşılaştırılması**

Deney Grubu (n=11)	Tedavi Öncesi Ort. ± S.S.	Tedavi Sonrası Ort. ± S.S.	Z	p
Kaba Kavrama	5.55±7.76	11.82±7.25	-2.68	<b>*0.007</b>
Kavrama	4.55±5.09	8.45±4.32	-2.53	<b>*0.011</b>
İnce Tutuş (Ucuca Tutuş)	3.82±6.85	8.36±8.18	-2.37	<b>*0.018</b>
Kaba Motor Hareket	6.36±3.33	7.36±2.50	-1.89	0.059
Toplam Skor	20.27±21.31	36.00±21.01	-2.81	<b>*0.005</b>

Wilcoxon Signed Ranks Test

Kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrası ARAT'inin alt skalaları ve toplam skoru arasında istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler görülmüştür ( $p<0.05$ ) (Tablo 4.17).

**Tablo 4.17: Kontrol grubunda tedavi öncesi ve sonrası ARAT'inin alt skalaları ve toplam skorundaki sonuçların karşılaştırılması**

Kontrol Grubu (n=9)	Tedavi Öncesi Ort. ± S.S.	Tedavi Sonrası Ort. ± S.S.	Z	p
Kaba Kavrama	4.56±5.41	13.11±7.06	-2.52	<b>*0.012</b>
Kavrama	2.44±3.09	7.00±4.27	-2.52	<b>*0.012</b>
İnce Tutuş (Ucuca Tutuş)	1.00±3.00	5.33±5.41	-2.20	<b>*0.028</b>
Kaba Motor Hareket	4.67±3.4	7.22±2.59	-2.21	<b>*0.027</b>
Toplam Skor	12.67±12.76	32.67±17.99	-2.67	<b>*0.008</b>

Wilcoxon Signed Ranks Test

#### 4.3.3.3 Motor Aktivite Günlüğü

Deney grubunun tedavi öncesi ve sonrası MAG ölçeğinin alt skalaları olan KD ve KK skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler görülmüştür ( $p<0.05$ ) (Tablo 4.18).

**Tablo 4.18: Deney grubunun tedavi öncesi ve sonrası MAG alt skalaları sonuçlarının karşılaştırılması**

Deney Grubu (n=11)	Tedavi Öncesi Ort. $\pm$ S.S.	Tedavi Sonrası Ort. $\pm$ S.S.	Z	p
Kullanım Düzeyi	0.73 $\pm$ 1.10	2.00 $\pm$ 1.48	-2.40	<b>*0.016</b>
Kullanım Kalitesi	0.27 $\pm$ 0.65	1.64 $\pm$ 1.43	-2.43	<b>*0.015</b>

Wilcoxon Signed Ranks Test

Kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrası MAG ölçeğinin alt skalaları olan KD ve KK skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler görülmüştür ( $p < 0.05$ ) (Tablo 4.19).

**Tablo 4.19: Kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrası MAG alt skalaları sonuçlarının karşılaştırılması**

Kontrol Grubu (n=9)	Tedavi Öncesi Ort. $\pm$ S.S.	Tedavi Sonrası Ort. $\pm$ S.S.	z	P
Kullanım Düzeyi	0.11 $\pm$ 0.33	1.22 $\pm$ 1.30	-2.26	<b>*0.024</b>
Kullanım Kalitesi	0.11 $\pm$ 0.33	1.11 $\pm$ 1.36	-2.06	<b>*0.039</b>

Wilcoxon Signed Ranks Test

## 4.4 GRUPLAR ARASI KLİNİK TESTLERDE ELDE EDİLEN DEĞİŞİM ORTALAMALARININ KARŞILAŞTIRILMASI

### 4.4.1 Deney ve Kontrol Gruplarının Tedavi Öncesi ve Sonrası Eklem Hareket Açıklığı ve Kas Gücü Verilerinde Meydana Gelen Değişim Ortalamalarının Karşılaştırılması

#### 4.4.1.1 Eklem Hareket Açıklığı

Gruplar arası EHA ölçümü sonuçlarında meydana gelen değişim ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 4.20’de verildi. Tedavi öncesi ve sonrası arasındaki farklılıklara bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4.20: Gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası EHA değerlendirmesi sonuçlarında meydana gelen değişim ortalamalarının karşılaştırılması**

	Grup		z	p
	Deney Grubu (n=11)	Kontrol Grubu (n=9)		
	Ort. ± S.S.	Ort. ± S.S.		
El Bileği Eklem Ekstansiyonu	15.91±12.61	20.00±13.46	-1.11	0.27
El Bileği Eklem Fleksiyonu	20.00±14.83	16.67±17.68	-0.58	0.57
MKF Eklem Fleksiyonu	25.45±21.27	27.22±27.85	-0.08	0.94
MKF Eklem Ekstansiyonu	25.91±27.82	22.78±24.51	-0.08	0.94
PİF Eklem Ekstansiyonu	25.00±31.94	21.11±22.05	-0.20	0.85
PİF Eklem Fleksiyonu	43.18±31.17	31.67±30.10	-0.69	0.50
DİF Eklem Ekstansiyonu	19.09±25.87	11.11±15.16	-0.40	0.70
DİF Eklem Fleksiyonu	35.00±28.64	13.33±9.35	-1.66	0.10

Mann Whitney U Test

#### 4.4.1.2 Kas Gücü

Gruplar arası MKT’nde meydana gelen gelişmelere bakıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ( $p>0.05$ ) (Tablo 4.21).

**Tablo 4.21: Gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası MKT değerlendirmesi sonuçlarında meydana gelen değişim ortalamalarının karşılaştırılması**

	Grup		Z	p
	Deney Grubu (n=11)	Kontrol Grubu (n=9)		
	Ort. ± S.S.	Ort. ± S.S.		
El Bileği Fleksiyonu	1.25±0.87	1.00±1.02	-0.54	0.59
El Bileği Ekstansiyonu	0.82±0.59	0.97±1.15	-0.19	0.85
MKF Fleksiyonu	1.41±0.56	1.00±0.90	-1.53	0.13
MKF Ekstansiyonu	1.05±0.96	1.06±0.88	-0.42	0.67
PİF Fleksiyonu (2. Parmak)	1.36±1.24	1.00±0.82	-0.50	0.62
PİF Fleksiyonu (3. Parmak)	1.39±1.25	0.97±0.83	-0.61	0.54
PİF Fleksiyonu (4. Parmak)	1.30±1.24	0.89±0.82	-0.69	0.49
PİF Fleksiyonu (5. Parmak)	0.89±1.00	0.89±1.02	0.00	1.00
PİF Ekstansiyonu (2. Parmak)	1.16±1.00	1.06±0.85	-0.23	0.82
PİF Ekstansiyonu (3. Parmak)	1.34±1.27	1.11±0.96	-0.31	0.76
PİF Ekstansiyon (4. Parmak)	1.07±1.01	1.06±0.85	-0.08	0.94
PİF Ekstansiyonu (5. Parmak)	1.00±0.97	1.08±1.05	-0.42	0.67
DİF Ekstansiyonu (2. Parmak)	0.68±1.13	1.06±0.97	-0.89	0.37
DİF Ekstansiyonu (3. Parmak)	0.82±1.21	1.03±0.82	-0.42	0.67
DİF Ekstansiyonu (4. Parmak)	0.89±0.92	1.00±0.83	-0.27	0.79
DİF Ekstansiyonu (5. Parmak)	1.02±0.95	1.22±1.15	-0.23	-0.82
DİF Fleksiyonu (2. Parmak)	1.32±1.04	0.81±1.05	-1.30	0.19
DİF Fleksiyonu (3. Parmak)	1.41±1.03	0.92±0.76	-0.99	0.32
DİF Fleksiyon (4. Parmak)	1.48±1.06	0.94±0.78	-1.11	0.27
DİF Fleksiyonu (5. Parmak)	1.18±1.01	1.14±0.97	-0.08	0.94
Başparmak Abdüksiyon	1.57±1.16	0.81±0.93	-1.56	0.12
Başparmak Addüksiyon	1.64±1.09	1.17±1.05	-0.81	0.42
Başparmak Fleksiyon	1.86±1.24	1.69±0.46	-0.50	0.62
Başparmak Ekstansiyon	1.36±1.23	1.42±1.12	-0.27	0.79

Mann Whitney U Test



#### 4.4.2 Deney ve Kontrol Gruplarının Tedavi Öncesi ve Sonrası Spastisite Verilerinde Meydana Gelen Değişim Ortalamalarının Karşılaştırılması

Tedavi öncesi ve sonrası spastisite MAS ile değerlendirilen spastisite sonuçları karşılaştırıldığında gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamadı ( $p>0.05$ ) (Tablo 4.22).

**Tablo 4.22: Gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası spastisite sonuçlarında meydana gelen değişim ortalamalarının karşılaştırılması**

	Grup		z	p
	Deney Grubu (n=11)	Kontrol Grubu (n=9)		
	Ort. $\pm$ S.S.	Ort. $\pm$ S.S.		
MAS	0.09 $\pm$ 0.54	0.00 $\pm$ 0.00	-0.55	0.58

Mann Whitney U Test

#### 4.4.3 Deney ve Kontrol Gruplarının Tedavi Öncesi Ve Tedavi Sonrası El Motor Fonksiyonları Verilerinde Meydana Gelen Değişim Ortalamalarının Karşılaştırılması

##### 4.4.3.1 Fugl-Meyer Değerlendirme Ölçeği

Tedavi sonrası her iki grupta da FMDÖ'nin alt skalalarında gelişme elde edilmesine karşın elde edilen değişim farkları açısından gruplar arasında istatistiksel olarak farklılık yoktu ( $p>0.05$ ) (Tablo 4.23).

**Tablo 4.23: Gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası FMDÖ'nin alt skalaları olan FMDÖ-ÜE, Duyu Değerlendirmesi, Pasif EHA Değerlendirmesi ve Eklem Ağrı Değerlendirmesi sonuçlarında meydana gelen değişim ortalamalarının karşılaştırılması**

	Grup		z	p
	Deney Grubu (n=11)	Kontrol Grubu (n=9)		
	Ort. ± S.S.	Ort. ± S.S.		
Refleks Aktivite	0.36±1.21	0.00±0.00	-0.98	0.33
Fleksör ve Ekstansör Sinerji	2.55±3.86	4.67±3.46	-1.76	0.08
Kombine Sinerjist Hareketler	0.82±1.17	1.67±1.32	-1.49	0.14
Sinerji Dışı Hareketler	0.64±1.03	1.33±0.71	-2.16	0.03
Normal Refleks Aktivite	0.27±0.65	0.22±0.67	-0.37	0.71
Bölüm A - Toplam Skor	4.64±5.97	7.67±5.27	-1.77	0.08
El Bileği Değerlendirmesi	2.00±2.65	3.56±2.92	-1.04	0.30
El Değerlendirmesi	5.64±4.39	5.78±3.38	0.00	1.00
Koordinasyon ve Hız Değerlendirmesi	1.36±2.11	0.78±1.30	-0.13	0.90
Bölüm A-D - Toplam Skor	13.64±12.04	17.78±9.82	-1.00	0.32
Duyu Değerlendirmesi	1.18±2.68	1.33±2.24	-1.12	0.26
Pasif EHA Değerlendirmesi	0.27±0.65	0.22±0.67	-0.37	0.71
Eklem Ağrı Değerlendirmesi	-0.45±1.29	0.00±1.00	-0.49	0.62

Mann-Whitney U Test

#### 4.4.3.2 Action Research Arm Test

Tedavi öncesi ve sonrası ARAT'nin alt skalaları ve toplam skorundan elde edilen sonuçlardaki meydana gelen değişim ortalamalarının karşılaştırılması Tablo 4.24'te verildi. Gruplar arasındaki sonuçların farkları bakımından istatistiksel olarak anlamlı farklılık olmadığı gözlemlendi ( $p>0.05$ ).

**Tablo 4.24: Gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası ARAT'inin alt skalaları ve toplam skorundaki meydana gelen değişim ortalamalarının karşılaştırılması**

	Grup		z	p
	Deney Grubu (n=11)	Kontrol Grubu (n=9)		
	Ort. ± S.S.	Ort. ± S.S.		
Kaba Kavrama	6.27±6.12	8.56±6.11	-0.88	0.38
Kavrama	3.91±3.91	4.56±2.56	-0.69	0.49
İnce Tutuş (Ucuca Tutuş)	4.55±5.73	4.33±4.33	-0.16	0.88
Kaba Motor Hareket	1.00±1.41	2.56±2.96	-1.35	0.18
Toplam Skor	15.73±14.41	20.00±11.61	-0.95	0.34

Mann-Whitney U Test

#### 4.3.3.3 Motor Aktivite Günlüğü

Deney grubu ve kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrasında elde edilen MAG alt skalaları sonuç farkları karşılaştırıldığında gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmemiştir ( $p>0.05$ ) (Tablo 4.25).

**Tablo 4.25: Gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası MAG alt skalaları sonuçlarında meydana gelen değişim ortalamalarının karşılaştırılması**

	Grup		z	p
	Deney Grubu (n=11)	Kontrol Grubu (n=9)		
	Ort. ± S.S.	Ort. ± S.S.		
Kullanım Düzeyi	1.27±1.27	1.11±1.27	-0.24	0.81
Kullanım Kalitesi	1.36±1.36	1.00±1.32	-0.56	0.58

Mann-Whitney U Test

## 5. TARTIŞMA

Akut iskemik inme hastalarında geleneksel rehabilitasyon programına ek olarak uygulanan robotik rehabilitasyon programının hastaların el fonksiyonları üzerindeki etkisini belirlemeyi amaçladığımız çalışmamızda ayrı ayrı hem geleneksel hem de robotik rehabilitasyon grubunun EHA, kas gücü, MAG skorlarında tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı farklar bulunmuştur. ARAT sonuçları açısından robotik rehabilitasyon grubunda kaba motor hareketler hariç tüm parametrelerinde geleneksel rehabilitasyon grubunda ise tüm parametrelerde tedavi öncesine göre istatistiksel olarak anlamlı farklar gözlemlenirken; FMDÖ-ÜE'nin alt skalalarına bakıldığında robotik rehabilitasyon ve geleneksel tedavi grubunda istatistiksel olarak fark görülmeyen maddelerin sinerji dışı hareketler bölümü hariç aynı olduğu tespit edilmiştir. EMG ile yapılan incelemede veriler ciddi bir ölçüde artmış ve tepki süreleri de buna paralel olarak azalmıştır.

Literatüre bakıldığında inme rehabilitasyonunda kullanılmak üzere bir çok rehabilitasyon robotu üretilmektedir (Andreasen et al., 2005; Bolmsjo, Neveryd, & Efring, 1995; Charles, Krebs, Volpe, Lynch, & Hogan, 2005; Rosier et al., 1991) ve bu cihazların nörolojik rehabilitasyon programlarına dahil edildiği görülmektedir (Fasoli, Krebs, & Hogan, 2004; H. I. Krebs et al., 2003; P. S. Lum et al., 2005). İnme sonrası üst ekstremitedeki motor fonksiyonların geri kazanımı alt ekstremiteye oranla oldukça zordur (J.-C. Chen et al., 2005; Cirstea & Levin, 2000; Nelles et al., 2001). Rehabilitasyon sonrası üst ekstremitenin proksimal motor fonksiyonlarında meydana gelen iyileşme oldukça iyi iken, distal eklemlerdeki geri kazanım oldukça zordur (Ho et al., 2011). Buna karşın literatüre bakıldığında omuz ve dirsek eklemleri için robotik cihaz üretimi ve kullanımı yaygınken (Andreasen et al., 2005; Colombo et al., 2005a; Fasoli et al., 2003; Fasoli, Krebs, Stein, et al., 2004; K. Kiguchi, Tanaka, & Fukuda, 2004; Hermano I. Krebs et al., 2004; Loureiro, Amirabdollahian, Topping, Driessen, & Harwin, 2003b; Stein et al., 2004), el bileği ve el gibi motor fonksiyon geri kazanımı sınırlı olan ve

rehabilitasyon programında yardımcı birçok tedaviye ihtiyacı duyulan eklemler için üretilen rehabilitasyon robotları oldukça azdır (X. Hu et al., 2013; Koeneman et al., 2004; Nef et al., 2007; Schabowsky et al., 2010; Takahashi et al., 2005a).

İnme sonrası meydana gelen iyileşme nöroplastisite ile ilgilidir (Chang & Kim, 2013; Díaz et al., 2011; Dimyan & Cohen, 2011; Forrester et al., 2008; Mang et al., 2013; Selzer et al., 2006). İlk aylarda nöroplastisitenin hemen başladığı ve akut dönemde hızlı olduğu bilinmektedir. Bu nedenle nörolojik rehabilitasyon sürecinin inme geçirildikten sonra mümkün olan en kısa sürede başlanması oldukça önemlidir (Knecht et al., 2011; Langhorne et al., 2011; Levin & Grafman, 2000). Akut dönemdeki rehabilitasyon programlarında en önemli iki parametre tedavinin sıklığı ve yoğunluğudur (Bayona et al., 2005; Coleman et al., 2017; M.-H. Hu et al., 2010; Teasell & Kalra, 2005). Literatür incelendiğinde inme sonrası yoğun ve sık tedaviye yer verilen rehabilitasyon programının hastanın motor fonksiyonlarının iyileşmesine katkıda bulunduğu görülmektedir (Eriksson et al., 2005; Fasoli, Krebs, & Hogan, 2004; Frisoli et al., 2012; Kan et al., 2011). Bu bilgiler doğrultusunda çalışmamız geleneksel ve robotik tedaviye bir aylık inme süresini doldurmadan önce başlanacak şekilde düzenlenmiştir.

Robotik rehabilitasyonun sağladığı avantajlarda biri olan yoğun ve kaliteli hareket üretimi inme rehabilitasyonu için oldukça önemli rol oynamaktadır (Carey, 2012; Di Pino et al., 2014; Frisoli et al., 2012). Bu sebeple çalışmamızda haftada 5 gün olacak şekilde 3 hafta boyunca yoğun bir tedavi protokolü takip edilmiştir. Literatüre bakıldığında robotik rehabilitasyonun üst ekstremitte motor fonksiyonlarının geri kazanımına yardımcı olduğu gösterilmektedir (Colombo et al., 2005b; J. J. Daly et al., 2005; Ho et al., 2011; P. S. Lum et al., 2005; Macclellan et al., 2005; Stefano Masiero, Celia, et al., 2007). Çalışmamızda motor fonksiyonları ve üst ekstremitenin günlük yaşamdaki kullanımını yansıtmak üzere kullandığımız EHA, MKT, ARAT ve MAG skorlarına bakıldığında deney grubu kontrol grubuna göre literatürleri destekler şekilde daha anlamlı değişiklikler gösterdi.

Literatürde birçok çalışma subakut ve kronik inme sonrası uygulanan robotik rehabilitasyonun üst ekstremitte motor fonksiyonların geri kazanımını yardımcı olduğu yönündedir (Ang et al., 2009; Colombo et al., 2005b; J. J. Daly et al., 2005; Fasoli et al., 2003; Fasoli, Krebs, Stein, et al., 2004; Stefan Hesse et al., 2003; Ho et al., 2011; Kahn et al., 2006; Lu, Tong, Shin, Li, & Zhou, 2017; Peter S. Lum et al., 2002; Macclellan et al., 2005; Mazzoleni et al., 2013; Nam et al., 2017; Pila et al., 2017; Qian et al., 2017; Schabowsky et al., 2010; Stein et al., 2004; Susanto, Tong, Ockenfeld, et al., 2015), fakat akut dönemdeki hastalarda robotik rehabilitasyonun etkinliğini destekleyen çalışma oldukça azdır (S. Masiero et al., 2011; Stefano Masiero, Celia, et al., 2007). Bu sebeple akut dönemde robotik rehabilitasyonun etkinliği belirlenmemektedir. Akut dönemde robotik rehabilitasyon programının çok uygulanmamasına karşın bu dönemde rehabilitasyon programına eklenen farklı egzersiz modaliteleri bulunmaktadır. Bu dönemde uygulanan modaliteler için ortak görüş akut inmede el motor fonksiyonları üzerinde olumlu etkisi olduğudur (Alon, Levitt, & McCarthy, 2007; M. M. Lee, Cho, & Song, 2012; Piron et al., 2003; Winstein et al., 2004). Bizim çalışmamız sadece akut dönem iskemik inme hastalarını ve geleneksel ve robotik rehabilitasyon programını kapsamaktaydı.

Literatürde 55 yaş ve üzerinde inme riskinin her 10 yılda bir iki kat arttığı bildirilmektedir (Brown et al., 1996; Markus, 2003; Wolf et al., 1992). İnme sonrası robotik rehabilitasyon uygulanan birçok çalışmada da bireylerin yaş ortalamaları 55'in üzerindeydi (Fasoli et al., 2003; Fasoli, Krebs, Stein, et al., 2004; Stefan Hesse et al., 2003; Peter S. Lum et al., 2002; Stefano Masiero, Celia, et al., 2007; Volpe et al., 2000). Bizim çalışmamızda da deney grubunun yaş ortalaması 59, kontrol grubunun yaş ortalaması ise 70 idi.

Literatürde yer alan inme sonrası rehabilitasyon çalışmalarına bakıldığında hastaların büyük çoğunluğunu erkekler oluşturmaktaydı (Fasoli et al., 2003; Fischer et al., 2007; Stefan Hesse et al., 2003; Husemann et al., 2007; Peter S. Lum et al., 2002; Stephen J. Page, Levine, & Leonard, 2005; Volpe et al., 2000). Bizim çalışmamızda yer alan inme hastalarının yüzde 55'i erkekti.

İnme sonrası görülen motor bozukluklar ve kas zayıflığı aktif EHA'nda azalmayı da beraberinde getirmektedir (Basteris et al., 2014). Bu problemler yaşam kalitesini etkileyen önemli parametrelerdendir (Ang et al., 2009).

EHA hakkında en objektif bilgi gonyometrik ölçümler aracılığı ile sağlanmaktadır (Clarkson, 2012; Otman & Köse, 2014; Reese & Bandy, 2013). Literatüre bakıldığında üst ekstremité için universal gonyometre ile yapılan ölçümlerin güvenilirliği gösterilmiştir (Engstrand, Krevers, & Kvist, 2012; Kolber & Hanney, 2012; LaStayo & Wheeler, 1994; Riddle, Rothstein, & Lamb, 1987; Rothstein, Miller, & Roettger, 1983). Bu doğrultuda çalışmamızda el bileği, MKF, PİF, ve DİF eklemlerin aktif fleksiyon ve ekstansiyon EHA değerlendirmesi için universal gonyometre kullanıldı. Çalışmamızda ayrıca hastaların pasif EHA'larını FMDÖ içerisinde gonyometre kullanmadan puanlanarak değerlendirilmiştir.

Çalışmada tedavi öncesi EHA değerlerine bakıldığında iki grubun değerlerine arasında benzerlik olduğu belirlenmiştir. Her iki grupta da tedavi öncesi yapılan değerlendirmede inme sonrası gelişen motor fonksiyon kaybına bağlı olarak EHA'nda azalma tespit edilmişti. Tedavi sonrası yapılan değerlendirme sonuçlarına bakıldığında iki grupta da grup içi anlamlı değişiklikler gözlemlenmiştir. Çalışmada kullanılan robotik cihaz yüzeyel EMG sensörleri ile aktive olduğu için hasta FDS ve ED kaslarında minimal bir sinyal üretebildiği anda robot ile birlikte aktif-asistif çalışma olanağına sahiptir. Bu tarz bir çalışma hastada görsel bir geri bildirim sağladığından hastanın aktif bir şekilde tedaviye katılımı sağlanır. Dolayısıyla artan EMG sinyalleri daha güçlü kas gruplarıyla, buda artan EHA ile ilişkilidir (Stein et al., 2007).

Literatürde inme sonrası robotik rehabilitasyon uygulamalarında MKT kullanımına rastlanmasa da, farklı rehabilitasyon uygulaması yapılan çalışmalarda kas kuvvetinin değerlendirmesi için MKT kullanılmıştır (Bohannon, 1998; Dickstein, Hocherman, Pillar, & Shaham, 1986; Heckmann et al., 1997; Inglis, Donald, Monga, Sproule, &

Young, 1984; G. Lee, 2013; Logigian, Samuels, Falconer, & Zagar, 1983). Çalışma da bu sebeple kas gücünün değerlendirilmesi için MKT kullanılmıştır.

Çalışmamızda tedavi öncesi MKT değerlerine bakıldığında iki grubun değerleri benzerlik göstermektedir. İnme sonrası yaygın problemler nedeniyle iki grupta da tedavi öncesi kas gücünde azalma görülmüştü. Tedavi sonrası yapılan değerlendirmeler incelendiğinde her iki grupta da grup içi anlamlı değişiklikler gözlemlendi.

Spastisite, inme sonrası gelişen problemlerin başında gelmektedir (Basteris et al., 2014; Hermano Igo Krebs et al., 2007; Schaechter, 2004). Literatüre bakıldığında inme sonrası ilk 3 ay içinde kas tonusunda artış olduğu ve 3 ay sonrasında pasif germeye karşı dirençle karşılaşıldığı bildirilmektedir (Sommerfeld, Eek, Svensson, Holmqvist, & von Arbin, 2004). Her ne kadar inme sonrası ilk 3 ayda hastaların sadece %19'unda spastisite görüldüğü bildirilse de, çalışmamızda robotik rehabilitasyonun spastisiteye etkisini değerlendirmek amacıyla MAS kullanıldı. Spastitenin tedavi boyunca (her 5 seansta bir) değerlendirilmesindeki amaç ise spastisitenin MAS'a göre 3'ün üzerine çıkması halinde robotik tedavinin sonlandırılacak olmasıydı (X. L. Hu et al., 2013; W.-w. Liao et al., 2012; S. Masiero et al., 2011; Ockenfeld, Tong, Susanto, Ho, & Hu, 2013; Stein et al., 2011).

Çalışmamızda başlangıç MAS skorlarının benzer olması, hastaların akut dönem içerisinde olması ve erken tedavi başlangıcı spastisite değişiminin anlamlı bir düzeyde olmamasını açıklayabilir (Sommerfeld et al., 2004).

Literatürde el motor fonksiyonlarının değerlendirilmesinde FMDÖ-ÜE ve ARAT'inin her ikisinde kullanılmıştır (De Weerd & Harrison, 1985; Y.-y. Lee, Hsieh, Wu, Lin, & Chen, 2015; Rabadi & Rabadi, 2006; van der Lee, Beckerman, Lankhorst, & Bouter, 2001). İkisi de üst ekstremit motor fonksiyonlarını değerlendirmesine karşın aralarında fark vardır. ARAT hastaların günlük yaşam aktivitelerini yerine getirme kabiliyetlerini



değerlendirirken hareketin kalitesini göz önünde bulundurmamaktadır. Buna karşın FMDÖ varolan motor bozulmadaki iyileşmeyi ölçmede kullanılır. Yani nicel ve nitel olarak hareket analizi yaparak kompensasyon ve geri kazanım arasındaki ayrımı yapmaya olanak sağlar. Böylece iyileşme sürecinde motor fonksiyon bozukluğunun nasıl değiştiğine ışık tutabilir (Kitago & Krakauer, 2013). Literatürde FMDÖ-ÜE ve ARAT'inin inme geçirmiş hastalarda test-retest ve değerlendiriciler arası güvenilirliği oldukça yüksek düzeyde olduğu gösterilmiştir. Bu nedenle bu testin inme hastalarında üst ekstremit motor fonksiyonlarının değerlendirmesinde kullanılabileceği savunulmaktadır (Duncan, Propst, & Nelson, 1983; Hsieh et al., 1998; Nordin et al., 2014; Platz et al., 2005; Van der Lee, De Groot, et al., 2001).

Çalışmamızda tedavi öncesi FMDÖ-ÜE ve ARAT toplam skorları bakımından benzerlik göstermekteydi. FMDÖ-ÜE'nin grup içi değerlendirmelerine bakıldığında her iki grupta da farklı alt skorlarda anlamlı değişiklikler gözlemlenmiştir. Deney grubunda; refleks aktivite, sinerji dışı hareketler, normal refleks aktivite, koordinasyon ve hız değerlendirmesi, Duyu Değerlendirmesi, Pasif EHA Değerlendirmesi ve Eklem Ağrı Değerlendirmesi sonuçları açısından anlamlı gelişmelere bulunmamıştır. Kontrol grubunda ise; refleks aktivite, normal refleks aktivite, koordinasyon ve hız değerlendirmesi, Duyu Değerlendirmesi, Pasif EHA Değerlendirmesi ve Eklem Ağrı Değerlendirmesi sonuçları açısından anlamlı gelişmeler bulunmamıştır. ARAT alt skalaları ve toplam skorlara bakıldığında kontrol grubunda tedavi öncesi ve sonrası arasında anlamlı değişiklikler bulunurken, deney grubunda ARAT'inin alt skalası olan kaba motor hareket sonuçları haricindeki tüm alt skorlarda tedavi sonrasında öncesine göre anlamlı değişiklikler görülmüştür. FMDÖ-ÜE'nin sinerji dışı hareketler bölümü üst ekstremitenin ancak sinerjilerden kurtulması ile gerçekleştirilebilen omuzun kaba motor hareketlerini yoğun olarak değerlendiren bölümüdür. Aynı zamanda ARAT'inde de kaba motor hareketlerini değerlendiren bölüm bulunmaktadır. Deney grubunda her iki testteki bu bölümlerde tedavi sonrası tedavi öncesine göre fark görülmemesi sadece ele yönelik olarak uygulanan robotik rehabilitasyonun omuzun kaba hareketlerinin gelişiminde yetersiz kalabileceği düşüncesini uyandırmaktadır. Her ne kadar her iki gruba da geleneksel rehabilitasyon uygulanmış olsa da hastaların robotik rehabilitasyonun etkisinde kalarak günün geri kalan bölümünde sinerjilerinin

kırılmasında etkin olan nörofizyolojik rehabilitasyona yönelik egzersizlerini boşlayabileceği ya da yeterli tedavi gördüğü düşüncesi ile günün geri kalanını boş geçirmiş olabileceği varsayımı da düşünülebilir. Bunun yanı sıra robotik rehabilitasyon alan hastalar tedavi süresince özellikle HOH ile sadece el çalışması yapıldığından tüm dikkatlerini el rehabilitasyonunda yoğunlaştırdıklarından omuz ve dirsek eklemlerine çok fazla yoğunlaşamadıkları düşüncesini akla getirmektedir.

Tong ve arkadaşlarının inme sonrası robotik rehabilitasyonun etkisini araştırdıkları pilot çalışmada el bileği ve el motor fonksiyonlarını değerlendirmek için FMDÖ-ÜE'nin el bileği ve el değerlendirmesi alt skalaları kullanılmıştır. Tedavi öncesi ve sonrası değerlendirme sonuçlarına bakıldığında bu alt skorlarda gelişmelerin meydana geldiği görülmüştür (K. Tong et al., 2010). Bizim çalışmamızda da Tong ve arkadaşlarının çalışma sonuçlarına benzer şekilde deney grubunda FMDÖ-ÜE'nin el bileği ve özellikle el bölümünde istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler görülmüştür.

Ho ve arkadaşları yaptıkları çalışmada kronik inme hastalarında robotik rehabilitasyonun etkinliğini değerlendirme için FMDÖ-ÜE'ni ve ARAT'ini kullanmışlardır. Tedavi öncesi ve sonrası değerlendirme sonuçlarında FMDÖ-ÜE'nin omuz-el bileği ve el bileği-dirsek alt skalalarında ve ARAT'inin toplam skorunda oldukça anlamlı gelişmeler kaydedilmiştir (Ho et al., 2011).

Hu ve arkadaşları tarafından kronik inme hastalarının el fonksiyonlarının gelişmesinde el robotunun etkinliğini araştırmak için yapılan çalışmada FMDÖ-ÜE ve ARAT kullanılmıştır. Tedavi sonrası değerlendirme sonuçlarına bakıldığında bizim çalışmamıza benzer şekilde FMDÖ-ÜE'nin omuz ve dirsek alt skalalarında anlamlı bir gelişme gözlemlenmezken, el bileği ve el alt skalalarında ve ARAT skorunda anlamlı derecede gelişme gözlemlenmiştir (X. L. Hu et al., 2013).

İnme sonrası gelişen motor fonksiyon bozukluklar sebebiyle hastaların bir kısmında iyileşme tam anlamıyla gerçekleşmemekte ve bu hastalar inme öncesi aktivite düzeyine geri dönemez (Barrett & Meschia, 2013). Bu durum hastanın günlük yaşam aktivitelerini önemli ölçüde etkilemektedir (Ang et al., 2009). İnme sonucu etkilenmiş ekstremitelerini günlük yaşam aktivitelerinde ne kadar sık ve hareketin kalitesinin ne kadar iyi olduğunu ölçen MAG literatürde bir çok çalışmada kullanılmıştır (Bonifer, Anderson, & Arciniegas, 2005; Kunkel et al., 1999; Stephen J Page, Sisto, Levine, & McGrath, 2004; Sterr et al., 2002). Bu skalanın Türkçe uyarlamasının geçerliliği ve güvenilirliği kanıtlanmıştır (Ersöz Hüseyinsinoğlu et al., 2011).

Tedavi öncesi hastaların MAG alt skorları olan KD ve KK skorları gruplarda benzerdi. Tedavi sonrası yapılan değerlendirmelerde her iki grupta da gelişme gözlemlenmiştir. Iwamoto ve arkadaşları akut inmede 5 gün boyunca üst ekstremitenin robotik tedavisi ile ergoterapi uygulamalarını birleştirdikleri rehabilitasyon programı sonrası MAG skorlarında bizim çalışmamıza benzer şekilde anlamlı sonuçlar elde ederek bu kombine tedavinin günlük yaşam aktivitelerinde fonksiyonelliği arttırdığı sonucuna varmışlardır (Iwamoto et al., 2019).

## 6. SONUÇ

Akut iskemik inme sonrası robotik rehabilitasyonun el fonksiyonları üzerine etkisini araştırdığımız çalışmamızda elde edilen sonuçlar şu şekildedir:

1. Tedavi öncesi gruplar yaş, boy, kilo, VKİ, üst kol çevre ölçüsü, ön kol çevre ölçüsü, cinsiyet ve sosyodemografik özellikleri bakımından birbirine benzerdi.
2. Tedavi öncesi grupların EHA, MKT, MAS, FMDÖ'nin alt skalaları olan FMDÖ-ÜE, Duyu Değerlendirmesi, Pasif EHA Değerlendirmesi ve Eklem Ağrı Değerlendirme, ARAT ve MAG ölçek değerlendirme sonuçları arasında anlamlı bir fark bulunmadı.
3. Her iki grupta da tedavi sonrası EHA verilerinde artış gözlemlendi. İki gruptaki sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı olmasına karşın, gruplar arası tedavi öncesi ve sonrası ölçümlerden elde edilen değişim farkları karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark kaydedilmedi.
4. MKT sonuçlarına bakıldığında her iki grupta da tedavi sonrası sonuçların tedavi öncesi sonuçlara göre arttığı görüldü. MKT sonuçlarında meydana gelen değişim ortalamalarına bakıldığında gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı. Robotik rehabilitasyon tedavi protokolümüzde hastaların EMG sensörleri aracılığıyla kendi rezidüel kas gücüne karşı, aktif-asistif ve/veya aktif çalışmış olmasının deney grubunda kas gücünde üstünlük sağlamasında oldukça etkili olduğunu düşünmekteyiz.

5. Her iki grupta da tedavi öncesi ve sonrası MAS skorlarında anlamlı değişiklikler saptanmadı. Bu sonuç doğrultusunda HOH cihazının spastisiteyi arttırmayan bir açısız hıza sahip olduğu sonucu kanıtlanmıştır.
6. FMDÖ sonuçlarına bakıldığında her iki grupta da tedavi sonrası gelişmeler gözlemlendi. Deney grubu için FMDÖ'nin alt skalalarına bakıldığında FMDÖ-ÜE alt skala ölçeğinin alt skalalarından refleks aktivite, sinerji dışı hareketler, normal refleks aktivite ve koordinasyon ve hız değerlendirme sonuçları, Duyu Değerlendirmesi, Pasif EHA Değerlendirmesi ve Eklem Ağrı Değerlendirmesi sonuçları haricinde tüm diğer parametrelerde, kontrol grubu için ise refleks aktivite, normal refleks aktivite, koordinasyon ve hız değerlendirmesi, Duyu Değerlendirmesi, Pasif EHA Değerlendirmesi ve Eklem Ağrı Değerlendirmesi sonuçları haricinde geri kalan tüm parametrelerde anlamlı değişiklikler görüldü. Ancak bu skorların anlamlılık düzeylerine bakıldığında deney grubu kontrol grubuna göre üstünlük sağlamadı. HOH cihazına bakıldığında sadece el açma ve kapama çalışılmasına olanak sağladığından özellikle omuz, dirsek ve el bileği fonksiyonlarının değerlendirmesini de içeren FMDÖ-ÜE'nde deney grubunun üstünlük sağlayamadığını düşünmekteyiz.
7. Her iki grupta da tedavi sonrası ARAT sonuçlarının tedavi öncesi sonuçlara göre gelişme gösterdiği görüldü. Deney grubunda kaba motor hareket alt skoru haricinde tüm alt skorlarda, kontrol grubunda ise tüm alt skorlarda anlamlı değişiklikler kaydedildi. İki grup arasında elde edilen gelişmeler bakımında istatistiksel olarak anlamlılık kaydedilmedi.
8. Her iki grupta da MAG sonuçları istatistiksel olarak anlamlı olsa da gruplar arasında deney grubu kontrol grubuna göre üstünlük sağlamadı. Günlük yaşamda hastaların ellerini aktif bir şekilde kullanmaya çalışmalarının nedeninin HOH cihazının EMG sensörleri aracılığı ile sağladığı aktif-asistif ve/veya aktif

Çalışma hastalar için oldukça önemli ve ciddi bir motivasyon kaynağı olduğu düşünülmektedir.



## KAYNAKÇA

### *Kitaplar*

- Augustine, J. R. (2008). *Human Neuroanatomy*: Elsevier Science.
- Barnes, M. P., Dobkin, B. H., & Bogousslavsky, J. (2005). *Recovery After Stroke*: Cambridge University Press.
- Barrett, K. M., & Meschia, J. F. (2013). *Stroke*: Wiley.
- Bobath, B. (1990). *Adult Hemiplegia: Evaluation and Treatment*: Butterworth-Heinemann.
- Bogousslavsky, J., & Caplan, L. R. (2001). *Stroke Syndromes*: Cambridge University Press.
- Braddom, R. L. (2010). *Physical Medicine and Rehabilitation E-Book: Expert Consult-Online and Print*: Elsevier Health Sciences.
- Brodman, K. (1909). *Vergleichende Lokalisationslehre der Grosshirnrinde in ihren Prinzipien dargestellt auf Grund des Zellenbaues*: Barth.
- Brunnström, S. (1970). *Movement therapy in hemiplegia: a neurophysiological approach*: Medical Dept., Harper & Row.
- Caplan, L. R. (2016). *Caplan's Stroke*: Cambridge University Press.
- Carey, L. M. (2012). *Stroke Rehabilitation: Insights from Neuroscience and Imaging*: OUP USA.
- Carr, J. H., & Shepherd, R. B. (1987). *A Motor Relearning Programme for Stroke*: Butterworth-Heinemann.
- Champney, T. H. (2015). *Essential Clinical Neuroanatomy*: Wiley.
- Charalambous, C. P. (2014). Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. In *Classic papers in orthopaedics* (pp. 415-417): Springer.
- Clarkson, H. M. (2012). *Musculoskeletal Assessment: Joint Motion and Muscle Testing*: Lippincott Williams&Wilki.
- Crossman, A. R., & Neary, D. (2014). *Neuroanatomy: An Illustrated Colour Text*: Churchill Livingstone.

- Davies, P. M., & Klein-Vogelbach, S. (1990). *Right in the Middle: Selective Trunk Activity in the Treatment of Adult Hemiplegia*: Springer Berlin Heidelberg.
- Donkelaar, H. J. (2011). *Clinical Neuroanatomy: Brain Circuitry and Its Disorders*: Springer Berlin Heidelberg.
- Fix, J. D. (2008). *Neuroanatomy*: Lippincott Williams & Wilkins.
- Frontera, P. W. R., & Frontera, W. R. (2015). *Delisa's Physical Medicine and Rehabilitation: Principles and Practice, Two Volume Set*: Wolters Kluwer Health.
- Gould, D. J., & Fix, J. D. (2013). *Neuroanatomy*: Lippincott Williams & Wilkins.
- Greenstein, B., & Greenstein, A. (2011). *Color Atlas of Neuroscience: Neuroanatomy and Neurophysiology*: Thieme.
- Gutman, S. A. (2008). *Quick Reference Neuroscience for Rehabilitation Professionals: The Essential Neurologic Principles Underlying Rehabilitation Practice*: SLACK.
- Hankey, G. (2009). *Stroke Treatment and Prevention: An Evidence-based Approach*: Cambridge University Press.
- Harvey, R. L., Macko, R. F., Stein, J., Stein, J., Carolee J. Winstein, P. D. P. T. F., & Zorowitz, R. D. (2008). *Stroke Recovery and Rehabilitation*: Springer Publishing Company.
- Hendelman, W. (2005). *Atlas of Functional Neuroanatomy*: CRC Press.
- Hennerici, M. G., Binder, J., Szabo, K., & Kern, R. (2012). *Stroke*: OUP Oxford.
- Hislop, H. J., & Montgomery, J. (2007). *Daniels and Worthingham's Muscle Testing: Techniques of Manual Examination*: Saunders Elsevier.
- Jacobson, S., Marcus, E. M., & Pugsley, S. (2017). *Neuroanatomy for the Neuroscientist*: Springer International Publishing.
- Janda, V. (2013). *Muscle Function Testing*: Elsevier Science.
- Johnstone, E. C., Owens, D. C., Lawrie, S. M., McIntosh, A. M., & Sharpe, M. D. (2010). *Companion to Psychiatric Studies E-Book*: Elsevier Health Sciences.
- Johnstone, M. (1995). *Restoration of Normal Movement After Stroke*: Churchill Livingstone.



- Julayanont, P., & Nasreddine, Z. S. (2017). Montreal Cognitive Assessment (MoCA): concept and clinical review. In *Cognitive screening instruments* (pp. 139-195): Springer.
- Kitago, T., & Krakauer, J. W. (2013). Motor learning principles for neurorehabilitation. In *Handbook Clinical Neurology* (Vol. 110, pp. 93-103): Elsevier.
- Kommu, S. S., & Sciyo.com. (2007). *Rehabilitation Robotics*: Sciyo.com.
- Kuratko, D. F. (2013). *Entrepreneurship: Theory, Process, and Practice*: Cengage Learning.
- Levin, H. S., & Grafman, J. (2000). *Cerebral Reorganization of Function After Brain Damage*: Oxford University Press, USA.
- Lindley, R. I. (2017). *Stroke*: OUP Oxford.
- Lindsay, K., Bone, I., & Callander, R. (1991). Localised neurological disease and its management. *Spinal cord and roots*. In Lindsay KW, Bone I, Callander R. eds. *Neurology and neurosurgery illustrated*. Edinburgh: Churchill Livingstone, 373410.
- Markus, H. S. (2003). *Stroke Genetics*: Oxford University Press.
- Mohr, J., Choi, D. W., Grotta, J. C., Weir, B., & Wolf, P. A. (2004). *Stroke: pathophysiology, diagnosis, and management*: Churchill Livingstone New York.
- Mtui, E., Gruener, G., & Dockery, P. (2015). *Fitzgerald's Clinical Neuroanatomy and Neuroscience E-Book*: Elsevier Health Sciences.
- Naritomi, H., & Krieger, D. W. (2013). *Clinical Recovery from CNS Damage*: S. Karger AG.
- Navarro-Orozco, D., & Sánchez-Manso, J. C. (2018). *Neuroanatomy, Middle Cerebral Artery*. In *StatPearls [Internet]*: StatPearls Publishing.
- Otman, S., & Köse, N. (2014). *Tedavi Hareketlerinde Temel Değerlendirme Prensipleri*. Ankara: Pelikan Yayıncılık.
- Piron, L., Tonin, P., Atzori, A. M., Zucconi, C., Massaro, C., Trivello, E., & Dam, M. (2003). The augmented-feedback rehabilitation technique facilitates the arm motor recovery in patients after a recent stroke. *Studies in health technology and informatics*, 265-267.
- Reese, N. B., & Bandy, W. D. (2013). *Joint Range of Motion and Muscle Length Testing - E-Book*: Elsevier Health Sciences.

- Robinson, R. G. (2006). *The Clinical Neuropsychiatry of Stroke: Cognitive, Behavioral and Emotional Disorders following Vascular Brain Injury*: Cambridge University Press.
- Schuenke, M., Schulte, E., & Schumacher, U. (2015). *Head, Neck, and Neuroanatomy (THIEME Atlas of Anatomy)*: Thieme.
- Selzer, M. E., Clarke, S., Cohen, L., Duncan, P., & Gage, F. (2006). *Textbook of Neural Repair and Rehabilitation: Volume 1, Neural Repair and Plasticity*: Cambridge University Press.
- Silva, G. S., Koroshetz, W. J., González, R. G., & Schwamm, L. H. (2011). Causes of Ischemic Stroke. In R. G. González, J. A. Hirsch, M. H. Lev, P. W. Schaefer, & L. H. Schwamm (Eds.), *Acute Ischemic Stroke: Imaging and Intervention* (pp. 25-42). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Silverman, I. E., Rymer, M. M., Caplan, L. R., Schmidt, R. E., & Spiegel, G. R. (2009). *Ischemic Stroke: An Atlas of Investigation and Treatment*: Clinical Publishing.
- Snell, R. S. (2010). *Clinical Neuroanatomy*: Wolters Kluwer Health/Lippincott Williams & Wilkins.
- Uchino, K., Pary, J., & Grotta, J. (2011). *Acute Stroke Care*: Cambridge University Press.
- Voss, D. E., Ionta, M. K., & Myers, B. J. (1985). *Proprioceptive Neuromuscular Facilitation: Patterns and Techniques*: Harper & Row.
- Waxman, S. G. (2009). *Clinical Neuroanatomy, 26th Edition*: McGraw-Hill Education.
- Waxman, S. G. (2016). *Clinical Neuroanatomy, 28th Edition*: McGraw-Hill Education.
- Wiebers, D. O., Feigin, V. L., & Brown, R. D. (2006). *Handbook of Stroke*: Lippincott Williams & Wilkins.
- Williams, J., Perry, L., & Watkins, C. (2013). *Acute Stroke Nursing*: Wiley.

## *Süreli Yayınlar*

- Abbott, R., Launer, L., Rodriguez, B., Ross, G., Wilson, P., Masaki, K., Strozyk, D., Curb, J., Yano, K., & Popper, J. (2007). Serum estradiol and risk of stroke in elderly men. *Neurology*, **68**(8), 563-568.
- Abolhasani, H., Ansari, N. N., Naghdi, S., Mansouri, K., Ghotbi, N., & Hasson, S. (2012). Comparing the validity of the Modified Modified Ashworth Scale (MMAS) and the Modified Tardieu Scale (MTS) in the assessment of wrist flexor spasticity in patients with stroke: protocol for a neurophysiological study. *BMJ open*, **2**(6), e001394.
- Adams, H. P., Jr., Bendixen, B. H., Kappelle, L. J., Biller, J., Love, B. B., Gordon, D. L., & Marsh, E. E., 3rd. (1993). Classification of subtype of acute ischemic stroke. Definitions for use in a multicenter clinical trial. TOAST. Trial of Org 10172 in Acute Stroke Treatment. *Stroke*, **24**(1), 35-41.
- Adams, H. P., Jr., & Biller, J. (2015). Classification of subtypes of ischemic stroke: history of the trial of org 10172 in acute stroke treatment classification. *Stroke*, **46**(5), e114-117. doi:10.1161/strokeaha.114.007773
- Aisen, M. L., Krebs, H. I., Hogan, N., McDowell, F., & Volpe, B. T. (1997). The effect of robot-assisted therapy and rehabilitative training on motor recovery following stroke. *Arch Neurol*, **54**(4), 443-446.
- Alamowitch, S., Labreuche, J., Touboul, P.-J., Eb, F., Amarenco, P., & Investigators, G. (2008). Chlamydia pneumoniae seropositivity in aetiological subtypes of brain infarction and carotid atherosclerosis: a case-control study. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, **79**(2), 147-151.
- Alon, G., Levitt, A. F., & McCarthy, P. A. (2007). Functional electrical stimulation enhancement of upper extremity functional recovery during stroke rehabilitation: a pilot study. *Neurorehabilitation and neural repair*, **21**(3), 207-215.
- Amarenco, P., Bogousslavsky, J., Caplan, L. R., Donnan, G. A., & Hennerici, M. G. (2009). Classification of stroke subtypes. *Cerebrovasc Dis*, **27**(5), 493-501. doi:10.1159/000210432

- Ameriso, S. F., Fridman, E. A., Leiguarda, R. C., & Sevlever, G. E. (2001). Detection of *Helicobacter pylori* in Human Carotid Atherosclerotic Plaque. *Stroke*, **32**(2), 385-389.
- Ansari, N. N., Naghdi, S., Younesian, P., & Shayeghan, M. (2008). Inter-and intrarater reliability of the Modified Modified Ashworth Scale in patients with knee extensor poststroke spasticity. *Physiotherapy theory and practice*, **24**(3), 205-213.
- Ascherio, A., Rimm, E., Hernan, M., Giovannucci, E., Kawachi, I., Stampfer, M., & Willett, W. (1998). Intake of potassium, magnesium, calcium, and fiber and risk of stroke among US men. *Circulation*, **98**(12), 1198-1204.
- Assmann, G., Schulte, H., von Eckardstein, A., & Huang, Y. (1996). High-density lipoprotein cholesterol as a predictor of coronary heart disease risk. The PROCAM experience and pathophysiological implications for reverse cholesterol transport. *Atherosclerosis*, **124**, S11-S20.
- Association, A. D. (2003). Physical activity/exercise and diabetes mellitus. *Diabetes care*, **26**(suppl 1), s73-s77.
- Atılğan, Z. A., Abakay, A., & Ülgen, S. (2011). Tıkayıcı uyku apne sendromu ve kardiyovasküler sorunlar. *Dicle Tıp Dergisi*, **38**(2), 253-256.
- Aurangzeb, F. (2016). Subtypes of Acute Ischemic Stroke. *Journal of Rawalpindi Medical College*, **20**(3), 180-182.
- Bailey, M., & Riddoch, M. (1999). Hemineglect. Part 1. The nature of hemineglect and its clinical assessment in stroke patients: an overview. *Physical therapy reviews*, **4**(2), 67-75.
- Bailey, M. J., Riddoch, M. J., & Crome, P. (2004). Test–retest stability of three tests for unilateral visual neglect in patients with stroke: Star Cancellation, Line Bisection, and the Baking Tray Task. *Neuropsychological Rehabilitation*, **14**(4), 403-419.
- Bakhti, K., Mottet, D., Schweighofer, N., Froger, J., & Laffont, I. (2017). Proximal arm non-use when reaching after a stroke. *Neuroscience letters*, **657**, 91-96.
- Balkan, S., & Topçuoğlu, M. A. (2004). İnme ve hipertansiyon. *Türkiye Klinikleri Journal of Neurology*, **2**(1), 41-47.

- Banala, S. K., Kim, S. H., Agrawal, S. K., & Scholz, J. P. (2009). Robot assisted gait training with active leg exoskeleton (ALEX). *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering*, **17**(1), 2-8.
- Banks, J. L., & Marotta, C. A. (2007). Outcomes validity and reliability of the modified Rankin scale: implications for stroke clinical trials: a literature review and synthesis. *Stroke*, **38**(3), 1091-1096.
- Barer, D. (1990). The influence of visual and tactile inattention on predictions for recovery from acute stroke. *QJM: An International Journal of Medicine*, **74**(1), 21-32.
- Barreca, S. R., Stratford, P. W., Masters, L. M., Lambert, C. L., & Griffiths, J. (2006). Comparing 2 versions of the chedoke arm and hand activity inventory with the action research arm test. *Physical therapy*, **86**(2), 245-253.
- Barrett-Connor, E., & Khaw, K. T. (1988). Diabetes mellitus: an independent risk factor for stroke? *American journal of epidemiology*, **128**(1), 116-123.
- Basteris, A., Nijenhuis, S. M., Stienen, A. H., Buurke, J. H., Prange, G. B., & Amirabdollahian, F. (2014). Training modalities in robot-mediated upper limb rehabilitation in stroke: a framework for classification based on a systematic review. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, **11**(1), 111.
- Bayona, N. A., Bitensky, J., Salter, K., & Teasell, R. (2005). The role of task-specific training in rehabilitation therapies. *Topics in stroke rehabilitation*, **12**(3), 58-65.
- Bazzano, L. A., Gu, D., Reynolds, K., Wu, X., Chen, C. S., Duan, X., Chen, J., Wildman, R. P., Klag, M. J., & He, J. (2007). Alcohol consumption and risk for stroke among Chinese men. *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*, **62**(6), 569-578.
- Beckett, N. S., Peters, R., Fletcher, A. E., Staessen, J. A., Liu, L., Dumitrascu, D., Stoyanovsky, V., Antikainen, R. L., Nikitin, Y., & Anderson, C. (2008). Treatment of hypertension in patients 80 years of age or older. *New England Journal of Medicine*, **358**(18), 1887-1898.
- Berger, K., Ajani, U. A., Kase, C. S., Gaziano, J. M., Buring, J. E., Glynn, R. J., & Hennekens, C. H. (1999). Light-to-moderate alcohol consumption and the risk

- of stroke among US male physicians. *New England Journal of Medicine*, **341**(21), 1557-1564.
- Blank, A. A., French, J. A., Pehlivan, A. U., & O'Malley, M. K. (2014). Current trends in robot-assisted upper-limb stroke rehabilitation: promoting patient engagement in therapy. *Current physical medicine and rehabilitation reports*, **2**(3), 184-195.
- Boden-Albala, B., & Sacco, R. L. (2000). Lifestyle factors and stroke risk: exercise, alcohol, diet, obesity, smoking, drug use, and stress. *Curr Atheroscler Rep*, **2**(2), 160-166.
- Bohannon, R. W. (1998). Hand-grip dynamometry provides a valid indication of upper extremity strength impairment in home care patients. *Journal of Hand Therapy*, **11**(4), 258-260.
- Bolmsjo, G., Neveryd, H., & Efrting, H. (1995). Robotics in rehabilitation. *IEEE transactions on rehabilitation engineering*, **3**(1), 77-83. doi:10.1109/86.372896
- Bonifer, N. M., Anderson, K. M., & Arciniegas, D. B. (2005). Constraint-induced movement therapy after stroke: efficacy for patients with minimal upper-extremity motor ability. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **86**(9), 1867-1873.
- Bosecker, C., Dipietro, L., Volpe, B., & Igo Krebs, H. (2010). Kinematic robot-based evaluation scales and clinical counterparts to measure upper limb motor performance in patients with chronic stroke. *Neurorehabilitation and neural repair*, **24**(1), 62-69.
- Bousser, M., & Kittner, S. (2000). Oral contraceptives and stroke. *Cephalalgia*, **20**(3), 183-189.
- Brashear, A., Zafonte, R., Corcoran, M., Galvez-Jimenez, N., Gracies, J. M., Gordon, M. F., McAfee, A., Ruffing, K., Thompson, B., & Williams, M. (2002). Inter- and intrarater reliability of the Ashworth Scale and the Disability Assessment Scale in patients with upper-limb poststroke spasticity. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **83**(10), 1349-1354.
- Bravata, D. M., Wells, C. K., Gulanski, B., Kernan, W. N., Brass, L. M., Long, J., & Concato, J. (2005). Racial disparities in stroke risk factors: the impact of socioeconomic status. *Stroke*, **36**(7), 1507-1511.

- Broderick, J. P., Phillips, S. J., O'Fallon, W. M., Frye, R. L., & Whisnant, J. P. (1992). Relationship of cardiac disease to stroke occurrence, recurrence, and mortality. *Stroke*, **23**(9), 1250-1256.
- Broeren, J., Samuelsson, H., Stibrant-Sunnerhagen, K., Blomstrand, C., & Rydmark, M. (2007). Neglect assessment as an application of virtual reality. *Acta Neurologica Scandinavica*, **116**(3), 157-163.
- Brown, R., Whisnant, J. P., Sicks, J., O'Fallon, W. M., & Wiebers, D. O. (1996). Stroke incidence, prevalence, and survival: secular trends in Rochester, Minnesota, through 1989. *Stroke*, **27**(3), 373-380.
- Caicoya, M., Corrales, C., & Rodriguez, T. (1999). Family history and stroke: a community case-control study in Asturias, Spain. *Journal of epidemiology and biostatistics*, **4**(4), 313-320.
- Capildeo, R., Haberman, S., & Rose, F. C. (1978). The definition and classification of stroke. A new approach. *Q J Med*, **47**(186), 177-196.
- Carolei, A., Marini, C., & De Matteis, G. (1996). History of migraine and risk of cerebral ischaemia in young adults. *The Lancet*, **347**(9014), 1503-1506.
- Carregosa, A. A., dos Santos, L. R. A., Masruha, M. R., Coêlho, M. L. d. S., Machado, T. C., Souza, D. C. B., Passos, G. L. L., Fonseca, E. P., Ribeiro, N. M. D. S., & de Souza Melo, A. (2018). Virtual Rehabilitation through Nintendo Wii in Poststroke Patients: Follow-Up. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, **27**(2), 494-498.
- Castelli, W. P., Anderson, K., Wilson, P. W., & Levy, D. (1992). Lipids and risk of coronary heart disease The Framingham Study. *Annals of epidemiology*, **2**(1-2), 23-28.
- Castelli, W. P., Garrison, R. J., Wilson, P. W., Abbott, R. D., Kalousdian, S., & Kannel, W. B. (1986). Incidence of coronary heart disease and lipoprotein cholesterol levels: the Framingham Study. *JAMA*, **256**(20), 2835-2838.
- Cauraugh, J. H., & Summers, J. J. (2005). Neural plasticity and bilateral movements: a rehabilitation approach for chronic stroke. *Progress in neurobiology*, **75**(5), 309-320.

- Çekok, K., & Şimşek, T. T. (2016). İnme hastalarında nintendo wii oyunlarının denge ve üst ekstremitte fonksiyonlarına etkisi. *Türk Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Dergisi*, **27**(2), 61-71.
- Chan, W. S., Ray, J., Wai, E. K., Ginsburg, S., Hannah, M. E., Corey, P. N., & Ginsberg, J. S. (2004). Risk of stroke in women exposed to low-dose oral contraceptives: a critical evaluation of the evidence. *Archives of internal medicine*, **164**(7), 741-747.
- Chang, W. H., & Kim, Y. H. (2013). Robot-assisted therapy in stroke rehabilitation. *Journal of Stroke*, **15**(3), 174.
- Chen, G., Chan, C. K., Guo, Z., & Yu, H. (2013). A Review of Lower Extremity Assistive Robotic Exoskeletons in Rehabilitation Therapy. **41**(4-5), 343-363. doi:10.1615/CritRevBiomedEng.2014010453
- Chen, G., Chan, C. K., Guo, Z., & Yu, H. (2013). A review of lower extremity assistive robotic exoskeletons in rehabilitation therapy. *Critical Reviews™ in Biomedical Engineering*, **41**(4-5).
- Chen, G. C., Lu, D. B., Pang, Z., & Liu, Q. F. (2013). Vitamin C intake, circulating vitamin C and risk of stroke: a meta-analysis of prospective studies. *Journal of the American Heart Association*, **2**(6), e000329.
- Chen, J. C., Liang, C. C., & Shaw, F. Z. (2005). Facilitation of sensory and motor recovery by thermal intervention for the hemiplegic upper limb in acute stroke patients: a single-blind randomized clinical trial. *Stroke*, **36**(12), 2665-2669.
- Chen, M. C., Tsai, P. L., Huang, Y. T., & Lin, K. C. (2013). Pleasant music improves visual attention in patients with unilateral neglect after stroke. *Brain Injury*, **27**(1), 75-82.
- Chen, P. H., Gao, S., Wang, Y. J., Xu, A. D., Li, Y. S., & Wang, D. (2012). Classifying Ischemic Stroke, from TOAST to CISS. *CNS Neuroscience & Therapeutics*, **18**(6), 452-456. doi:doi:10.1111/j.1755-5949.2011.00292.x
- Chiu, B. (1999). Multiple infections in carotid atherosclerotic plaques. *American heart journal*, **138**(5), S534-S536.
- Cirstea, M., & Levin, M. F. (2000). Compensatory strategies for reaching in stroke. *Brain*, **123**(5), 940-953.



- Classen, J., Liepert, J., Wise, S. P., Hallett, M., & Cohen, L. G. (1998). Rapid plasticity of human cortical movement representation induced by practice. *Journal of neurophysiology*, **79**(2), 1117-1123.
- Colantonio, A., Kasl, S., & Ostfeld, A. (1992). Depressive symptoms and other psychosocial factors as predictors of stroke in the elderly. *American journal of epidemiology*, **136**(7), 884-894.
- Colditz, G. A., Bonita, R., Stampfer, M. J., Willett, W. C., Rosner, B., Speizer, F. E., & Hennekens, C. H. (1988). Cigarette smoking and risk of stroke in middle-aged women. *New England Journal of Medicine*, **318**(15), 937-941.
- Coleman, E. R., Moudgal, R., Lang, K., Hyacinth, H. I., Awosika, O. O., Kissela, B. M., & Feng, W. (2017). Early rehabilitation after stroke: a narrative review. *Curr Atheroscler Rep*, **19**(12), 59.
- Collins, R., & MacMahon, S. (1994). Blood pressure, antihypertensive drug treatment and the risks of stroke and of coronary heart disease. *British medical bulletin*, **50**(2), 272-298.
- Colombo, R., Pisano, F., Micera, S., Mazzone, A., Delconte, C., Carrozza, M. C., Dario, P., & Minuco, G. (2005). Robotic techniques for upper limb evaluation and rehabilitation of stroke patients. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering*, **13**(3), 311-324. doi:10.1109/TNSRE.2005.848352
- Connelly, L., Jia, Y., Toro, M. L., Stoykov, M. E., Kenyon, R. V., & Kamper, D. G. (2010). A pneumatic glove and immersive virtual reality environment for hand rehabilitative training after stroke. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering*, **18**(5), 551-559.
- Consortium, I. (2012). Physical activity reduces the risk of incident type 2 diabetes in general and in abdominally lean and obese men and women: the EPIC–InterAct Study. *Diabetologia*, **55**(7), 1944-1952.
- Cook, P. J., Honeybourne, D., Lip, G. Y., Beevers, D. G., Wise, R., & Davies, P. (1998). Chlamydia pneumoniae antibody titers are significantly associated with acute stroke and transient cerebral ischemia: the West Birmingham Stroke Project. *Stroke*, **29**(2), 404-410.
- Cook, T. C., Laporte, R. E., Washburn, R. A., Traven, N. D., Slemenda, C. W., & Metz, K. F. (1986). Chronic low level physical activity as a determinant of high

- density lipoprotein cholesterol and subfractions. *Medicine and science in sports and exercise*, **18**(6), 653-657.
- Cremonini, F., Gabrielli, M., Gasbarrini, G., Pola, P., & Gasbarrini, A. (2004). The relationship between chronic H. pylori infection, CagA seropositivity and stroke: meta-analysis. *Atherosclerosis*, **173**(2), 253-259.
- Culmer, P. R., Jackson, A. E., Makower, S., Richardson, R., Cozens, J. A., Levesley, M. C., & Bhakta, B. B. (2010). A control strategy for upper limb robotic rehabilitation with a dual robot system. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, **15**(4), 575-585.
- Cumming, T., Churilov, L., Lindén, T., & Bernhardt, J. (2013). Montreal Cognitive Assessment and Mini-Mental State Examination are both valid cognitive tools in stroke. *Acta Neurologica Scandinavica*, **128**(2), 122-129.
- Cumming, T. B., Blomstrand, C., Bernhardt, J., & Linden, T. (2010). The NIH stroke scale can establish cognitive function after stroke. *Cerebrovascular diseases*, **30**(1), 7-14.
- Cumming, T. B., Brodtmann, A., Darby, D., & Bernhardt, J. (2012). Cutting a long story short: reaction times in acute stroke are associated with longer term cognitive outcomes. *Journal of the neurological sciences*, **322**(1-2), 102-106.
- Cumming, T. B., Plummer-D'Amato, P., Linden, T., & Bernhardt, J. (2009). Hemispatial neglect and rehabilitation in acute stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **90**(11), 1931-1936.
- Cutler, J. A., Follmann, D., & Allender, P. S. (1997). Randomized trials of sodium reduction: an overview. *The American journal of clinical nutrition*, **65**(2), 643S-651S.
- Daly, J. J., Hogan, N., Perepezko, E. M., Krebs, H. I., Rogers, J. M., Goyal, K. S., Dohring, M. E., Fredrickson, E., Nethery, J., & Ruff, R. L. (2005). Response to upper-limb robotics and functional neuromuscular stimulation following stroke. *J Rehabil Res Dev*, **42**(6), 723-736.
- Daly, J. J., & Ruff, R. L. (2007). Construction of efficacious gait and upper limb functional interventions based on brain plasticity evidence and model-based measures for stroke patients. *The Scientific World Journal*, **7**, 2031-2045.

- Davis, T. M., Millns, H., Stratton, I. M., Holman, R. R., & Turner, R. C. (1999). Risk factors for stroke in type 2 diabetes mellitus: United Kingdom Prospective Diabetes Study (UKPDS) 29. *Archives of internal medicine*, **159**(10), 1097-1103.
- De Weerd, W., & Harrison, M. (1985). Measuring recovery of arm-hand function in stroke patients: a comparison of the Brunnstrom-Fugl-Meyer test and the Action Research Arm test. *Physiotherapy Canada*, **37**(2), 65-70.
- Deakin, A., Hill, H., & Pomeroy, V. M. (2003). Rough guide to the Fugl-Meyer Assessment: upper limb section. *Physiotherapy*, **89**(12), 751-763.
- Della-Morte, D., Guadagni, F., Palmirotta, R., Testa, G., Caso, V., Paciaroni, M., Abete, P., Rengo, F., Ferroni, P., & Sacco, R. L. (2012). Genetics of ischemic stroke, stroke-related risk factors, stroke precursors and treatments. *Pharmacogenomics*, **13**(5), 595-613.
- Dewey, H. M., Donnan, G. A., Freeman, E. J., Sharples, C. M., Macdonell, R. A., McNeil, J. J., & Thrift, A. G. (1999). Interrater Reliability of the National Institutes of Health Stroke Scale: Rating by Neurologists and Nurses in a Community-Based Stroke Incidence Study. *Cerebrovascular diseases*, **9**(6), 323-327.
- Di Pino, G., Pellegrino, G., Assenza, G., Capone, F., Ferreri, F., Formica, D., Ranieri, F., Tombini, M., Ziemann, U., & Rothwell, J. C. (2014). Modulation of brain plasticity in stroke: a novel model for neurorehabilitation. *Nature Reviews Neurology*, **10**(10), 597.
- Diamond, P. T., Felsenthal, G., Macciocchi, S. N., Butler, D. H., & Lally-Cassady, D. (1996). Effect of Cognitive Impairment on Rehabilitation Outcome. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, **75**(1), 40-43.
- Díaz, I., Gil, J. J., & Sánchez, E. (2011). Lower-limb robotic rehabilitation: literature review and challenges. *Journal of Robotics*.
- Dickstein, R., Hocherman, S., Pillar, T., & Shaham, R. (1986). Stroke rehabilitation: three exercise therapy approaches. *Physical therapy*, **66**(8), 1233-1238.
- Dietrichs, E. (2007). Brain plasticity after stroke--implications for post-stroke rehabilitation. *Tidsskrift for den Norske lægeforening: tidsskrift for praktisk medicin, ny række*, **127**(9), 1228-1231.

- Dimyan, M. A., & Cohen, L. G. (2011). Neuroplasticity in the context of motor rehabilitation after stroke. *Nature Reviews Neurology*, **7**(2), 76.
- Dipietro, L., Ferraro, M., Palazzolo, J. J., Krebs, H. I., Volpe, B. T., & Hogan, N. (2005). Customized interactive robotic treatment for stroke: EMG-triggered therapy. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering*, **13**(3), 325-334.
- Donahue, R. P., Abbott, R. D., Reed, D. M., & Yano, K. (1986). Alcohol and hemorrhagic stroke: the Honolulu Heart Program. *JAMA*, **255**(17), 2311-2314.
- Dromerick, A. W., Edwards, D. F., & Hahn, M. (2000). Does the application of constraint-induced movement therapy during acute rehabilitation reduce arm impairment after ischemic stroke? *stroke*, **31**(12), 2984-2988.
- Duncan, P. W., Propst, M., & Nelson, S. G. (1983). Reliability of the Fugl-Meyer assessment of sensorimotor recovery following cerebrovascular accident. *Physical therapy*, **63**(10), 1606-1610.
- Durstine, J. L., Grandjean, P. W., Davis, P. G., Ferguson, M. A., Alderson, N. L., & DuBose, K. D. (2001). Blood lipid and lipoprotein adaptations to exercise. *Sports Medicine*, **31**(15), 1033-1062.
- Dyken, M., Somers, V., Yamada, T., Adams, H., & Zimmerman, M. (1992). Investigating the relationship between sleep apnea and stroke. *Sleep Res*, **21**, 30.
- Dyken, M. E., Somers, V. K., Yamada, T., Ren, Z. Y., & Zimmerman, M. B. (1996). Investigating the relationship between stroke and obstructive sleep apnea. *Stroke*, **27**(3), 401-407.
- Elkind, M. S. (2010). Inflammatory mechanisms of stroke. *Stroke*, **41**(10, Suppl. 1), S3-S8.
- Elkind, M. S., Lin, I. F., Grayston, J., & Sacco, R. L. (2000). Chlamydia pneumoniae and the risk of first ischemic stroke: The Northern Manhattan Stroke Study. *Stroke*, **31**(7), 1521-1525.
- Elkind, M. S., Ramakrishnan, P., Moon, Y. P., Boden-Albala, B., Liu, K. M., Spitalnik, S. L., Rundek, T., Sacco, R. L., & Paik, M. C. (2010). Infectious burden and risk of stroke: the northern Manhattan study. *Archives of neurology*, **67**(1), 33-38.

- Elkind, M. S., Sciacca, R., Boden-Albala, B., Rundek, T., Paik, M. C., & Sacco, R. L. (2006). Moderate alcohol consumption reduces risk of ischemic stroke: the Northern Manhattan Study. *Stroke*, **37**(1), 13-19.
- Engstrand, C., Krevers, B., & Kvist, J. (2012). Interrater reliability in finger joint goniometer measurement in Dupuytren's disease. *American Journal of Occupational Therapy*, **66**(1), 98-103.
- Ersöz Hüseyinsinoğlu, B., Razak Özdiñçler, A., Erkan Oğul, Ö., & Krespi, Y. (2011). Motor Aktivite Günlüğü-28'in Türkçe Sürümünün Geçerlilik Ve Güvenilirliği. *Turkish Journal of Neurology*, **17**, 83-89.
- Everson-Rose, S. A., Roetker, N. S., Lutsey, P. L., Kershaw, K. N., Longstreth Jr, W., Sacco, R. L., Diez Roux, A. V., & Alonso, A. (2014). Chronic stress, depressive symptoms, anger, hostility, and risk of stroke and transient ischemic attack in the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Stroke*, **45**(8), 2318-2323.
- Farpour-Lambert, N. J., Aggoun, Y., Marchand, L. M., Martin, X. E., Herrmann, F. R., & Beghetti, M. (2009). Physical activity reduces systemic blood pressure and improves early markers of atherosclerosis in pre-pubertal obese children. *Journal of the American College of Cardiology*, **54**(25), 2396-2406.
- Fasoli, S. E., Krebs, H. I., & Hogan, N. (2004). Robotic Technology and Stroke Rehabilitation: Translating Research into Practice. *Topics in stroke rehabilitation*, **11**(4), 11-19. doi:10.1310/G8XB-VM23-1TK7-PWQU
- Fasoli, S. E., Krebs, H. I., Stein, J., Frontera, W. R., & Hogan, N. (2003). Effects of robotic therapy on motor impairment and recovery in chronic stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **84**(4), 477-482.  
doi:<https://doi.org/10.1053/apmr.2003.50110>
- Fasoli, S. E., Krebs, H. I., Stein, J., Frontera, W. R., Hughes, R., & Hogan, N. (2004). Robotic therapy for chronic motor impairments after stroke: Follow-up results. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **85**(7), 1106-1111.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2003.11.028>
- Ferber, S., & Karnath, H. O. (2001). How to assess spatial neglect-line bisection or cancellation tasks? *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, **23**(5), 599-607.

- Fischer, H. C., Stubblefield, K., Kline, T., Luo, X., Kenyon, R. V., & Kamper, D. G. (2007). Hand Rehabilitation Following Stroke: A Pilot Study of Assisted Finger Extension Training in a Virtual Environment. *Topics in stroke rehabilitation*, **14**(1), 1-12. doi:10.1310/tsr1401-1
- Forrester, L. W., Wheaton, L. A., & Luft, A. R. (2008). Exercise-mediated locomotor recovery and lower-limb neuroplasticity after stroke. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, **45**(2).
- Forte, J., Miguel, J., Miguel, M., & Rose, G. (1989). Salt and blood pressure: a community trial. *Journal of human hypertension*, **3**(3), 179-184.
- Freitas, S., Simões, M. R., Alves, L., & Santana, I. (2011). Montreal Cognitive Assessment (MoCA): normative study for the Portuguese population. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, **33**(9), 989-996.
- Freitas, S., Simoes, M. R., Alves, L., Vicente, M., & Santana, I. (2012). Montreal Cognitive Assessment (MoCA): validation study for vascular dementia. *Journal of the International Neuropsychological Society*, **18**(6), 1031-1040.
- Friedman, P. J. (1992). The star cancellation test in acute stroke. *Clinical rehabilitation*, **6**(1), 23-30.
- Frisoli, A., Procopio, C., Chisari, C., Creatini, I., Bonfiglio, L., Bergamasco, M., Rossi, B., & Carboncini, M. C. (2012). Positive effects of robotic exoskeleton training of upper limb reaching movements after stroke. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, **9**(1), 36.
- George, M., Dobler, V., Nicholls, E., & Manly, T. (2005). Spatial awareness, alertness, and ADHD: the re-emergence of unilateral neglect with time-on-task. *Brain and cognition*, **57**(3), 264-275.
- George, M. S., Mercer, J. S., Walker, R., & Manly, T. (2008). A demonstration of endogenous modulation of unilateral spatial neglect: The impact of apparent time-pressure on spatial bias. *Journal of the International Neuropsychological Society*, **14**(1), 33-41.
- Gill, J. M., & Cooper, A. R. (2008). Physical activity and prevention of type 2 diabetes mellitus. *Sports Medicine*, **38**(10), 807-824.

- Gill, J. S., Shipley, M. J., Tsementzis, S. A., Hornby, R. S., Gill, S. K., Hitchcock, E. R., & Beevers, D. G. (1991). Alcohol consumption—a risk factor for hemorrhagic and non-hemorrhagic stroke. *The American journal of medicine*, **90**(4), 489-497.
- Gill, J. S., Zezulka, A. V., Shipley, M. J., Gill, S. K., & Beevers, D. G. (1986). Stroke and alcohol consumption. *New England Journal of Medicine*, **315**(17), 1041-1046.
- Gillman, M. W., Cupples, L. A., Gagnon, D., Posner, B. M., Ellison, R. C., Castelli, W. P., & Wolf, P. A. (1995). Protective effect of fruits and vegetables on development of stroke in men. *JAMA*, **273**(14), 1113-1117.
- Gillum, R. F., Mussolino, M. E., & Ingram, D. D. (1996). Physical activity and stroke incidence in women and men: the NHANES I Epidemiologic Follow-up Study. *American journal of epidemiology*, **143**(9), 860-869.
- Gladstone, D. J., Danells, C. J., & Black, S. E. (2002). The Fugl-Meyer assessment of motor recovery after stroke: a critical review of its measurement properties. *Neurorehabilitation and neural repair*, **16**(3), 232-240.
- Gloor, P., & Guberman, A. H. (1997). The temporal lobe & limbic system. *Canadian Medical Association. Journal*, **157**(11), 1597.
- Godefroy, O., Fickl, A., Roussel, M., Auribault, C., Bugnicourt, J. M., Lamy, C., Canaple, S., & Petitnicolas, G. (2011). Is the Montreal Cognitive Assessment superior to the Mini-Mental State Examination to detect poststroke cognitive impairment? A study with neuropsychological evaluation. *Stroke*, **42**(6), 1712-1716.
- Goldstein, L. B., Adams, R., Alberts, M. J., Appel, L. J., Brass, L. M., Bushnell, C. D., Culebras, A., DeGaba, T. J., Gorelick, P. B., & Guyton, J. R. (2006). Primary prevention of ischemic stroke: A guideline from the American heart association/American stroke association stroke council: Cosponsored by the atherosclerotic peripheral vascular disease interdisciplinary working group; cardiovascular nursing council; clinical cardiology council; nutrition, physical activity, and metabolism council; and the quality of care and outcomes research interdisciplinary working group: The American academy of neurology affirms the value of this guideline. *Stroke*, **37**(6), 1583-1633.

- Gowland, C., deBruin, H., Basmajian, J. V., Plews, N., & Burcea, I. (1992). Agonist and antagonist activity during voluntary upper-limb movement in patients with stroke. *Physical therapy*, **72**(9), 624-633.
- Grattan, M. T., Moreno-Cabral, C. E., Starnes, V. A., Oyer, P. E., Stinson, E. B., & Shumway, N. E. (1989). Cytomegalovirus infection is associated with cardiac allograft rejection and atherosclerosis. *JAMA*, **261**(24), 3561-3566.
- Grau, A. J., Urbanek, C., & Palm, F. (2010). Common infections and the risk of stroke. *Nature Reviews Neurology*, **6**(12), 681.
- Grau, A. J., Weimar, C., Bugge, F., Heinrich, A., Goertler, M., Neumaier, S., Glahn, J., Brandt, T., Hacke, W., & Diener, H. C. (2001). Risk factors, outcome, and treatment in subtypes of ischemic stroke: the German stroke data bank. *Stroke*, **32**(11), 2559-2566.
- Gregson, J. M., Leathley, M., Moore, A. P., Sharma, A. K., Smith, T. L., & Watkins, C. L. (1999). Reliability of the Tone Assessment Scale and the modified Ashworth scale as clinical tools for assessing poststroke spasticity. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **80**(9), 1013-1016.
- Group, S. C. R. (1991). Prevention of stroke by antihypertensive drug treatment in older persons with isolated systolic hypertension. Final results of the Systolic Hypertension in the Elderly Program (SHEP). *JAMA*, **265**(24), 3255-3264.
- Hajat, C., Dundas, R., Stewart, J. A., Lawrence, E., Rudd, A. G., Howard, R., & Wolfe, C. D. (2001). Cerebrovascular risk factors and stroke subtypes: differences between ethnic groups. *Stroke*, **32**(1), 37-42.
- Halligan, P., Marshall, J., & Wade, D. (1989). Visuospatial neglect: underlying factors and test sensitivity. *The Lancet*, **334**(8668), 908-911.
- Halligan, P., Robertson, I., Pizzamiglio, L., Homberg, V., Weber, E., & Bergego, C. (1991). The laterality of visual neglect after right hemisphere damage. *Neuropsychological Rehabilitation*, **1**(4), 281-301.
- Hannaford, P. C., Croft, P. R., & Kay, C. R. (1994). Oral contraception and stroke. Evidence from the Royal College of General Practitioners' Oral Contraception Study. *Stroke*, **25**(5), 935-942.



- Hartman-Maeir, A., & Katz, N. (1995). Validity of the Behavioral Inattention Test (BIT): relationships with functional tasks. *The American Journal of Occupational Therapy*, **49**(6), 507-516.
- He, F. J., Nowson, C. A., & MacGregor, G. A. (2006). Fruit and vegetable consumption and stroke: meta-analysis of cohort studies. *The Lancet*, **367**(9507), 320-326.
- Heckmann, J., Mokrusch, T., Kröckel, A., Warnke, S., Von Stockert, T., & Neundörfer, B. (1997). EMG-triggered electrical muscle stimulation in the treatment of central hemiparesis after a stroke. *European journal of physical medicine & rehabilitation*, **7**(5), 138-141.
- Heinemann, L. A., Lewis, M. A., Thorogood, M., Spitzer, W. O., Guggenmoos-Holzmann, I., & Bruppacher, R. (1997). Case-control study of oral contraceptives and risk of thromboembolic stroke: results from International Study on Oral Contraceptives and Health of Young Women. *Bmj*, **315**(7121), 1502-1504.
- Heinsius, T., Bogousslavsky, J., & Van Melle, G. (1998). Large infarcts in the middle cerebral artery territory Etiology and outcome patterns. *Neurology*, **50**(2), 341-350.
- Henderson, K. M., Clark, C. J., Lewis, T. T., Aggarwal, N. T., Beck, T., Guo, H., Lunos, S., Brearley, A., Mendes de Leon, C. F., & Evans, D. A. (2013). Psychosocial distress and stroke risk in older adults. *Stroke*, **44**(2), 367-372.
- Henley, S., Pettit, S., Todd-Pokropek, A., & Tupper, A. (1985). Who goes home? Predictive factors in stroke recovery. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, **48**(1), 1-6.
- Heruti, R. J., Lusky, A., Dankner, R., Ring, H., Dolgopiat, M., Barell, V., Levenkrohn, S., & Adunsky, A. (2002). Rehabilitation outcome of elderly patients after a first stroke: effect of cognitive status at admission on the functional outcome. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **83**(6), 742-749.
- Hesse, S., Schulte-Tigges, G., Konrad, M., Bardeleben, A., & Werner, C. (2003). Robot-assisted arm trainer for the passive and active practice of bilateral forearm and wrist movements in hemiparetic subjects. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **84**(6), 915-920. doi:[https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(02\)04954-7](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(02)04954-7)

- Hesse, S., & Uhlenbrock, D. (2000). A mechanized gait trainer for restoration of gait. *J Rehabil Res Dev*, **37**(6), 701-708.
- Hesse, S., Waldner, A., & Tomelleri, C. (2010). Innovative gait robot for the repetitive practice of floor walking and stair climbing up and down in stroke patients. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, **7**(1), 30. doi:10.1186/1743-0003-7-30
- Hesse, S., Werner, C., Pohl, M., Rueckriem, S., Mehrholz, J., & Lingnau, M. (2005). Computerized arm training improves the motor control of the severely affected arm after stroke: a single-blinded randomized trial in two centers. *Stroke*, **36**(9), 1960-1966.
- Heuschmann, P. U., Grieve, A. P., Toschke, A. M., Rudd, A. G., & Wolfe, C. D. (2008). Ethnic group disparities in 10-year trends in stroke incidence and vascular risk factors: the South London Stroke Register (SLSR). *Stroke*, **39**(8), 2204-2210.
- Heuschmann, P. U., Neureiter, D., Gesslein, M., Craiovan, B., Maass, M., Faller, G., Beck, G., Neundoerfer, B., & Kolominsky-Rabas, P. L. (2001). Association between infection with *Helicobacter pylori* and *Chlamydia pneumoniae* and risk of ischemic stroke subtypes: results from a population-based case-control study. *Stroke*, **32**(10), 2253-2258.
- Holden, M., Todorov, E., Callahan, J., & Bizzi, E. (1999). Virtual Environment Training Improves Motor Performance in Two Patients with Stroke: Case Report. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, **23**(2), 57-67.
- Hoonhorst, M. H., Nijland, R. H., van den Berg, J. S., Emmelot, C. H., Kollen, B. J., & Kwakkel, G. (2015). How do Fugl-Meyer arm motor scores relate to dexterity according to the action research arm test at 6 months poststroke? *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **96**(10), 1845-1849.
- Horstmann, S., Rizos, T., Rauch, G., Arden, C., & Veltkamp, R. (2014). Feasibility of the Montreal Cognitive Assessment in acute stroke patients. *European journal of neurology*, **21**(11), 1387-1393.
- Hsich, E., Zhou, Y. F., Paigen, B., Johnson, T. M., Burnett, M. S., & Epstein, S. E. (2001). Cytomegalovirus infection increases development of atherosclerosis in Apolipoprotein-E knockout mice. *Atherosclerosis*, **156**(1), 23-28.

- Hsieh, C. L., Hsueh, I. P., Chiang, F. M., & Lin, P. H. (1998). Inter-rater reliability and validity of the action research arm test in stroke patients. *Age and ageing*, **27**(2), 107-113.
- Hu, F. B., Stampfer, M. J., Colditz, G. A., Ascherio, A., Rexrode, K. M., Willett, W. C., & Manson, J. E. (2000). Physical activity and risk of stroke in women. *JAMA*, **283**(22), 2961-2967.
- Hu, J. B., Zhou, W. H., Hu, S. H., Huang, M. L., Wei, N., Qi, H. L., Huang, J. W., & Xu, Y. (2013). Cross-cultural difference and validation of the Chinese version of Montreal Cognitive Assessment in older adults residing in Eastern China: preliminary findings. *Archives of gerontology and geriatrics*, **56**(1), 38-43.
- Hu, M. H., Hsu, S. S., Yip, P. K., Jeng, J. S., & Wang, Y. H. (2010). Early and intensive rehabilitation predicts good functional outcomes in patients admitted to the stroke intensive care unit. *Disability and Rehabilitation*, **32**(15), 1251-1259.
- Hu, X. L., Tong, K. Y., Wei, X. J., Rong, W., Susanto, E. A., & Ho, S. K. (2013). The effects of post-stroke upper-limb training with an electromyography (EMG)-driven hand robot. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, **23**(5), 1065-1074. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jelekin.2013.07.007>
- Husemann, B., Muller, F., Krewer, C., Heller, S., & Koenig, E. (2007). Effects of locomotion training with assistance of a robot-driven gait orthosis in hemiparetic patients after stroke: a randomized controlled pilot study. *Stroke*, **38**(2), 349-354. doi:10.1161/01.STR.0000254607.48765.cb
- Inglis, J., Donald, M., Monga, T., Sproule, M., & Young, M. (1984). Electromyographic biofeedback and physical therapy of the hemiplegic upper limb. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **65**(12), 755-759.
- Ishiai, S., Furukawa, T., & Tsukagoshi, H. (1989). Visuospatial processes of line bisection and the mechanisms underlying unilateral spatial neglect. *Brain*, **112**(6), 1485-1502.
- Iso, H., Baba, S., Mannami, T., Sasaki, S., Okada, K., Konishi, M., & Tsugane, S. (2004). Alcohol consumption and risk of stroke among middle-aged men: the JPHC Study Cohort I. *Stroke*, **35**(5), 1124-1129.
- Iwamoto, Y., Imura, T., Suzukawa, T., Fukuyama, H., Ishii, T., Taki, S., Imada, N., Shibukawa, M., Inagawa, T., & Araki, H. (2019). Combination of Exoskeletal

Upper Limb Robot and Occupational Therapy Improve Activities of Daily Living Function in Acute Stroke Patients. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*.

- Johnsen, S. P., Overvad, K., Østergaard, L., Tjønneland, A., Husted, S. E., & Sørensen, H. T. (2005). Chlamydia pneumoniae seropositivity and risk of ischemic stroke. *European journal of epidemiology*, **20**(1), 59-65.
- Johnsen, S. P., Overvad, K., Stripp, C., Tjønneland, A., Husted, S. E., & Sørensen, H. T. (2003). Intake of fruit and vegetables and the risk of ischemic stroke in a cohort of Danish men and women. *The American journal of clinical nutrition*, **78**(1), 57-64.
- Johnson, M. J. (2006). Recent trends in robot-assisted therapy environments to improve real-life functional performance after stroke. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, **3**(1), 29.
- Johnston, S. C., Colford, J. M., & Gress, D. R. (1998). Oral contraceptives and the risk of subarachnoid hemorrhage: a meta-analysis. *Neurology*, **51**(2), 411-418.
- Jonas, B. S., & Mussolino, M. E. (2000). Symptoms of depression as a prospective risk factor for stroke. *Psychosomatic medicine*, **62**(4), 463-471.
- Jongbloed, L. (1986). Prediction of function after stroke: a critical review. *Stroke*, **17**(4), 765-776.
- Jousilahti, P., Rastenyte, D., & Tuomilehto, J. (2000). Serum gamma-glutamyl transferase, self-reported alcohol drinking, and the risk of stroke. *Stroke*, **31**(8), 1851-1855.
- Kabakcı, G., Abacı, A., Ertaş, F. S., Özerkan, F., Erol, Ç., & Oto, A. (2006). Türkiye’de hipertansif hastalarda inme riski ve inme riski açısından bölgesel farklılıkların belirlenmesi: Hastane tabanlı, kesitsel, epidemiyolojik anket (THINK)\* çalışması. *Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi*, **34**(7), 395-405.
- Kahn, L. E., Lum, P. S., Rymer, W. Z., & Reinkensmeyer, D. J. (2006). Robot-assisted movement training for the stroke-impaired arm: Does it matter what the robot does? *J Rehabil Res Dev*, **43**(5), 619-630.
- Kan, P., Huq, R., Hoey, J., Goetschalckx, R., & Mihailidis, A. (2011). The development of an adaptive upper-limb stroke rehabilitation robotic system. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, **8**(1), 33.

- Kang, T. W., Oh, D. W., Lee, J. H., & Cynn, H. S. (2018). Effects of integrating rhythmic arm swing into robot-assisted walking in patients with subacute stroke: a randomized controlled pilot study. *International Journal of Rehabilitation Research*, **41**(1), 57-62.
- Kannangara, T. S., Lucero, M. J., Gil-Mohapel, J., Drapala, R. J., Simpson, J. M., Christie, B. R., & van Praag, H. (2011). Running reduces stress and enhances cell genesis in aged mice. *Neurobiology of aging*, **32**(12), 2279-2286.
- Kannel, W. B., Castelli, W. P., Gordon, T., & McNamara, P. M. (1971). Serum cholesterol, lipoproteins, and the risk of coronary heart disease: the Framingham Study. *Ann Intern Med*, **74**(1), 1-12.
- Kaya, T., Karatepe, A. G., Gunaydin, R., Koc, A., & Ercan, U. A. (2011). Inter-rater reliability of the Modified Ashworth Scale and modified Modified Ashworth Scale in assessing poststroke elbow flexor spasticity. *International Journal of Rehabilitation Research*, **34**(1), 59-64.
- Kazerooni, H., & Steger, R. (2006). The Berkeley lower extremity exoskeleton. *Journal of dynamic systems, measurement, and control*, **128**(1), 14-25.
- Khaw, K.-T., & Barrett-Connor, E. (1986). Family history of stroke as an independent predictor of ischemic heart disease in men and stroke in women. *American journal of epidemiology*, **123**(1), 59-66.
- Kiguchi, K. (2007). Active exoskeletons for upper-limb motion assist. *International Journal of Humanoid Robotics*, **4**(03), 607-624.
- Kiguchi, K., Tanaka, T., & Fukuda, T. (2004). Neuro-fuzzy control of a robotic exoskeleton with EMG signals. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, **12**(4), 481-490. doi:10.1109/TFUZZ.2004.832525
- Kim, B. R., Chun, M. H., Kim, D.-Y., & Lee, S. J. (2013). Effect of high-and low-frequency repetitive transcranial magnetic stimulation on visuospatial neglect in patients with acute stroke: a double-blind, sham-controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **94**(5), 803-807.
- Kim, H., Friedlander, Y., Longstreth Jr, W., Edwards, K. L., Schwartz, S. M., & Siscovick, D. S. (2004). Family history as a risk factor for stroke in young women. *American journal of preventive medicine*, **27**(5), 391-396.

- Kiyohara, Y., Kato, I., Iwamoto, H., Nakayama, K., & Fujishima, M. (1995). The impact of alcohol and hypertension on stroke incidence in a general Japanese population: the Hisayama Study. *Stroke*, **26**(3), 368-372.
- Knecht, S., Hesse, S., & Oster, P. (2011). Rehabilitation after stroke. *Deutsches Ärzteblatt International*, **108**(36), 600.
- Kolber, M. J., & Hanney, W. J. (2012). The reliability and concurrent validity of shoulder mobility measurements using a digital inclinometer and goniometer: a technical report. *International journal of sports physical therapy*, **7**(3), 306.
- Krebs, H. I., Ferraro, M., Buerger, S. P., Newbery, M. J., Makiyama, A., Sandmann, M., Lynch, D., Volpe, B. T., & Hogan, N. (2004). Rehabilitation robotics: pilot trial of a spatial extension for MIT-Manus. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, **1**(1), 5. doi:10.1186/1743-0003-1-5
- Krebs, H. I., Hogan, N., Aisen, M. L., & Volpe, B. T. (1998). Robot-aided neurorehabilitation. *IEEE transactions on rehabilitation engineering*, **6**(1), 75-87. doi:10.1109/86.662623
- Krebs, H. I., Palazzolo, J. J., Dipietro, L., Ferraro, M., Krol, J., Ranekleiv, K., Volpe, B. T., & Hogan, N. (2003). Rehabilitation Robotics: Performance-Based Progressive Robot-Assisted Therapy. *Auton. Robots*, **15**(1), 7-20. doi:10.1023/a:1024494031121
- Krebs, H. I., Volpe, B. T., Williams, D., Celestino, J., Charles, S. K., Lynch, D., & Hogan, N. (2007). Robot-aided neurorehabilitation: a robot for wrist rehabilitation. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering*, **15**(3), 327-335.
- Kunkel, A., Kopp, B., Müller, G., Villringer, K., Villringer, A., Taub, E., & Flor, H. (1999). Constraint-induced movement therapy for motor recovery in chronic stroke patients. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **80**(6), 624-628.
- Kurl, S., Tuomainen, T., Laukkanen, J., Nyysönen, K., Lakka, T., Sivenius, J., & Salonen, J. (2002). Plasma vitamin C modifies the association between hypertension and risk of stroke. *Stroke*, **33**(6), 1568-1573.

- Kurth, T., Gaziano, J. M., Berger, K., Kase, C. S., Rexrode, K. M., Cook, N. R., Buring, J. E., & Manson, J. E. (2002). Body mass index and the risk of stroke in men. *Archives of internal medicine*, **162**(22), 2557-2562.
- Kurth, T., Kase, C. S., Berger, K., Gaziano, J. M., Cook, N. R., & Buring, J. E. (2003). Smoking and risk of hemorrhagic stroke in women. *Stroke*, **34**(12), 2792-2795.
- Kurth, T., Kase, C. S., Schürks, M., Tzourio, C., & Buring, J. E. (2010). Migraine and risk of haemorrhagic stroke in women: prospective cohort study. *Bmj*, **341**, c3659.
- Kurth, T., Moore, S. C., Gaziano, J. M., Kase, C. S., Stampfer, M. J., Berger, K., & Buring, J. E. (2006). Healthy lifestyle and the risk of stroke in women. *Archives of internal medicine*, **166**(13), 1403-1409.
- Kwakkel, G., Kollen, B. J., & Krebs, H. I. (2008). Effects of robot-assisted therapy on upper limb recovery after stroke: a systematic review. *Neurorehabilitation and neural repair*, **22**(2), 111-121.
- Kwakkel, G., Kollen, B. J., & Wagenaar, R. C. (1999). Therapy impact on functional recovery in stroke rehabilitation: a critical review of the literature. *Physiotherapy*, **85**(7), 377-391.
- Kwakkel, G., Wagenaar, R. C., Twisk, J. W., Lankhorst, G. J., & Koetsier, J. C. (1999). Intensity of leg and arm training after primary middle-cerebral-artery stroke: a randomised trial. *The Lancet*, **354**(9174), 191-196.
- Langhorne, P., Bernhardt, J., & Kwakkel, G. (2011). Stroke rehabilitation. *The Lancet*, **377**(9778), 1693-1702.
- Larner, A. (2012). Screening utility of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA): in place of—or as well as—the MMSE? *International Psychogeriatrics*, **24**(3), 391-396.
- LaStayo, P. C., & Wheeler, D. L. (1994). Reliability of passive wrist flexion and extension goniometric measurements: a multicenter study. *Physical therapy*, **74**(2), 162-174.
- Law, M., & Morris, J. (1998). By how much does fruit and vegetable consumption reduce the risk of ischaemic heart disease? *European journal of clinical nutrition*, **52**(8), 549.

- Lee, C. D., Folsom, A. R., & Blair, S. N. (2003). Physical Activity and Stroke Risk. *Stroke*, **34**(10), 2475-2481. doi:doi:10.1161/01.STR.0000091843.02517.9D
- Lee, G. (2013). Effects of training using video games on the muscle strength, muscle tone, and activities of daily living of chronic stroke patients. *Journal of physical therapy science*, **25**(5), 595-597.
- Lee, J. S., Yaffe, K., Lui, L. Y., Cauley, J., Taylor, B., Browner, W., & Cummings, S. (2010). Prospective study of endogenous circulating estradiol and risk of stroke in older women. *Archives of neurology*, **67**(2), 195-201.
- Lee, K. B., Lim, S. H., Kim, K. H., Kim, K. J., Kim, Y. R., Chang, W. N., Yeom, J. W., Kim, Y. D., & Hwang, B. Y. (2015). Six-month functional recovery of stroke patients: a multi-time-point study. *Int J Rehabil Res*, **38**(2), 173.
- Lee, M. M., Cho, H. Y., & Song, C. H. (2012). The mirror therapy program enhances upper-limb motor recovery and motor function in acute stroke patients. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, **91**(8), 689-700.
- Lee, S. R., Kim, H. Y., Rogowska, J., Zhao, B. Q., Bhide, P., Parent, J. M., & Lo, E. H. (2006). Involvement of matrix metalloproteinase in neuroblast cell migration from the subventricular zone after stroke. *Journal of Neuroscience*, **26**(13), 3491-3495.
- Lee, Y. Y., Hsieh, Y. W., Wu, C. Y., Lin, K. C., & Chen, C. K. (2015). Proximal fugal-meyer assessment scores predict clinically important upper limb improvement after 3 stroke rehabilitative interventions. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **96**(12), 2137-2144.
- Lenzi, T., Rossi, S. M. M. D., Vitiello, N., & Carrozza, M. C. (2012). Intention-Based EMG Control for Powered Exoskeletons. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, **59**(8), 2180-2190. doi:10.1109/TBME.2012.2198821
- Leppälä, J. M., Paunio, M., Virtamo, J., Fogelholm, R., Albanes, D., Taylor, P. R., & Heinonen, O. P. (1999). Alcohol consumption and stroke incidence in male smokers. *Circulation*, **100**(11), 1209-1214.
- Leśniak, M., Bak, T., Czepiel, W., Seniów, J., & Członkowska, A. (2008). Frequency and prognostic value of cognitive disorders in stroke patients. *Dementia and geriatric cognitive disorders*, **26**(4), 356-363.



- Li, S. (2017). Spasticity, motor recovery, and neural plasticity after stroke. *Frontiers in neurology*, **8**, 120.
- Liao, D., Myers, R., Hunt, S., Shahar, E., Paton, C., Burke, G., Province, M., & Heiss, G. (1997). Familial history of stroke and stroke risk: the Family Heart Study. *Stroke*, **28**(10), 1908-1912.
- Liao, W. W., Wu, C. Y., Hsieh, Y. W., Lin, K. C., & Chang, W. Y. (2012). Effects of robot-assisted upper limb rehabilitation on daily function and real-world arm activity in patients with chronic stroke: a randomized controlled trial. *Clinical rehabilitation*, **26**(2), 111-120. doi:10.1177/0269215511416383
- Lidegaard, Ø. (1993). Oral contraception and risk of a cerebral thromboembolic attack: results of a case-control study. *Bmj*, **306**(6883), 956-963.
- Lin, K. C., Chang, Y. F., Wu, C. Y., & Chen, Y. A. (2009). Effects of constraint-induced therapy versus bilateral arm training on motor performance, daily functions, and quality of life in stroke survivors. *Neurorehabilitation and neural repair*, **23**(5), 441-448.
- Linden, T., Samuelsson, H., Skoog, I., & Blomstrand, C. (2005). Visual neglect and cognitive impairment in elderly patients late after stroke. *Acta Neurologica Scandinavica*, **111**(3), 163-168.
- Linder, S. M., Reiss, A., Buchanan, S., Sahu, K., Rosenfeldt, A. B., Clark, C., Wolf, S. L., & Alberts, J. L. (2013). Incorporating robotic-assisted telerehabilitation in a home program to improve arm function following stroke: a case study. *Journal of neurologic physical therapy: JNPT*, **37**(3), 125.
- Lindsberg, P. J., & Grau, A. J. (2003). Inflammation and infections as risk factors for ischemic stroke. *Stroke*, **34**(10), 2518-2532.
- Lo, H. S., & Xie, S. Q. (2012). Exoskeleton robots for upper-limb rehabilitation: State of the art and future prospects. *Medical engineering & physics*, **34**(3), 261-268. doi:<https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2011.10.004>
- Logigian, M. K., Samuels, M., Falconer, J., & Zagar, R. (1983). Clinical exercise trial for stroke patients. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **64**(8), 364-367.

- Loureiro, R., Amirabdollahian, F., Topping, M., Driessen, B., & Harwin, W. (2003a). Upper limb robot mediated stroke therapy—GENTLE/s approach. *Autonomous Robots*, **15**(1), 35-51.
- Loureiro, R., Amirabdollahian, F., Topping, M., Driessen, B., & Harwin, W. (2003b). Upper Limb Robot Mediated Stroke Therapy—GENTLE/s Approach. *Auton. Robots*, **15**(1), 35-51. doi:10.1023/a:1024436732030
- Lu, Z., Tong, K. Y., Shin, H., Li, S., & Zhou, P. (2017). advanced Myoelectric Control for Robotic Hand-assisted training: outcome from a stroke patient. *Frontiers in neurology*, **8**, 107.
- Lum, P. S., Burgar, C. G., Shor, P. C., Majmundar, M., & Van der Loos, M. (2002). Robot-assisted movement training compared with conventional therapy techniques for the rehabilitation of upper-limb motor function after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **83**(7), 952-959. doi:<https://doi.org/10.1053/apmr.2001.33101>
- Lum, P. S., Godfrey, S. B., Brokaw, E. B., Holley, R. J., & Nichols, D. (2012). Robotic approaches for rehabilitation of hand function after stroke. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, **91**(11), S242-S254.
- Lyden, P., Lu, M., Jackson, C., Marler, J., Kothari, R., Brott, T., & Zivin, J. (1999). Underlying structure of the National Institutes of Health Stroke Scale: results of a factor analysis. *Stroke*, **30**(11), 2347-2354.
- Maclellan, L. R., Bradham, D. D., Whittall, J., Volpe, B., Wilson, P. D., Ohlhoff, J., Meister, C., Hogan, N., Krebs, H. I., & Bever, C. T., Jr. (2005). Robotic upper-limb neurorehabilitation in chronic stroke patients. *J Rehabil Res Dev*, **42**(6), 717-722.
- Macgregor, G., Best, F., Cam, J., Markandu, N., Elder, D., Sagnella, G., & Squires, M. (1982). Double-blind randomised crossover trial of moderate sodium restriction in essential hypertension. *The Lancet*, **319**(8268), 351-355.
- Maciejasz, P., Eschweiler, J., Gerlach-Hahn, K., Jansen-Troy, A., & Leonhardt, S. (2014). A survey on robotic devices for upper limb rehabilitation. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, **11**(1), 3.

- Macko, R. F. (2011). Short-term ankle motor performance with ankle robotics training in chronic hemiparetic stroke. *Journal of rehabilitation research and development*, **48**(4), 417.
- Madre, J. G., Garcia, J. R., Gonzalez, R. C., Montero, J. M., Paniagua, E. B., Escribano, J. G., Martinez, J. D., & Cenjor, R. F. (2002). Association between seropositivity to Chlamydia pneumoniae and acute ischaemic stroke. *European journal of neurology*, **9**(3), 303-306.
- Mang, C. S., Campbell, K. L., Ross, C. J., & Boyd, L. A. (2013). Promoting neuroplasticity for motor rehabilitation after stroke: considering the effects of aerobic exercise and genetic variation on brain-derived neurotrophic factor. *Physical therapy*, **93**(12), 1707-1716.
- Manly, T., Dove, A., Blows, S., George, M., Noonan, M. P., Teasdale, T. W., Dodds, C. M., Fish, J., & Warburton, E. (2009). Assessment of unilateral spatial neglect: Scoring star cancellation performance from video recordings—method, reliability, benefits, and normative data. *Neuropsychology*, **23**(4), 519.
- Mant, J., Painter, R., & Vessey, M. (1998). Risk of myocardial infarction, angina and stroke in users of oral contraceptives: an updated analysis of a cohort study. *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology*, **105**(8), 890-896.
- Marosi, K., Bori, Z., Hart, N., Sárga, L., Koltai, E., Radák, Z., & Nyakas, C. (2012). Long-term exercise treatment reduces oxidative stress in the hippocampus of aging rats. *Neuroscience*, **226**, 21-28.
- Marshall, J. C., & Halligan, P. W. (1989). Does the midsagittal plane play any privileged role in “left” neglect? *Cognitive Neuropsychology*, **6**(4), 403-422.
- Masiero, S., Armani, M., & Rosati, G. (2011). Upper-limb robot-assisted therapy in rehabilitation of acute stroke patients: focused review and results of new randomized controlled trial. *J Rehabil Res Dev*, **48**(4), 355-366.
- Masiero, S., Avesani, R., Armani, M., & Ermani, M. (2007). Predictive factors for ambulation in stroke patients in the rehabilitation setting: a multivariate analysis. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, **109**(9), 763-769.
- Masiero, S., Carraro, E., Ferraro, C., Gallina, P., Rossi, A., & Rosati, G. (2009). Upper limb rehabilitation robotics after stroke: a perspective from the University of Padua, Italy. *Journal of Rehabilitation Medicine*, **41**(12), 981-985.

- Masiero, S., Celia, A., Rosati, G., & Armani, M. (2007). Robotic-Assisted Rehabilitation of the Upper Limb After Acute Stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **88**(2), 142-149.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.apmr.2006.10.032>
- Masiero, S., Poli, P., Rosati, G., Zanotto, D., Iosa, M., Paolucci, S., & Morone, G. (2014). The value of robotic systems in stroke rehabilitation. *Expert review of medical devices*, **11**(2), 187-198.
- Massucci, M., Perdon, L., Agosti, M., Celani, M. G., Righetti, E., Recupero, E., Todeschini, E., & Franceschini, M. (2006). Prognostic factors of activity limitation and discharge destination after stroke rehabilitation. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, **85**(12), 963-970.
- May, M., McCarron, P., Stansfeld, S., Ben-Shlomo, Y., Gallacher, J., Yarnell, J., Davey Smith, G., Elwood, P., & Ebrahim, S. (2002). Does psychological distress predict the risk of ischemic stroke and transient ischemic attack? The Caerphilly Study. *Stroke*, **33**(1), 7-12.
- Mazzoleni, S., Sale, P., Franceschini, M., Bigazzi, S., Carrozza, M. C., Dario, P., & Posteraro, F. (2013). Effects of proximal and distal robot-assisted upper limb rehabilitation on chronic stroke recovery. *NeuroRehabilitation*, **33**(1), 33-39.  
doi:10.3233/nre-130925
- McDonnell, M. (2008). Action research arm test. *Aust J Physiother*, **54**(3), 220.
- McDonnell, M. N., Bryan, J., Smith, A. E., & Esterman, A. J. (2011). Assessing cognitive impairment following stroke. *Journal of clinical and experimental neuropsychology*, **33**(9), 945-953.
- Meijer, R., Ihnenfeldt, D. S., de Groot, I. J., Van Limbeek, J., Vermeulen, M., & De Haan, R. (2003). Prognostic factors for ambulation and activities of daily living in the subacute phase after stroke. A systematic review of the literature. *Clinical rehabilitation*, **17**(2), 119-129.
- Mellon, L., Brewer, L., Hall, P., Horgan, F., Williams, D., & Hickey, A. (2015). Cognitive impairment six months after ischaemic stroke: a profile from the ASPIRE-S study. *BMC Neurology*, **15**(1), 31.

- Menon, A., & Korner-Bitensky, N. (2004). Evaluating unilateral spatial neglect post stroke: working your way through the maze of assessment choices. *Topics in stroke rehabilitation*, **11**(3), 41-66.
- Merians, A. S., Jack, D., Boian, R., Tremaine, M., Burdea, G. C., Adamovich, S. V., Recce, M., & Poizner, H. (2002). Virtual reality-augmented rehabilitation for patients following stroke. *Phys Ther*, **82**(9), 898-915.
- Merikangas, K. R., Fenton, B. T., Cheng, S. H., Stolar, M. J., & Risch, N. (1997). Association between migraine and stroke in a large-scale epidemiological study of the United States. *Archives of neurology*, **54**(4), 362-368.
- Milhaud, D., Bogousslavsky, J., van Melle, G., & Liot, P. (2001). Ischemic stroke and active migraine. *Neurology*, **57**(10), 1805-1811.
- Miltner, W. H. R., Bauder, H., Sommer, M., Dettmers, C., & Taub, E. (1999). Effects of Constraint-Induced Movement Therapy on Patients With Chronic Motor Deficits After Stroke. *Stroke*, **30**(3), 586-592. doi:doi:10.1161/01.STR.30.3.586
- Mitchell, A. B., Cole, J. W., McArdle, P. F., Cheng, Y.-C., Ryan, K. A., Sparks, M. J., Mitchell, B. D., & Kittner, S. J. (2015). Obesity increases risk of ischemic stroke in young adults. *Stroke*, **46**(6), 1690-1692.
- Morgan, T., Adam, W., Gillies, A., Wilson, M., Morgan, G., & Carney, S. (1978). Hypertension treated by salt restriction. *The Lancet*, **311**(8058), 227-230.
- Muellbacher, W., Richards, C., Ziemann, U., Wittenberg, G., Wetz, D., Boroojerdi, B., Cohen, L., & Hallett, M. (2002). Improving hand function in chronic stroke. *Archives of neurology*, **59**(8), 1278-1282.
- Nagata, C., Takatsuka, N., Shimizu, N., & Shimizu, H. (2004). Sodium intake and risk of death from stroke in Japanese men and women. *Stroke*, **35**(7), 1543-1547.
- Nam, C., Rong, W., Li, W., Xie, Y., Hu, X., & Zheng, Y. (2017). The Effects of Upper-Limb Training Assisted with an Electromyography-Driven Neuromuscular Electrical Stimulation Robotic Hand on Chronic Stroke. *Frontiers in neurology*, **8**(679). doi:10.3389/fneur.2017.00679
- Nef, T., Guidali, M., & Riener, R. (2009). ARMin III --arm therapy exoskeleton with an ergonomic shoulder actuation. *Appl. Bionics Biomechanics*, **6**(2), 127-142. doi:10.1080/11762320902840179

- Nelles, G., Jentzen, W., Jueptner, M., Müller, S., & Diener, H. (2001). Arm training induced brain plasticity in stroke studied with serial positron emission tomography. *Neuroimage*, **13**(6), 1146-1154.
- Ng, A. K., Leung, D. P., & Fong, K. N. (2008). Clinical utility of the action research arm test, the wolf motor function test and the motor activity log for hemiparetic upper extremity functions after stroke: a pilot study. *Hong Kong Journal of Occupational Therapy*, **18**(1), 20-27.
- Nordin, Å., Murphy, M. A., & Danielsson, A. (2014). Intra-rater and inter-rater reliability at the item level of the Action Research Arm Test for patients with stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine*, **46**(8), 738-745.
- Norouzi-Gheidari, N., Archambault, P. S., & Fung, J. (2012). Effects of robot-assisted therapy on stroke rehabilitation in upper limbs: systematic review and meta-analysis of the literature. *Journal of Rehabilitation Research & Development*, **49**(4).
- Nudo, R. (2003). Adaptive plasticity in motor cortex: implications for rehabilitation after brain injury. *Journal of Rehabilitation Medicine-Supplements*, **41**, 7-10.
- Nudo, R. J., Milliken, G. W., Jenkins, W. M., & Merzenich, M. M. (1996). Use-dependent alterations of movement representations in primary motor cortex of adult squirrel monkeys. *Journal of Neuroscience*, **16**(2), 785-807.
- Nudo, R. J., Wise, B. M., SiFuentes, F., & Milliken, G. W. (1996). Neural substrates for the effects of rehabilitative training on motor recovery after ischemic infarct. *Science*, **272**(5269), 1791-1794.
- Numano, A., & Lu, M. K. G. (2012). Intraobserver reliability of modified Ashworth scale and modified Tardieu scale in the assessment of spasticity in children with cerebral palsy. *Acta Orthop Traumatol Turc*, **46**(3), 196-200.
- O'Dell, M. W., Lin, C.-C. D., & Harrison, V. (2009). Stroke rehabilitation: strategies to enhance motor recovery. *Annual review of medicine*, **60**, 55-68.
- O'Neill, B., & McMillan, T. (2004). The efficacy of contralesional limb activation in rehabilitation of unilateral hemiplegia and visual neglect: a baseline-intervention study. *Neuropsychological Rehabilitation*, **14**(4), 437-447.
- Ohab, J. J., Fleming, S., Blesch, A., & Carmichael, S. T. (2006). A neurovascular niche for neurogenesis after stroke. *Journal of Neuroscience*, **26**(50), 13007-13016.

- Olson, R. A., Chhanabhai, T., & McKenzie, M. (2008). Feasibility study of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) in patients with brain metastases. *Supportive care in cancer*, **16**(11), 1273-1278.
- Ostir, G. V., Markides, K. S., Peek, M. K., & Goodwin, J. S. (2001). The association between emotional well-being and the incidence of stroke in older adults. *Psychosomatic medicine*, **63**(2), 210-215.
- Oudman, E., Postma, A., Van der Stigchel, S., Appelhof, B., Wijnia, J. W., & Nijboer, T. C. (2014). The montreal cognitive assessment (MoCA) is superior to the mini mental state examination (MMSE) in detection of Korsakoff's syndrome. *The Clinical Neuropsychologist*, **28**(7), 1123-1132.
- Ozdilek, B., & Kenangil, G. (2014). Validation of the Turkish Version of the Montreal Cognitive Assessment Scale (MoCA-TR) in patients with Parkinson's disease. *The Clinical Neuropsychologist*, **28**(2), 333-343.
- Ozkul, F., & Barkana, D. E. (2013). Upper-extremity rehabilitation robot RehabRoby: methodology, design, usability and validation. *International Journal of Advanced Robotic Systems*, **10**(12), 401.
- Özkul, F., Erol, D. B., Badıllı, Ş. D., & Inal, S. (2012). Evaluation of elbow joint proprioception with RehabRoby: A pilot study. *Acta orthopaedica et traumatologica turcica*, **46**(5), 332-338.
- Padilla, J., Wallace, J. P., & Park, S. (2005). Accumulation of physical activity reduces blood pressure in pre-and hypertension. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, **37**(8), 1264-1275.
- Page, S. J., Levine, P., & Leonard, A. C. (2005). Modified Constraint-Induced Therapy in Acute Stroke: A Randomized Controlled Pilot Study. *Neurorehabilitation and neural repair*, **19**(1), 27-32. doi:10.1177/1545968304272701
- Page, S. J., Levine, P., Sisto, S., & Johnston, M. V. (2001). A randomized efficacy and feasibility study of imagery in acute stroke. *Clinical rehabilitation*, **15**(3), 233-240.
- Page, S. J., Sisto, S., Levine, P., & McGrath, R. E. (2004). Efficacy of modified constraint-induced movement therapy in chronic stroke: a single-blinded randomized controlled trial 1. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **85**(1), 14-18.

- Pan, A., Okereke, O. I., Sun, Q., Logroscino, G., Manson, J. E., Willett, W. C., Ascherio, A., Hu, F. B., & Rexrode, K. M. (2011). Depression and incident stroke in women. *Stroke*, **42**(10), 2770-2775.
- Pandian, J. D., Arora, R., Kaur, P., Sharma, D., Vishwambaran, D. K., & Arima, H. (2014). Mirror Therapy in Unilateral Neglect After Stroke (MUST trial) A randomized controlled trial. *Neurology*, **83**(11), 1012-1017.
- Pang, M. Y., Harris, J. E., & Eng, J. J. (2006). A community-based upper-extremity group exercise program improves motor function and performance of functional activities in chronic stroke: a randomized controlled trial. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **87**(1), 1-9.
- Pantano, P., Formisano, R., Ricci, M., Piero, V. D., Sabatini, U., Pofi, B. D., Rossi, R., Bozzao, L., & Lenzi, G. L. (1996). Motor recovery after stroke: morphological and functional brain alterations. *Brain*, **119**(6), 1849-1857.
- Paolucci, S., Antonucci, G., Gialloreti, E., Traballes, M., Lubich, S., Pratesi, L., & Palombi, L. (1996). Predicting stroke inpatient rehabilitation outcome: the prominent role of neuropsychological disorders. *European neurology*, **36**(6), 385-390.
- Paolucci, S., Antonucci, G., Pratesi, L., Traballes, M., Lubich, S., & Grasso, M. G. (1998). Functional outcome in stroke inpatient rehabilitation: predicting no, low and high response patients. *Cerebrovascular diseases*, **8**(4), 228-234.
- Part, M. W. (1992). Medical Research Council trial of treatment of hypertension in older adults: principal results. *Bmj*, **304**(6824), 405-412.
- Pasi, M., Salvadori, E., Poggesi, A., Inzitari, D., & Pantoni, L. (2013). Factors predicting the Montreal cognitive assessment (MoCA) applicability and performances in a stroke unit. *Journal of neurology*, **260**(6), 1518-1526.
- Peisker, T., Koznar, B., Stetkarova, I., & Widimsky, P. (2017). Acute stroke therapy: a review. *Trends in cardiovascular medicine*, **27**(1), 59-66.
- Perry Jr, H. M., Davis, B. R., Price, T. R., Applegate, W. B., Fields, W. S., Guralnik, J. M., Kuller, L., Pressel, S., Stamler, J., & Probstfield, J. L. (2000). Effect of treating isolated systolic hypertension on the risk of developing various types and subtypes of stroke: the Systolic Hypertension in the Elderly Program (SHEP). *JAMA*, **284**(4), 465-471.



- Petitti, D. B., Sidney, S., Bernstein, A., Wolf, S., Quesenberry, C., & Ziel, H. K. (1996). Stroke in users of low-dose oral contraceptives. *New England Journal of Medicine*, **335**(1), 8-15.
- Pila, O., Duret, C., Laborne, F.-X., Gracies, J.-M., Bayle, N., & Hutin, E. (2017). Pattern of improvement in upper limb pointing task kinematics after a 3-month training program with robotic assistance in stroke. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, **14**(1), 105. doi:10.1186/s12984-017-0315-1
- Pinter, M. M., & Brainin, M. (2012). Rehabilitation after stroke in older people. *Maturitas*, **71**(2), 104-108.
- Platz, T., Pinkowski, C., van Wijck, F., Kim, I.-H., Di Bella, P., & Johnson, G. (2005). Reliability and validity of arm function assessment with standardized guidelines for the Fugl-Meyer Test, Action Research Arm Test and Box and Block Test: a multicentre study. *Clinical rehabilitation*, **19**(4), 404-411.
- Plautz, E. J., Milliken, G. W., & Nudo, R. J. (2000). Effects of repetitive motor training on movement representations in adult squirrel monkeys: role of use versus learning. *Neurobiology of learning and memory*, **74**(1), 27-55.
- Poli, P., Morone, G., Rosati, G., & Masiero, S. (2013). Robotic Technologies and Rehabilitation: New Tools for Stroke Patients' Therapy. *BioMed Research International*, 2013, 153872. doi:10.1155/2013/153872
- Politi, M., Kastrup, A., Marmagkiolis, K., Grunwald, I. Q., & Papanagiotou, P. (2017). Endovascular therapy for acute stroke. *Progress in cardiovascular diseases*, **59**(6), 534-541.
- Prange, G., Jannink, M., Groothuis-Oudshoorn, C., Hermens, H., & Ijzerman, M. (2009). Systematic review of the effect of robot-aided therapy on recovery of the hemiparetic arm after stroke. *Journal of rehabilitation research and development*, **43**(2), 171-184.
- Prange, G. B., Jannink, M. J., Groothuis-Oudshoorn, C. G., Hermens, H. J., & Ijzerman, M. J. (2006). Systematic review of the effect of robot-aided therapy on recovery of the hemiparetic arm after stroke. *J Rehabil Res Dev*, **43**(2), 171-184.
- Pressman, M., Schetman, W., Figueroa, W., Van Uitert, B., Caplan, H., & Peterson, D. (1995). Transient ischemic attacks and minor stroke during sleep: relationship to obstructive sleep apnea syndrome. *Stroke*, **26**(12), 2361-2365.

- Qian, Q., Hu, X., Lai, Q., Ng, S. C., Zheng, Y., & Poon, W. (2017). Early Stroke Rehabilitation of the Upper Limb Assisted with an Electromyography-Driven Neuromuscular Electrical Stimulation-Robotic Arm. *Frontiers in neurology*, **8**(447). doi:10.3389/fneur.2017.00447
- Rabadi, M. H., & Rabadi, F. M. (2006). Comparison of the action research arm test and the Fugl-Meyer assessment as measures of upper-extremity motor weakness after stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **87**(7), 962-966.
- Ramasubbu, R., & Patten, S. B. (2003). Effect of depression on stroke morbidity and mortality. *The Canadian Journal of Psychiatry*, **48**(4), 250-257.
- Redline, S., Yenokyan, G., Gottlieb, D. J., Shahar, E., O'connor, G. T., Resnick, H. E., Diener-West, M., Sanders, M. H., Wolf, P. A., & Geraghty, E. M. (2010). Obstructive sleep apnea–hypopnea and incident stroke: the sleep heart health study. *American journal of respiratory and critical care medicine*, **182**(2), 269-277.
- Rexrode, K. M., Hennekens, C. H., Willett, W. C., Colditz, G. A., Stampfer, M. J., Rich-Edwards, J. W., Speizer, F. E., & Manson, J. E. (1997). A prospective study of body mass index, weight change, and risk of stroke in women. *JAMA*, **277**(19), 1539-1545.
- Riddle, D. L., Rothstein, J. M., & Lamb, R. L. (1987). Goniometric reliability in a clinical setting: shoulder measurements. *Physical therapy*, **67**(5), 668-673.
- Ridker, P. M., Cushman, M., Stampfer, M. J., Tracy, R. P., & Hennekens, C. H. (1997). Inflammation, aspirin, and the risk of cardiovascular disease in apparently healthy men. *New England Journal of Medicine*, **336**(14), 973-979.
- Ridker, P. M., Rifai, N., Rose, L., Buring, J. E., & Cook, N. R. (2002). Comparison of C-reactive protein and low-density lipoprotein cholesterol levels in the prediction of first cardiovascular events. *New England Journal of Medicine*, **347**(20), 1557-1565.
- Riener, R., Nef, T., & Colombo, G. (2005). Robot-aided neurorehabilitation of the upper extremities. *Med Biol Eng Comput*, **43**(1), 2-10.
- Rivest, J., & Reiher, J. (1987). *Transient ischemic attacks triggered by symptomatic sleep apneas*. Paper presented at the stroke.

- Rodgers, H., Mackintosh, J., Price, C., Wood, R., McNamee, P., Fearon, T., Marritt, A., & Curless, R. (2003). Does an early increased-intensity interdisciplinary upper limb therapy programme following acute stroke improve outcome? *Clinical rehabilitation*, **17**(6), 579-589.
- Rood, M. S. (1954). Neurophysiological reactions as a basis for physical therapy. *Physical therapy*, **34**(9), 444-449.
- Rost, N. S., Wolf, P. A., Kase, C. S., Kelly-Hayes, M., Silbershatz, H., Massaro, J. M., D'agostino, R. B., Franzblau, C., & Wilson, P. W. (2001). Plasma concentration of C-reactive protein and risk of ischemic stroke and transient ischemic attack: the Framingham study. *Stroke*, **32**(11), 2575-2579.
- Rothstein, J. M., Miller, P. J., & Roettger, R. F. (1983). Goniometric reliability in a clinical setting: elbow and knee measurements. *Physical therapy*, **63**(10), 1611-1615.
- Sacks, F. M., Svetkey, L. P., Vollmer, W. M., Appel, L. J., Bray, G. A., Harsha, D., Obarzanek, E., Conlin, P. R., Miller, E. R., & Simons-Morton, D. G. (2001). Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) diet. *New England Journal of Medicine*, **344**(1), 3-10.
- Sale, P., Franceschini, M., Mazzoleni, S., Palma, E., Agosti, M., & Posteraro, F. (2014). Effects of upper limb robot-assisted therapy on motor recovery in subacute stroke patients. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, **11**(1), 104. doi:10.1186/1743-0003-11-104
- Sanford, J., Moreland, J., Swanson, L. R., Stratford, P. W., & Gowland, C. (1993). Reliability of the Fugl-Meyer assessment for testing motor performance in patients following stroke. *Physical therapy*, **73**(7), 447-454.
- Sarıdaş, F., Demir, A. B., Zarifoğlu, M., & Bora, İ. (2015). İnme Etiyolojisinde Obstrüktif Uyku Apne Sendromunun Yeri. *Journal of Turkish Sleep Medicine*, **3**, 69-71.
- Sasaki, N. (1964). The relationship of salt intake to hypertension in the Japanese. *Geriatrics*, **19**, 735-744.
- Schabowsky, C. N., Godfrey, S. B., Holley, R. J., & Lum, P. S. (2010). Development and pilot testing of HEXORR: Hand EXOskeleton Rehabilitation Robot.

*Journal of neuroengineering and rehabilitation*, **7**(1), 36. doi:10.1186/1743-0003-7-36

- Schaechter, J. D. (2004). Motor rehabilitation and brain plasticity after hemiparetic stroke. *Progress in neurobiology*, **73**(1), 61-72.
- Schenkenberg, T., Bradford, D., & Ajax, E. (1980). Line bisection and unilateral visual neglect in patients with neurologic impairment. *Neurology*, **30**(5), 509-509.
- Schwartz, S. M., Siscovick, D. S., Longstreth Jr, W., Psaty, B. M., Beverly, R. K., Raghunathan, T., Lin, D., & Koepsell, T. (1997). Use of low-dose oral contraceptives and stroke in young women. *Ann Intern Med*, **127**(8), 596-603.
- Sen, S., & Oppenheimer, S. (1998). Cardiac disorders and stroke. *Current opinion in neurology*, **11**(1), 51-56.
- Shinton, R., & Beevers, G. (1989). Meta-analysis of relation between cigarette smoking and stroke. *Bmj*, **298**(6676), 789-794.
- Shinton, R., & Sagar, G. (1993). Lifelong exercise and stroke. *Bmj*, **307**(6898), 231-234.
- Sivan, M., O'Connor, R. J., Makower, S., Levesley, M., & Bhakta, B. (2011). Systematic review of outcome measures used in the evaluation of robot-assisted upper limb exercise in stroke. *Journal of Rehabilitation Medicine*, **43**(3), 181-189.
- Sommerfeld, D. K., Eek, E. U. B., Svensson, A. K., Holmqvist, L. W., & von Arbin, M. H. (2004). Spasticity after stroke: its occurrence and association with motor impairments and activity limitations. *Stroke*, **35**(1), 134-139.
- Song, Y. M., Sung, J., Smith, G. D., & Ebrahim, S. (2004). Body mass index and ischemic and hemorrhagic stroke: a prospective study in Korean men. *Stroke*, **35**(4), 831-836.
- Spector, J. T., Kahn, S. R., Jones, M. R., Jayakumar, M., Dalal, D., & Nazarian, S. (2010). Migraine headache and ischemic stroke risk: an updated meta-analysis. *The American journal of medicine*, **123**(7), 612-624.
- Stampfer, M. J., Colditz, G. A., Willett, W. C., Speizer, F. E., & Hennekens, C. H. (1988). A prospective study of moderate alcohol consumption and the risk of coronary disease and stroke in women. *New England Journal of Medicine*, **319**(5), 267-273.

- Stapleton, T., Ashburn, A., & Stack, E. (2001). A pilot study of attention deficits, balance control and falls in the subacute stage following stroke. *Clinical rehabilitation*, **15**(4), 437-444.
- Stein, J., Krebs, H. I., Frontera, W. R., Fasoli, S. E., Hughes, R., & Hogan, N. (2004). Comparison of two techniques of robot-aided upper limb exercise training after stroke. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, **83**(9), 720-728.
- Stein, J., Narendran, K., McBean, J., Krebs, K., & Hughes, R. (2007). Electromyography-Controlled Exoskeletal Upper-Limb-Powered Orthosis for Exercise Training After Stroke. *American journal of physical medicine & rehabilitation*, **86**(4), 255-261. doi:10.1097/PHM.0b013e3180383cc5
- Sterr, A., Elbert, T., Berthold, I., Kölbl, S., Rockstroh, B., & Taub, E. (2002). Longer versus shorter daily constraint-induced movement therapy of chronic hemiparesis: an exploratory study. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **83**(10), 1374-1377.
- Stig Jørgense, H., Nakayama, H., Otto Raaschou, H., Møller Pedersen, P., Houth, J., & Skyhøj Olsen, T. (2000). Functional and neurological outcome of stroke and the relation to stroke severity and type, stroke unit treatment, body temperature, age, and other risk factors: The Copenhagen Stroke Study. *Topics in stroke rehabilitation*, **6**(4), 1-19.
- Stone, S., Patel, P., & Greenwood, R. (1993). Selection of acute stroke patients for treatment of visual neglect. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, **56**(5), 463-466.
- Sulter, G., Steen, C., & De Keyser, J. (1999). Use of the Barthel index and modified Rankin scale in acute stroke trials. *Stroke*, **30**(8), 1538-1541.
- Susanto, E. A., Tong, R. K., Ockenfeld, C., & Ho, N. S. (2015). Efficacy of robot-assisted fingers training in chronic stroke survivors: a pilot randomized-controlled trial. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, **12**(1), 42. doi:10.1186/s12984-015-0033-5
- Susanto, E. A., Tong, R. K. Y., & Ho, N. S. K. (2015). Hand exoskeleton robot for assessing hand and finger motor impairment after stroke. *HKIE Transactions*, **22**(2), 78-87. doi:10.1080/1023697X.2015.1038319

- Takahashi, C. D., Der-Yeghiaian, L., Le, V., Motiwala, R. R., & Cramer, S. C. (2007). Robot-based hand motor therapy after stroke. *Brain*, **131**(2), 425-437.
- Tanaka, T., Sugihara, S., Nara, H., Ino, S., & Ifukube, T. (2005). A preliminary study of clinical assessment of left unilateral spatial neglect using a head mounted display system (HMD) in rehabilitation engineering technology. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, **2**(1), 31.
- Tang, A., Eng, J. J., Tsang, T. S., & Krassioukov, A. V. (2013). Cognition and motor impairment correlates with exercise test performance after stroke. *Medicine and science in sports and exercise*, **45**(4), 622.
- Taylor, D., Ashburn, A., & Ward, C. (1994). Asymmetrical trunk posture, unilateral neglect and motor performance following stroke. *Clinical rehabilitation*, **8**(1), 48-52.
- Teasell, R. W., & Kalra, L. (2005). What's new in stroke rehabilitation: Back to basics. *Stroke*, **36**(2), 215-217.
- Teixeira-Salmela, L. F., Olney, S. J., Nadeau, S., & Brouwer, B. (1999). Muscle strengthening and physical conditioning to reduce impairment and disability in chronic stroke survivors. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **80**(10), 1211-1218. doi:[https://doi.org/10.1016/S0003-9993\(99\)90018-7](https://doi.org/10.1016/S0003-9993(99)90018-7)
- Tejima, N. (2001). Rehabilitation robotics: a review. *Advanced Robotics*, **14**(7), 551-564. doi:10.1163/156855301742003
- Thommessen, B., Bautz-Holter, E., & Laake, K. (1999). Predictors of outcome of rehabilitation of elderly stroke patients in a geriatric ward. *Clinical rehabilitation*, **13**(2), 123-128.
- Thored, P. R., Wood, J., Arvidsson, A., Cammenga, J. R., Kokaia, Z., & Lindvall, O. (2007). Long-term neuroblast migration along blood vessels in an area with transient angiogenesis and increased vascularization after stroke. *Stroke*, **38**(11), 3032-3039.
- Tietjen, G. E. (2000). The relationship of migraine and stroke. *Neuroepidemiology*, **19**(1), 13-19.
- Tzourio, C., Kittner, S., Bousser, M., & Alperovitch, A. (2000). Migraine and stroke in young women. *Cephalalgia*, **20**(3), 190-199.

- Ueshima, H., Reza Choudhury, S., Okayama, A., Hayakawa, T., Kita, Y., Kadowaki, T., Okamura, T., Minowa, M., & Iimura, O. (2004). Cigarette smoking as a risk factor for stroke death in Japan: NIPPON DATA80. *Stroke*, **35**(8), 1836-1841.
- Uy, J., Ridding, M., Hillier, S., Thompson, P., & Miles, T. (2003). Does induction of plastic change in motor cortex improve leg function after stroke? *Neurology*, **61**(7), 982-984.
- Uyttenboogaart, M., Stewart, R. E., Vroomen, P. C., De Keyser, J., & Luijckx, G.-J. (2005). Optimizing cutoff scores for the Barthel index and the modified Rankin scale for defining outcome in acute stroke trials. *Stroke*, **36**(9), 1984-1987.
- van der Lee, J. H., Beckerman, H., Lankhorst, G. J., & Bouter, L. M. (2001). The responsiveness of the Action Research Arm test and the Fugl-Meyer Assessment scale in chronic stroke patients. *Journal of Rehabilitation Medicine*, **33**, 110–113.
- Van der Lee, J. H., De Groot, V., Beckerman, H., Wagenaar, R. C., Lankhorst, G. J., & Bouter, L. M. (2001). The intra- and interrater reliability of the action research arm test: a practical test of upper extremity function in patients with stroke. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **82**(1), 14-19.
- van der Lee, J. H., Roorda, L. D., Beckerman, H., Lankhorst, G. J., & Bouter, L. M. (2002). Improving the Action Research Arm test: a unidimensional hierarchical scale. *Clinical rehabilitation*, **16**(6), 646-653.
- Veneman, J. F. (2007). Design and evaluation of the LOPES exoskeleton robot for interactive gait rehabilitation. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*, **15**, 379-386.
- Veneman, J. F., Ekkelenkamp, R., Kruidhof, R., van der Helm, F. C. T., & van der Kooij, H. (2006). A series elastic- and Bowden-cable-based actuation system for use as torque actuator in exoskeleton-type robots. *International journal of robotics research*, **25**(3), 261 - 281. doi:urn:nbn:nl:ui:28-60120
- Veneman, J. F., Kruidhof, R., Hekman, E. E. G., Ekkelenkamp, R., Asseldonk, E. H. F. V., & Kooij, H. v. d. (2007). Design and Evaluation of the LOPES Exoskeleton Robot for Interactive Gait Rehabilitation. *IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering*, **15**(3), 379-386.  
doi:10.1109/TNSRE.2007.903919

- Viteckova, S., Kutilek, P., & Jirina, M. (2013). Wearable lower limb robotics: A review. *Biocybernetics and biomedical engineering*, **33**(2), 96-105.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.bbe.2013.03.005>
- Voko, Z., Hollander, M., Hofman, A., Koudstaal, P., & Breteler, M. M. (2003). Dietary antioxidants and the risk of ischemic stroke: the Rotterdam Study. *Neurology*, **61**(9), 1273-1275.
- Volpe, B. T., Krebs, H. I., Hogan, N., Edelstein, L., Diels, C., & Aisen, M. (2000). A novel approach to stroke rehabilitation. *Neurology*, **54**, 1938-1944.
- Wade, D. T., & Hower, R. L. (1987). Functional abilities after stroke: measurement, natural history and prognosis. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, **50**(2), 177-182.
- Wang, T. J., Massaro, J. M., Levy, D., Vasani, R. S., Wolf, P. A., D'Agostino, R. B., Larson, M. G., Kannel, W. B., & Benjamin, E. J. (2003). A risk score for predicting stroke or death in individuals with new-onset atrial fibrillation in the community: the Framingham Heart Study. *JAMA*, **290**(8), 1049-1056.
- Wannamethee, G., & Shaper, A. (1992). Physical activity and stroke in British middle aged men. *Bmj*, **304**(6827), 597-601.
- Watkin, D. M., Froeb, H. F., Hatch, F. T., & Gutman, A. B. (1950). Effects of diet in essential hypertension: II. Results with unmodified Kempner rice diet in fifty hospitalized patients. *The American journal of medicine*, **9**(4), 441-493.
- Ween, J. E., Alexander, M. P., D'Esposito, M., & Roberts, M. (1996a). Factors predictive of stroke outcome in a rehabilitation setting. *Neurology*, **47**(2), 388-392.
- Ween, J. E., Alexander, M. P., D'Esposito, M., & Roberts, M. (1996b). Incontinence after stroke in a rehabilitation setting: outcome associations and predictive factors. *Neurology*, **47**(3), 659-663.
- Welch, K. M. A. (2003). Stroke and migraine-the spectrum of cause and effect. *Functional neurology*, **18**(3), 121-126.
- Wentworth, D., Saver, J. L., Jo Simpson, B., Spilker, J. A., Hock, N., & Miller, E. (2009). Comprehensive Overview of Nursing and Interdisciplinary Care of the Acute Ischemic Stroke Patient. *Stroke*, **40**, 2911-2944.



- Whelton, P. (1998). TONE Collaborative Research Group: Sodium reduction and weight loss in the treatment of hypertension in older persons. A randomized controlled trial of nonpharmacologic interventions in the elderly. *JAMA*, **279**, 839-846.
- Wilson, J. L., Hareendran, A., Grant, M., Baird, T., Schulz, U. G., Muir, K. W., & Bone, I. (2002). Improving the assessment of outcomes in stroke: use of a structured interview to assign grades on the modified Rankin Scale. *Stroke*, **33**(9), 2243-2246.
- Wimmer, M. L., Sandmann-Strupp, R., Saikku, P., & Haberl, R. L. (1996). Association of chlamydial infection with cerebrovascular disease. *Stroke*, **27**(12), 2207-2210.
- Winstein, C. J., Rose, D. K., Tan, S. M., Lewthwaite, R., Chui, H. C., & Azen, S. P. (2004). A randomized controlled comparison of upper-extremity rehabilitation strategies in acute stroke: a pilot study of immediate and long-term outcomes. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **85**(4), 620-628.
- Wolf, P. A., Abbott, R. D., & Kannel, W. B. (1991). Atrial fibrillation as an independent risk factor for stroke: the Framingham Study. *Stroke*, **22**(8), 983-988.
- Wolf, P. A., D'Agostino, R. B., Kannel, W. B., Bonita, R., & Belanger, A. J. (1988). Cigarette smoking as a risk factor for stroke: the Framingham Study. *JAMA*, **259**(7), 1025-1029.
- Wolf, P. A., D'Agostino, R. B., O'Neal, M. A., Sytkowski, P., Kase, C. S., Belanger, A. J., & Kannel, W. B. (1992). Secular trends in stroke incidence and mortality. The Framingham Study. *Stroke*, **23**(11), 1551-1555.
- Yaggi, H. K., Concato, J., Kernan, W. N., Lichtman, J. H., Brass, L. M., & Mohsenin, V. (2005). Obstructive sleep apnea as a risk factor for stroke and death. *New England Journal of Medicine*, **353**(19), 2034-2041.
- Yan, Y.-P., Sailor, K. A., Lang, B. T., Park, S.-W., Vemuganti, R., & Dempsey, R. J. (2007). Monocyte chemoattractant protein-1 plays a critical role in neuroblast migration after focal cerebral ischemia. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, **27**(6), 1213-1224.

- Yozbatiran, N., Der-Yeghiaian, L., & Cramer, S. C. (2008). A standardized approach to performing the action research arm test. *Neurorehabilitation and neural repair*, **22**(1), 78-90.
- Zhang, R., Zhang, Z., Wang, L., Wang, Y., Gousev, A., Zhang, L., Ho, K. L., Morshead, C., & Chopp, M. (2004). Activated neural stem cells contribute to stroke-induced neurogenesis and neuroblast migration toward the infarct boundary in adult rats. *Journal of Cerebral Blood Flow & Metabolism*, **24**(4), 441-448.
- Zinn, S., Dudley, T. K., Bosworth, H. B., Hoenig, H. M., Duncan, P. W., & Horner, R. D. (2004). The effect of poststroke cognitive impairment on rehabilitation process and functional outcome. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, **85**(7), 1084-1090.
- Zoss, A. B., Kazerooni, H., & Chu, A. (2006). Biomechanical design of the Berkeley lower extremity exoskeleton (BLEEX). *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*, **11**(2), 128-138. doi:10.1109/TMECH.2006.871087

### ***Diğer Yayınlar***

- Andreasen, D. S., Alien, S. K., & Backus, D. A. (2005, 28 June-1 July 2005). *Exoskeleton with EMG based active assistance for rehabilitation*. Paper presented at the 9th International Conference on Rehabilitation Robotics, 2005. ICORR 2005.
- Ang, K. K., Guan, C., Chua, K. S. G., Ang, B. T., Kuah, C., Wang, C., Phua, K. S., Chin, Z. Y., & Zhang, H. (2009). *A clinical study of motor imagery-based brain-computer interface for upper limb robotic rehabilitation*. Paper presented at the Engineering in Medicine and Biology Society, 2009. EMBC 2009. Annual International Conference of the IEEE.
- Banala, S. K., Agrawal, S. K., & Scholz, J. P. (2007, 13-15 June 2007). *Active Leg Exoskeleton (ALEX) for Gait Rehabilitation of Motor-Impaired Patients*. Paper presented at the 2007 IEEE 10th International Conference on Rehabilitation Robotics.

- Burke, J. W., McNeill, M., Charles, D., Morrow, P., Crosbie, J., & McDonough, S. (2009, March). *Serious games for upper limb rehabilitation following stroke*. In 2009 Conference in Games and Virtual Worlds for Serious Applications (pp. 103-110). IEEE.
- Burke, J. W., McNeill, M., Charles, D., Morrow, P. J., Crosbie, J., & McDonough, S. (2010). *Augmented reality games for upper-limb stroke rehabilitation*. Paper presented at the 2010 Second International Conference on Games and Virtual Worlds for Serious Applications.
- Caldwell, D. G., Medrano-Cerda, G. A., & Goodwin, M. (1994). *Characteristics and adaptive control of pneumatic muscle actuators for a robotic elbow*. Paper presented at the Proceedings of the 1994 IEEE international conference on robotics and automation.
- Charles, S. K., Krebs, H. I., Volpe, B. T., Lynch, D., & Hogan, N. (2005, 28 June-1 July 2005). *Wrist rehabilitation following stroke: initial clinical results*. Paper presented at the 9th International Conference on Rehabilitation Robotics, 2005. ICORR 2005.
- Chu, A., Kazerooni, H., & Zoss, A. (2005, 18-22 April 2005). *On the Biomimetic Design of the Berkeley Lower Extremity Exoskeleton (BLEEX)*. Paper presented at the Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Robotics and Automation.
- Colombo, R., Pisano, F., Micera, S., Mazzone, A., Delconte, C., Carrozza, M. C., Dario, P., & Minuco, G. (2005, 28 June-1 July 2005). *Upper limb rehabilitation and evaluation of stroke patients using robot-aided techniques*. Paper presented at the 9th International Conference on Rehabilitation Robotics, 2005. ICORR 2005.
- Eriksson, J., Mataric, M. J., & Winstein, C. J. (2005). *Hands-off assistive robotics for post-stroke arm rehabilitation*. Paper presented at the Rehabilitation Robotics, 2005. ICORR 2005. 9th International Conference on.
- Godfrey, S. B., Schabowsky, C. N., Holley, R. J., & Lum, P. S. (2010, 31 Aug.-4 Sept. 2010). *Hand function recovery in chronic stroke with HEXORR robotic training: A case series*. Paper presented at the 2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology.

- Gopura, R. A. R. C., & Kiguchi, K. (2007, 9-11 Aug. 2007). *Development of an exoskeleton robot for human wrist and forearm motion assist*. Paper presented at the 2007 International Conference on Industrial and Information Systems.
- Ho, N., Tong, K., Hu, X., Fung, K., Wei, X., Rong, W., & Susanto, E. (2011). *An EMG-driven exoskeleton hand robotic training device on chronic stroke subjects: task training system for stroke rehabilitation*. Paper presented at the Rehabilitation Robotics (ICORR), 2011 IEEE International Conference on.
- Hu, X., Tong, K., Song, R., Zheng, X., & Leung, W. (2009). *A randomized controlled trial on the recovery process of wrist rehabilitation assisted by electromyography (EMG)-driven robot for chronic stroke*. Paper presented at the Rehabilitation Robotics, 2009. ICORR 2009. IEEE International Conference on.
- Hu, X., Tong, K., Wei, X., Rong, W., Susanto, E. A., & Ho, S. K. (2013). *Coordinated upper limb training assisted with an electromyography (EMG)-driven hand robot after stroke*. Paper presented at the 2013 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC).
- Karakoç, Ö., Akçam, T., Gerek, M., & Birkent, H. (2008). *Obstrüktif uyku apnesi ve kronik hastalıklar*. In KBB-Forum (Vol. 7, pp. 15-20).
- Kiguchi, K., Imada, Y., & Liyanage, M. (2007, 22-26 Aug. 2007). *EMG-Based Neuro-Fuzzy Control of a 4DOF Upper-Limb Power-Assist Exoskeleton*. Paper presented at the 2007 29th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society.
- Koeneman, E., Schultz, R., Wolf, S., Herring, D., & Koeneman, J. (2004). *A pneumatic muscle hand therapy device*. Paper presented at the The 26th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society.
- Kooij, H. v. d., Veneman, J., & Ekkelenkamp, R. (2006, 30 Aug.-3 Sept. 2006). *Design of a compliantly actuated exo-skeleton for an impedance controlled gait trainer robot*. Paper presented at the 2006 International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society.
- Lum, P. S., Burgar, C. G., Loos, M. V. d., Shor, P. C., Majmundar, M., & Yap, R. (2005, 28 June-1 July 2005). *The MIME robotic system for upper-limb neuro-rehabilitation: results from a clinical trial in subacute stroke*. Paper presented at

- the 9th International Conference on Rehabilitation Robotics, 2005. ICORR 2005.
- Mehrholz, J., Hädrich, A., Platz, T., Kugler, J., & Pohl, M. (2012). Electromechanical and robot-assisted arm training for improving generic activities of daily living, arm function, and arm muscle strength after stroke. *Cochrane database of systematic reviews*(6).
- Mihelj, M., Nef, T., & Riener, R. (2006). *ARMin-toward a six DoF upper limb rehabilitation robot*. Paper presented at the Biomedical Robotics and Biomechanics, 2006. BioRob 2006. the First IEEE/RAS-EMBS International Conference on.
- Nef, T., Mihelj, M., Colombo, G., & Riener, R. (2006). *ARMin-robot for rehabilitation of the upper extremities*. Paper presented at the Robotics and Automation, 2006. ICRA 2006. Proceedings 2006 IEEE International Conference on.
- Nef, T., Mihelj, M., Colombo, G., & Riener, R. (2006, 15-19 May 2006). *ARMin - robot for rehabilitation of the upper extremities*. Paper presented at the Proceedings 2006 IEEE International Conference on Robotics and Automation, 2006. ICRA 2006.
- Nef, T., Mihelj, M., Kiefer, G., Perndl, C., Muller, R., & Riener, R. (2007). *ARMin-Exoskeleton for arm therapy in stroke patients*. Paper presented at the Rehabilitation Robotics, 2007. ICORR 2007. IEEE 10th International Conference on.
- Ockenfeld, C., Tong, R. K. Y., Susanto, E. A., Ho, S., & Hu, X. (2013, 24-26 June 2013). *Fine finger motor skill training with exoskeleton robotic hand in chronic stroke: Stroke rehabilitation*. Paper presented at the 2013 IEEE 13th International Conference on Rehabilitation Robotics (ICORR).
- Rosier, J. C., Woerden, J. A. V., Kolk, L. W. V. D., Driessen, B. J. F., Kwee, H. H., Duimel, J. J., Smits, J. J., Tuinhof de Moed, A. A., Honderd, G. & Bruyn, P. M. (1991, 19-22 June 1991). *Rehabilitation robotics: the MANUS concept*. Paper presented at the Fifth International Conference on Advanced Robotics 'Robots in Unstructured Environments.

- Stein, J., Bishop, L., Gillen, G., & Helbok, R. (2011). *A pilot study of robotic-assisted exercise for hand weakness after stroke*. Paper presented at the Rehabilitation Robotics (ICORR), 2011 IEEE International Conference on.
- Takahashi, C. D., Der-Yeghiaian, L., Le, V., & Cramer, S. C. (2005a). *A robotic device for hand motor therapy after stroke*. Paper presented at the Rehabilitation Robotics, 2005. ICORR 2005. 9th International Conference on.
- Takahashi, C. D., Der-Yeghiaian, L., Le, V., & Cramer, S. C. (2005b). *A robotic device for hand motor therapy after stroke*. Paper presented at the 9th International Conference on Rehabilitation Robotics, 2005. ICORR 2005.
- Tong, K., Ho, S., Pang, P., Hu, X., Tam, W., Fung, K., Wei, X., Chen, P., & Chen, M. (2010). *An intention driven hand functions task training robotic system*. Paper presented at the Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2010 Annual International Conference of the IEEE.
- Tong, K. Y., Ho, S. K., Pang, P. M. K., Hu, X. L., Tam, W. K., Fung, K. L., Wei, X. J., Chen, P. N., & Chen, M. (2010, 31 Aug.-4 Sept. 2010). *An intention driven hand functions task training robotic system*. Paper presented at the 2010 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology.
- Yun, Y., Dancausse, S., Esmatloo, P., Serrato, A., Merring, C. A., Agarwal, P., & Deshpande, A. D. (2017, 29 May-3 June 2017). *Maestro: An EMG-driven assistive hand exoskeleton for spinal cord injury patients*. Paper presented at the 2017 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA).
- Yun, Y., Dancausse, S., Esmatloo, P., Serrato, A., Merring, C. A., & Deshpande, A. D. (2017). *An emg-driven assistive hand exoskeleton for spinal cord injury patients: Maestro*. Paper presented at the IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA).