



**SEREBRAL PALSİLİ BİREYLERDE ÜST EKSTREMİTE ROBOTİK
REHABİLİTASYONUN ÜST EKSTREMİTE FONKSİYONLARI VE
YÜRÜME PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Mustafa BURAK

**DOKTORA TEZİ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

MART 2023

ETİK BEYAN

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

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

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

Mustafa BURAK

07/03/2023

SEREBRAL PALSİLİ BİREYLERDE ÜST EKSTREMİTE ROBOTİK
REHABİLİTASYONUN ÜST EKSTREMİTE FONKSİYONLARI VE YÜRÜME
PARAMETRELERİ ÜZERİNE ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

(Doktora Tezi)

Mustafa BURAK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mart 2023

ÖZET

Bu çalışma unilateral serebral palsili bireylere uygulanan üst ekstremitte robotik rehabilitasyonun üst ekstremitte fonksiyonları ve yürüme parametreleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi amacıyla yapıldı. Çalışmaya 6-18 yaş arasındaki Unilateral Serebral Palsili bireyler dâhil edildi. Kontrol grubundaki bireylere (n:15) 6 hafta, haftada 3 gün, günde 45 dakika konvansiyonel fizyoterapi uygulanırken, çalışma grubuna (n:16) konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak 6 hafta boyunca, haftada 3 gün, günde 30 dakika Arneo Spring üst ekstremitte robotik rehabilitasyon programı uygulandı. Tüm katılımcılar gruplara kör bir fizyoterapist tarafından tedavi öncesinde ve tedavi sonrasında değerlendirildi. Üst ekstremitte eklem hareket açıklığı universal gonyometre ile, kas tonusu Modifiye Ashworth Skalası ile değerlendirildi. Aktivite değerlendirmeleri Jebsen Taylor El Fonksiyon Değerlendirmesi, Üst Ekstremitte Becerileri Kalite Testi, Abilhand-Kids, Üst Ekstremitte Selektif Kontrol Skalası, Gövde Kontrol Ölçüm Skalası ve yürüme analizi için 4D Diers Formetic ile yapıldı. Katılım ise Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği ve Çocuklar için Yaşam Kalitesi Ölçeği ile değerlendirildi. Tedavi sonrası fark verilerinde önkol supinasyon, el bileği fleksiyon ve ekstansiyon eklem hareket açıklığında ve önkol pronasyon kas tonusunda, etkilenen taraf Jebsen Taylor El Fonksiyon Testi ile Abilhand-Kids puanlarında çalışma grubunda anlamlı gelişme olduğu bulundu. Tedavi öncesi ve sonrası fark verileri incelendiğinde; Üst Ekstremitte Beceri Kalite Testi'nin sadece kavrama alt bölümünde, Üst Ekstremitte Selektif Kontrol Skalası'nın toplam puanında, Gövde Kontrol Ölçüm Skalası'nın sadece statik oturma dengesinde, Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği'nde ise sadece kendine bakım puanında çalışma grubu lehine anlamlı fark bulundu. Yürüme parametrelerinde ise az etkilenmiş taraf duruş ve sallanma fazında çalışma grubu lehine anlamlı gelişme görüldü ($p<0,05$). Sonuç olarak konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak uygulanan üst ekstremitte robotik rehabilitasyonunun üst ekstremitte fonksiyonlarını iyileştirmenin yanı sıra yürüme parametreleri üzerinde de etkili olduğu bulundu. Bu nedenle üst ekstremitte fonksiyonlarını ve yürüyüşü iyileştirmek için konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak robotik rehabilitasyonun uygulanması önerilir.

Bilim Kodu : 1032

Anahtar Kelimeler : Unilateral serebral palsy, Üst ekstremitte, Robotik rehabilitasyon, Yürüme

Sayfa Adedi : 137

Danışman : Prof. Dr. Bülent ELBASAN

İkinci Danışman : Prof. Dr. Evren YAŞAR

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF UPPER EXTREMITY ROBOTIC
REHABILITATION ON UPPER EXTREMITY FUNCTIONS AND GAIT
PARAMETERS IN INDIVIDUALS WITH CEREBRAL PALSY

(Ph. D. Thesis)

Mustafa BURAK

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF HEALTH SCIENCES

March 2023

ABSTRACT

This study was conducted to examine the effects of upper extremity robotic rehabilitation on upper extremity functions and gait parameters in applied to individuals with unilateral cerebral palsy. Individuals with Unilateral Cerebral Palsy between the ages of 6-18 were included in the study. Individuals in the control group (n:15) received conventional physiotherapy for 45 minutes a day, 3 days a week, for 6 weeks. In the study group (n:16), in addition to conventional physiotherapy, Arneo Spring upper extremity robotic rehabilitation program was applied for 30 minutes, 3 days a week for 6 weeks. All participants were evaluated by a physiotherapist, blinded to the groups, before and after treatment. Upper extremity range of motion was evaluated with the universal goniometer, and muscle tone was evaluated with the Modified Ashworth Scale. Activity assessments were made with the Jebsen Taylor Hand Function Test, Quality of Upper Extremity Skills Test, Abilhand-Kids, Selective Control of the Upper Extremity Scale, Trunk Control Measurement Scale, and for gait analysis 4D Diers Formetric. Participation was assessed with the Pediatric Functional Independence Scale and the Paediatric Quality of Life. A significant improvement was found in range of motion of forearm supination, wrist flexion and extension in the study group, and forearm pronation muscle tone, Jebsen Taylor Hand Function Test and Abilhand-Kids scores according to post-treatment difference data analysis. In comparisons between groups; the study group was found to be superior in the grip subsection of the Quality of Upper Extremity Skills Test, in the total score of the Selective Control of the Upper Extremity Scale, only in the static sitting balance of the Trunk Control Measurement Scale, and only in the grooming score in the Pediatric Functional Independence Scale. And there was a significant improvement in the study group in gait parameters in terms of the less affected side stance and swing phases, ($p<0.05$). As a result, in addition to conventional physiotherapy, upper extremity robotic rehabilitation treatment was found to be effective on gait parameters as well as improving upper extremity functions. Therefore, robotic rehabilitation is recommended in addition to conventional physiotherapy to improve upper extremity functions and gait.

Science Code : 1032
Key Words : Unilateral cerebral palsy, Upper extremity, Robotic rehabilitation, Gait
Page Number : 137
Supervisor : Prof. Dr. Bülent ELBASAN
Co-Supervisor : Prof. Dr. Evren YAŞAR

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca tüm destekleri için ayrıca akademik ve kilink deneyimleriyle bize yol gösteren değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Bülent ELBASAN'a,

Tez çalışmasının oluşturulması için bilimsel katkısını ve desteğini esirgemeyen değerli ikinci danışman hocam Sayın Prof. Dr. Evren YAŞAR'a,

Tez çalışmasının gerçekleşmesi için sağladıkları kolaylıklar ve her türlü desteklerinden dolayı Bölüm ve Anabilim Dalı Başkanımız Sayın Prof. Dr. Deran OSKAY'a,

Tez çalışmasına verdikleri katkılar için Sayın Prof. Dr. Nevin Aysel GÜZEL, Sayın Prof. Dr. İlke KESER, Sayın Prof. Dr. Muhammed KILINÇ ve Prof. Dr. Akmer MUTLU'ya

Tüm destek ve katkıları için Uzm. Dr. Ezgi AYDIN ÖZARSLAN'a, Uzm. Fzt. İpek POYRAZ'a ve Ankara Bilkent Şehir Hastanesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Hastanesinin tüm çalışanlarına,

Doktora eğitim süresince bana destek olan pediatrik rehabilitasyon ünitesinden Dr. Öğr. Üyesi. Müşerrefe KELEŞ, Dr. Öğr. Üyesi Kamile UZUN AKKAYA, Dr. Öğr. Üyesi Erkan EROL, Dr. Öğr. Üyesi Umut APAYDIN, Dr. Öğr. Üyesi Ayşe YILDIZ, Dr. Öğr. Üyesi Ramazan YILDIZ, Uzm. Fzt. Pelin ATALAN EFKERE, Uzm. Fzt. Zekiye BAŞARAN, Uzm. Fzt. Rabia ERASLAN'a ve Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesinin tüm çalışanlarına,

Tez çalışmasına katılan tüm katılımcılara ve değerli ailelerine,

Dünyayı dolaşmak hayalimiz varken beraber tez yaptığımız aziz dostum Murat AKINCI ve Merve AKINCI'ya

Tüm gayreti, emeği ve sabrı için Sinem ERTURAN'a

Tüm hayatım boyunca beni yalnız bırakmayan sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiv
RESİMLERİN LİSTESİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Serebral Palsi	5
2.2. Epidemiyoloji.....	5
2.3. Etiyoloji	5
2.4. Sınıflandırma	6
2.4.1. Klinik tipine göre sınıflandırma	7
2.4.2. Ekstremitte dağılımına göre sınıflandırma	8
2.5. Serebral Palside Görülen Problemler.....	9
2.5.1. Eklem hareket açıklığı problemleri	10
2.5.2. Tonus problemleri	10
2.5.3. Selektivite	11
2.5.4. Gövde problemleri.....	11
2.5.5. Fonksiyonel bağımsızlık problemleri	12
2.5.6. Yaşam kalitesi problemleri.....	12
2.5.7. Alt Ekstremitte Problemleri.....	13

	Sayfa
2.5.8. Üst ekstremitte problemleri	13
2.5.9. Üst ekstremitte fonksiyonelliğinin yürümeye etkisi	14
2.5.10. Yürüyüş problemleri.....	15
2.5.11. Yürüyüşün fazları	17
2.5.12. Unilateral SP’de yürüyüş sınıflandırması.....	18
2.6. Nöroplastisite	19
2.7. Motor Kontrol ve Motor Öğrenme	20
2.8. Serebral Palside Üst Ekstremitte Tedavi Yaklaşımları	21
2.8.1. Geleneksel tedavi yöntemleri	21
2.8.2. Pasif germe	22
2.8.3. Botulinum toksin tip A	22
2.8.4. Seri alçılama	22
2.8.5. Bobath nörogelişimsel tedavi yaklaşımı (NGT-B).....	23
2.8.6. Modifiye kısıtlayıcı zorunlu hareket terapisi.....	23
2.8.7. Bimanuel yoğun terapi	24
2.8.8. Teknoloji temelli rehabilitasyon.....	24
3. GEREÇ VE YÖNTEM	29
3.1. Bireyler	29
3.2. Yöntem.....	30
3.2.1. Değerlendirmede kullanılan ölçekler	30
3.2.2. Tedavi programı	37
3.3. İstatistiksel Analiz.....	49
4. BULGULAR	51
4.1. Demografik Veriler.....	51
4.1.1. Gruplar arası demografik verilerin karşılaştırılması.....	51
4.2. Eklem Hareket Açıklığı Değerlendirme Sonuçları	53

Sayfa

4.2.1. Eklem hareket açıklıkları verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması	53
4.2.2. Eklem hareket açıklıkları verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılması	53
4.2.3. Eklem hareket açıklıkları fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması ..	55
4.3. Kas Tonusu Değerlendirme Sonuçları	56
4.3.1. Kas tonusu verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması.....	56
4.3.2. Kas tonusu verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılması.....	56
4.3.3. Kas tonusu fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması	57
4.4. El Fonksiyonlarının Değerlendirme Sonuçları	57
4.4.1. El Fonksiyonları verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması (Etkilenmiş taraf)	57
4.4.2. El Fonksiyonları verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılması (Etkilenmiş taraf)	58
4.4.3. El Fonksiyonları verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması (Az Etkilenmiş taraf).....	58
4.4.4. El Fonksiyonları verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılması (Az Etkilenmiş taraf).....	59
4.4.5. El Fonksiyonları fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	59
4.5. Üst Ekstremité Beceri Kalitesi Değerlendirme Sonuçları	60
4.5.1. Üst ekstremité beceri kalitesi verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması	60
4.5.2. Üst ekstremité beceri kalitesi verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılması	60
4.5.3. Üst ekstremité beceri kalitesi fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	61
4.6. Günlük Yaşam Aktivitelerinin Değerlendirme Sonuçları	62
4.6.1. Günlük yaşam aktiviteleri verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması	62

Sayfa

4.6.2. Günlük yaşam aktiviteleri verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılması	62
4.6.3. Günlük yaşam aktiviteleri fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	62
4.7. Selektivite Değerlendirme Sonuçları	63
4.7.1. Selektivite verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması.....	63
4.7.2. Selektivite verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılması.....	63
4.7.3. Selektivite fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması	65
4.8. Gövde Kontrolü Değerlendirme Sonuçları	65
4.8.1. Gövde kontrolü verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması.....	65
4.8.2. Gövde kontrolü verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılması.....	65
4.8.3. Gövde kontrolü fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması	66
4.9. Günlük Yaşamdaki Fonksiyonel Bağımsızlık Değerlendirme Sonuçları	67
4.9.1. Günlük yaşamdaki fonksiyonel bağımsızlık verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması	67
4.9.2. Günlük yaşamdaki fonksiyonel bağımsızlık verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılması	67
4.9.3. Günlük yaşamdaki fonksiyonel bağımsızlık fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması	68
4.10. Yaşam Kalitesinin Değerlendirme Sonuçları.....	69
4.10.1. Yaşam kalitesi verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması.....	69
4.10.2. Yaşam kalitesi verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar karşılaştırılması.....	69
4.10.3. Yaşam kalitesi fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	70
4.11. Yürüme Parametreleri Verileri	71
4.11.1. Yürüme parametrelerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması.....	71

Sayfa

4.11.2. Yürüme parametrelerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılması.....	71
4.11.3. Yürüme parametrelerinin fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	73
5. TARTIŞMA.....	75
5.1. Demografik Veriler.....	77
5.2. Eklem Hareket Açıklığı	79
5.3. Kas Tonusu	80
5.4. El Fonksiyonları.....	82
5.5. Üst Ekstremité Beceri Kalitesi.....	84
5.6. Günlük Yaşam Aktiviteleri	85
5.7. Selektivite	87
5.8. Gövde Kontrolü	88
5.9. Günlük Yaşamdaki Fonksiyonel Bağımsızlık	90
5.10. Yaşam Kalitesi	91
5.11. Yürüyüş.....	93
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	99
KAYNAKLAR.....	101
EKLER.....	133
EK-1. Etik Komisyon Onayı.....	134
ÖZGEÇMİŞ.....	136

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Serebral palsi risk faktörleri.....	6
Çizelge 2.2. Avrupa Serebral Palsi Sürveyans Grubu Sınıflandırma Sistemi	7
Çizelge 2.3. Yürüme döngüsü.....	18
Çizelge 3.1. Modifiye Ashworth skalası.....	33
Çizelge 3.2. Armeo spring robotik rehabilitasyonunda kullandığımız uygulamalar	40
Çizelge 3.3. Armeo spring robotik rehabilitasyonunda kullanılan egzersizlerin hedeflediği hareketler	41
Çizelge 4.1. Katılımcıların tanımlayıcı özelliklerinin gruplara göre karşılaştırılması....	52
Çizelge 4.2. Katılımcıların tanımlayıcı özelliklerinin gruplara göre karşılaştırılması....	52
Çizelge 4.3. Eklem hareket açıklıklarının tedavi öncesi ve sonrası etkilenmiş taraf verilerinin grup içi karşılaştırılması.....	54
Çizelge 4.4. Eklem hareket açıklığının tedavi öncesi ve sonrası az etkilenmiş taraf verilerinin grup içi karşılaştırılması.....	55
Çizelge 4.5. Eklem hareket açıklığının fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması ..	56
Çizelge 4.6. Kas tonusu verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması	57
Çizelge 4.7. Kas tonusu fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	57
Çizelge 4.8. Jebsen Taylor el fonksiyon testi alt gruplarının tedavi öncesi ve sonrası verilerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması.....	58
Çizelge 4.9. Jebsen Taylor el fonksiyon testi alt gruplarının tedavi öncesi ve sonrası verilerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması.....	59
Çizelge 4.10. Jebsen Taylor el fonksiyon testi fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	60
Çizelge 4.11. Üst ekstremité beceri kalite testi alt bölümleri ve toplam puanının tedavi öncesi ve sonrası verilerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması ...	61
Çizelge 4.12. Üst ekstremité beceri kalite testi fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	61
Çizelge 4.13. Abilhand-Kids puanının tedavi öncesi ve sonrası verilerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması	62

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.14. Abilhand-Kids fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	62
Çizelge 4.15. Selektivite alt bölümleri ve toplam puanının tedavi öncesi ve sonrası verilerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması.....	64
Çizelge 4.16. Selektivite parametrelerinin fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	65
Çizelge 4.17. Gövde kontrol ölçüm skalası alt bölümleri ve toplam puanının tedavi öncesi ve sonrası verilerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması ...	66
Çizelge 4.18. Gövde kontrol ölçüm skalası alt bölümlerinin ve toplam puan fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	66
Çizelge 4.19. Pediatrik fonksiyonel bağımsızlık ölçeği alt bölümleri ve toplam puanının tedavi öncesi ve sonrası verilerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması.....	68
Çizelge 4.20. Pediatrik fonksiyonel bağımsızlık ölçeği alt bölümlerinin ve toplam puan fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	69
Çizelge 4.21. Çocuklar için yaşam kalitesi ölçeği alt bölümleri ve toplam puanının tedavi öncesi ve sonrası verilerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması.....	70
Çizelge 4.22. Çocuklar için yaşam kalitesi ölçeği alt bölümlerinin ve toplam puan fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması.....	70
Çizelge 4.23. Yürüme parametrelerinin tedavi öncesi ve sonrası verilerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması	72
Çizelge 4.24. Yürüme parametrelerinin fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması.	73

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Serebral palsinin görülme sıklığı	7
Şekil 2.2. Ekstremiteler arası refleksler: yürüme, ayakta durma ve oturmanın karşılaştırılması	15
Şekil 2.3. Yürüyüşün fazları.....	17
Şekil 3.1. Tüm katılımcılara uygulanan değerlendirme parametreleri	31
Şekil 3.2. Oyun sonundaki puan tablosu verileri.....	42
Şekil 3.3. Oyun sırasındaki veriler ve oyun görseli	43
Şekil 3.4. 1-D egzersizler için oyunlar	43
Şekil 3.5. 2-D egzersizler için oyunlar	45
Şekil 3.6. 3-D egzersizler için oyunlar	47
Şekil 4.1. Çalışma akış şeması	51

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 3.1. Robotik rehabilitasyon seansı	38
Resim 3.2. Arneo® Spring'e genel bakış	39

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Simgeler Açıklamalar

%	Yüzde
gr	Gram
cm	Santimetre
n	Olgu sayısı
p	İstatistiksel yanılma düzeyi

Kısaltmalar Açıklamalar

BoNT A	Botulinum toksin tip A
ÇİYKÖ	Çocuklar için yaşam kalitesi ölçeği
EBSS	El becerileri sınıflandırma sistemi
EHA	Eklem hareket açıklığı
GKÖS	Gövde kontrol ölçüm skalası
HABİT	Bimanuel yoğun terapi
ICF	İşlevsellik, Yetiyitimi ve Sağlığın Uluslararası Sınıflandırılması
JTEFT	Jebsen Taylor el fonksiyon değerlendirme testi
KMFSS	Kaba motor fonksiyon sınıflandırma sistemi
MAS	Modifiye Ashworth skalası
mKZHT	Modifiye kısıtlayıcı zorunlu hareket terapisi
NGT-B	Bobath nörogelişimsel tedavi yaklaşımı
PFBÖ	Pediyatrik fonksiyonel bağımsızlık ölçümü
SP	Serebral Palsi
uSP	Unilateral Serebral Palsi
ÜEBKT	Üst ekstremité becerileri kalite testi
ÜESKS	Üst ekstremité selektif kontrol skalası

1. GİRİŞ

Serebral Palsi (SP), henüz gelişimini tamamlamamış beyinde ilerleyici olmayan bir lezyon nedeniyle oluşan fakat yaşla birlikte farklı problemlere yol açabilen motor, postür ve hareket gelişim bozukluğudur. Tüm bu problemlere duysal, bilişsel, iletişim, epilepsi, davranış problemleri ve sekonder kas iskelet sorunları eşlik edebilir [1, 2]. Piramidal sistem veya ekstrapiramidal sistemin etkilenmesine bağlı olarak farklı SP tipleri görülebilmektedir. Anatomik dağılıma baktığımızda ekstremitelerin etkilendiği bölgeler sınıflandırmanın da temelini oluşturur. Diparatik tip SP'de alt ekstremiteler üst ekstremitelerden daha fazla etkilenirken, kuadriparatik tip SP'de tüm vücut etkilenir, unilateral tip SP'de (uSP) üst ekstremiteler daha fazla etkilenir. Tüm bunların dışında tek bir ekstremitenin etkilendiği monoparazi veya üç ekstremitenin etkilendiği triparezi gibi tipler de mevcuttur [3]. Unilateral SP tek taraflı alt ve üst ekstremitenin motor ve/veya duysal etkilenimiyle karakterize en sık görülen SP tipidir [4]. Unilateral SP'li hastaların yarısında nesneleri kavrayamama ve manipüle edememe gibi üst ekstremitte işlev bozuklukları görülür [5]. Kas zayıflıkları üst ekstremitte hareketlerini etkilerken spastisiteye bağlı olarak üst ekstremitelerde omuz addüksiyon ve internal rotasyonu, dirsek, el bileği ve parmak fleksiyonu ve önkol pronasyonu görülebilir [6]. Unilateral SP'li bireylerin üst ekstremitte spontan hareketlerinin ve fonksiyonlarının azaldığı, neredeyse elini hiç kullanmamaya varan düzeyde etkilenim görülebildiği, ayrıca yürüme ve denge becerilerinin de sağlıklı yaşlıları ile karşılaştırıldığında daha düşük bulunduğu bildirilmiştir [7, 8].

Yürüme becerisi, günlük yaşam aktiviteleri ve katılım için oldukça önem arz etmektedir [9]. Unilateral SP'li bireylerde üst ekstremitte etkileniminin yanı sıra sağlıklı yaşlılarına kıyasla yürüyüşlerinin de etkilendiği bildirilmiştir. Çoğunlukla bağımsız yürüme becerisi kazanan uSP'li bireyler zamanla daha asimetrik bir yürüme paterni edinirler. Çalışmalar yürüme becerisini değerlendirmek için sıklıkla alt ekstremitelere odaklanmıştır [10, 11]. Ancak yürümenin sadece alt ekstremitelerle ilgili olmadığı, dört ekstremitenin koordinasyonu ile gerçekleşen bir aktivite olduğu bildirilmiştir [12]. İnsan yürüyüşü sırasında kol salınımını inceleyen Meyns ve arkadaşları yürüyüş sırasındaki kol salınımlarının bacak hareketlerini kolaylaştırdığını bildirmişlerdir [13].

Serebral Palsili bireylerin üst ekstremitte rehabilitasyonunda konvansiyonel ve nörogelişimsel tedavi programları, biofeedback, ortez, kısıtlayıcı zorunlu hareket tedavisi,

bimanuel yoğun terapi gibi farklı tedavi uygulamaları yer almaktadır. Ancak bu tedavilerin etkinlikleri ve birbirlerine üstünlükleri konusunda fikir birliğine varılamamıştır [7, 14]. Ayrıca SP'li bireylerde tedavi çok uzun yıllar boyunca sürmektedir. Bu durum tedavi devamlılığında motivasyon problemlerine ve bireylerin tedaviyi reddetmelerine neden olabilmektedir. Bu nedenle motivasyonu ve tedavi uyumunu artırıcı, yenilikçi tedavi yöntemlerinin geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Bu tedavi seçeneklerinden biri de gelişen teknolojiyle beraber rehabilitasyonda da önemli bir yer edinen robotik rehabilitasyondur. Robotik rehabilitasyonda kullanılan robotik sistemler, bol tekrarlı, yoğun ve görev odaklı bir rehabilitasyona olanak sağlar ve bu da motivasyonu artırır; ayrıca terapist ve hastaya geri bildirim sağlar [15]. Özetle robotik rehabilitasyon, rehabilitasyon görevlerini gerçekleştirmek için tasarlanmış, yeniden programlanabilir ve çok işlevli bir hareket sağlayıcı olarak tanımlanabilir [16].

Dünya Sağlık Örgütü tarafından 2001 yılında kabul edilen İşlevsellik, Yetiyitimi ve Sağlığın Uluslararası Sınıflandırılması (International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF)) sisteminde; bireylerin sadece vücut yapı ve işlevlerinin değerlendirilmesinin yeterli olmayacağı, bunun yanında aktivite- katılım, çevresel ve kişisel faktörlerin de değerlendirilmesi ve sağlığın sınıflandırmasının bu çerçevede yapılması gerektiği bildirilmiştir. ICF'in temel aldığı biyopsikososyal sistem bu çerçevenin sınırlarının genişliğini belirlemiştir [17]. Bu anlamda değerlendirmeler ve müdahalelerin belirlenmesinde, bireylerin günlük yaşam aktivitelerinin, fonksiyonelliğinin ve yaşam kalitesinin göz önünde bulundurulması önemlidir. Bu durum, son yıllarda uygulanan tedavi yaklaşımlarının nöroplastisiteyi temel almasını sağlamıştır. Nöroplastisitenin sağlanması ve motor öğrenmenin gerçekleşmesi için sık tekrarın yapılması, bireylerin motivasyonlarının yüksek olması, aktivitelerin günlük yaşam aktivitelerine benzemesi gerekmektedir [5, 18]. Tüm bunları konvansiyonel fizyoterapi seansında sağlamak zor olabilmektedir. Konvansiyonel fizyoterapi seansında hasta 45 dakikalık sürede 30 tekrarlı üst ekstremité egzersizi yaparken [19], aynı süredeki robotik rehabilitasyon seansında bu sayı 1000 tekrara ulaşabilmektedir [20]. Robotik rehabilitasyonun bunları sağlaması ve bireylere anlık gerçek zamanlı geri bildirim sağlaması nöroplastisiteyi ve motor öğrenmeyi kolaylaştırır [21, 22]. Literatürde sıklıkla alt ekstremité robotik rehabilitasyon uygulamaları bulunmakla beraber, üst ekstremité robotik rehabilitasyonu ile ilgili çalışmalarda vaka sayılarının düşük olduğu görülmektedir.

Bu çalışmanın amacı, uSP'li bireylere uygulanan üst ekstremité robotik rehabilitasyonun üst ekstremité işlevleri, selektivitesi, gövde kontrolü ve yürüyüş parametreleri üzerindeki etkisini araştırmaktır. Çalışmamızda Hocoma tarafından üretilen Armeo Spring üst ekstremité rehabilitasyon robotunun pediatrik versiyonu kullanılmıştır. Ayrıca çalışmamız üst ekstremité robotik rehabilitasyonundan sonra yürümeyi değerlendiren ilk çalışmadır. Çalışmamızın hipotezleri aşağıda belirtilmiştir.

Hipotez 1

$H1_0$: Konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak uygulanan üst ekstremité robotik rehabilitasyonun yürüme parametreleri üzerine etkisi yoktur.

$H1_1$: Konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak uygulanan üst ekstremité robotik rehabilitasyonun yürüme parametreleri üzerine etkisi vardır.

Hipotez 2

$H2_0$: Konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak uygulanan üst ekstremité robotik rehabilitasyonun üst ekstremité işlevlerine etkisi yoktur.

$H2_1$: Konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak uygulanan üst ekstremité robotik rehabilitasyonun üst ekstremité işlevlerine etkisi vardır.

Hipotez 3

$H3_0$: Konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak uygulanan üst ekstremité robotik rehabilitasyonun üst ekstremité selektivitesi üzerine etkisi yoktur.

$H3_1$: Konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak uygulanan üst ekstremité robotik rehabilitasyonun üst ekstremité selektivitesi üzerine etkisi vardır.

Hipotez 4

$H4_0$: Konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak uygulanan üst ekstremité robotik rehabilitasyonun gövde kontrolü üzerine etkisi yoktur.

H4₁: Konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak uygulanan üst ekstremité robotik rehabilitasyonun gövde kontrolü üzerine etkisi vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Serebral Palsi

Serebral palsy 1843 yılında Dr. William James Little tarafından motor fonksiyon bozukluğu olarak ilk defa gündeme gelmiş ve 1861 yılında Little hastalığı olarak isimlendirilmiştir. 1890'lı yıllarda psikanalizin dünyada muhteşem bir üne sahip olmasını sağlayan Sigmund Freud bu konuda çalışmalar yapmıştır. Daha sonra Burgess (1888) ve Phelps (1947) tarafından "Serebral Palsi" olarak tanımlanmıştır [23, 24]. Teknolojinin gelişmesi ve artan klinik çalışmalar SP'nin daha iyi anlaşılması ve yeniden tanımlanmasına olanak sağlamıştır. Serebral Palsi, henüz gelişimini tamamlamamış beyinde meydana gelen ve ilerleyici olmayan lezyonun hareket ve postür problemleriyle birlikte aktivite limitasyonuna neden olması olarak tanımlanabilir. Serebral Palside görülen bozukluklar ilerleyici olmamasına rağmen bu bireyler ilerleyen yaşlarda mevcut motor fonksiyonlarında kayıplar yaşayabilir ve bu durum bağımsızlıklarında ve günlük yaşam aktivitelerinde kayıplara neden olabilir [25]. Serebral Palside motor bozukluklara, duyu, algı, kognitif, iletişim ve davranış problemleri, epilepsi ve ikincil kas iskelet problemleri de eşlik edebilir [1]. Görülen tüm bu bozukluklar vücut hareketlerini, dengeyi, postürü ve yürümeyi etkiler [26, 27].

2.2. Epidemiyoloji

Yapılan çalışmalarda SP görülme prevalansı her 1000 canlı doğumda 2,11 olarak bildirilmiştir [28]. Ancak Türkiye'de yapılan bir çalışmada bu oranın 1000 canlı doğumda 4,4 olduğu bildirilmiştir [29]. Serebral Palsi görülme sıklığının genel olarak artış göstermesi yeni doğan bakım koşullarının iyileştirilmesi ile riskli bebeklerin sağ kalım oranlarının artışından kaynaklanmaktadır. Bu nedenle gelişmiş ülkelerde de SP görülme sıklığı artmaktadır [27].

2.3. Etiyoloji

Serebral Palsinin etiyojisini son zamanlardaki teknolojik gelişmelere rağmen tam olarak belirlemek oldukça zordur. Araştırmacılar SP'yi tek bir nedene bağlamanın yanlış olabileceğini ve birçok nedenin birbiri ile etkileşiminden kaynaklanabileceğini bildirmektedir [30, 31]. Bu risk faktörlerinin prenatal (% 26.6), perinatal (% 18.5), postnatal (% 5.9) ve sınıflandırılmayan faktörlerden (% 49) kaynaklı olduğu bildirilmiştir [29]. Bu

faktörler Çizelge 2.1.'de sınıflandırılmıştır [32]. Türkiye’de yapılan bir çalışmada SP ile ilişkili en sık görülen risk faktörlerinin perinatal döneme ait olan düşük doğum ağırlığı, erken doğum ve asfiksi olduğu bildirilmiştir [33].

Çizelge 2.1. Serebral palsi risk faktörleri [32]

Prenatal	Perinatal	Postnatal
Annede diyabet veya hipertiroidizm olması	Asfiksi	Travma
İlk trimesterde radyasyona, teratojenlere maruz kalma	Prematüre doğum (34 haftadan önce doğumlar)	Toksik nedenler
Annede yüksek tansiyon	Maternal anoksi veya hipotansiyon	Enfeksiyonlar (Akut; menenjit, ensefalit, tromboflebit ve kronik; beyin absesi, tüberküloz, sifiliz, mantar ilaçları)
Çoğul gebelik	Düşük apgar skoru	Anoksi (Karbonmonoksit zehirlenmesi- Suda boğulma, yiyecek aspirasyonu)
Amniyon sıvısı azlığı nedeni ile fetüs duruş bozuklukları	İntraventriküler hemoraji	Vasküler kazalar
Enfeksiyonlar	Yenidoğanın düşük kalp hızı	Konvulsiyonlar
Serebral hemoraji	Hatalı forceps, vakum kullanımı	Hiperbilirubinemi
Kötü beslenme	Doğumun uzaması	Neoplazm
Plesenta previa	Ani basınç değişiklikleri	
Mental retardasyon	Düşük doğum ağırlığı (≤ 1500 gr.)	
Metabolik hastalıklar (Diabetes mellitus, vs.)	Çoğul gebelik	
Akrabalık		
Rh faktör uyumsuzluğu		
Anne yaşı		

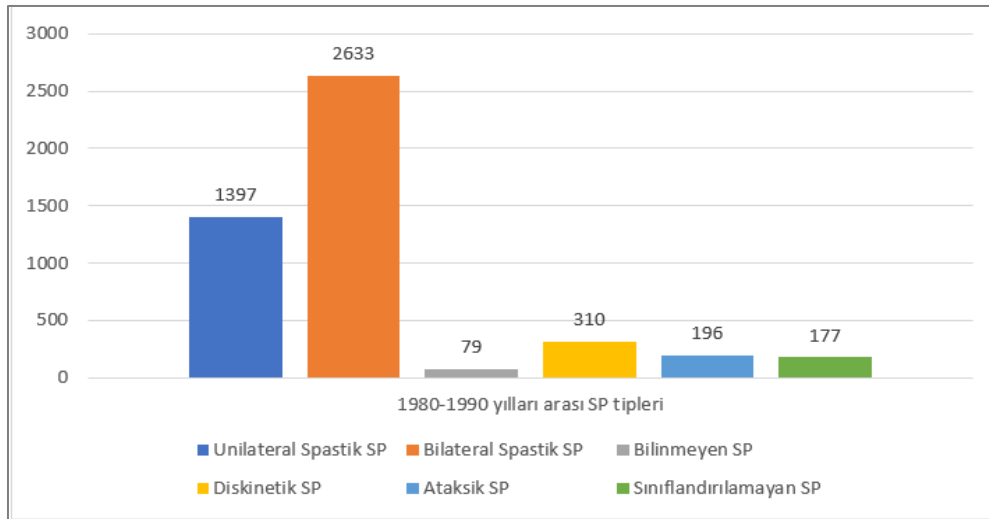
2.4. Sınıflandırma

Phelps ve Perlstein tarafından geliştirilen sınıflandırma sistemi SP'yi nöromusküler bozukluk tipine ve motor bozukluğun topografik dağılımına göre ikiye ayırır [34]. Bununla birlikte günümüzde en sık kullanılan sınıflandırma, Avrupa Serebral Palsi Sürveyans Grubu (Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE)) tarafından belirtilmiştir. Bu sınıflandırma sistemine göre SP; spastik (unilateral veya bilateral), diskinetik (distonik veya kore-atetoid) ve ataksik olarak sınıflandırılmaktadır [35, 36]. (Çizelge 2.2.)

Çizelge 2.2. Avrupa Serebral Palsi Sürveyans Grubu Sınıflandırma Sistemi [35, 36]

Serebral Palsi Sınıflandırması	Özellikleri
Spastik Serebral Palsi	Bilateral spastik SP (Diparetik ve kuadriparetik) Unilateral spastik SP (Hemiparetik)
Diskinetik Serebral Palsi	Distonik Kore-atetoid
Ataksik Serebral Palsi	Hareketlerin anormal kuvvet, ritim ve doğrulukta yapılmasına neden olan kas kontrolü kaybı

Serebral Palsi Sürveyans Grubu'nun 1980-1990 yılları arasında doğan ve 4792 SP'li olgunun % 85,7'sinin spastik, % 6,5'inin diskinetik, % 4,3'ünün ataksik ve % 3,7'sinin sınıflandırılmayan tip olduğu belirtilmiştir (Şekil 2.1.) [37].



Şekil 2.1. Serebral palsinin görülme sıklığı [37]

2.4.1. Klinik tipine göre sınıflandırma

Serebral palsy SCPE tarafından spastik, ataksik ve diskinetik olarak 3 sınıfa ayrılmıştır. Spastik tip SP ise vücudun bir tarafının etkilendiği unilateral spastik tip SP ve vücudun iki tarafının etkilendiği bilateral spastik tip SP olarak 2'ye ayrılır [26, 38].

Spastik tip serebral palsy

Spastik tip SP, %70-80 oranında en sık görülen ve kas tonusu artışı ile karakterize olan klinik tiptir [39]. Ekstremitelerde tonus artışı görülürken gövdede ise tonusun azaldığı görülebilir. Derin tendon reflekslerinde artma, pasif eklem hareketlerinde görülen direnç, kas kuvvetinde zayıflık, klonus, kaslarda selektivite kaybı, denge ve koruyucu reaksiyonlarında yetersizlik ve postür ve yürüyüş bozuklukları ile karakterizedir [40].

Diskinetik tip serebral palsy

Bazal ganglionların etkilenmesi sonucunda ortaya çıkan ve istemsiz hareketlerin görüldüğü, denge ve postüral kontrol problemlerinin eşlik ettiği klinik tablodur [41]. Tüm SP'li bireylerin %10-15'lik kısmını oluşturmaktadır. İstemsiz hareketler olarak kore, atetoz, distoni, ballismus, tremor hareketleri sayılabilir [42].

Ataksik tip serebral palsy

Serebellum ve serebellar yol lezyonu sonucunda ortaya çıkan bu tablo tüm SP vakalarının yaklaşık % 5'ini oluşturur. Denge ve koordinasyon problemleri ile karakterizedir. Ataksik tip SP'li bireylerde zayıf ko-kontraksiyon, hareketlerde koordinasyon bozukluğu, düşük postüral tonus, dismetri gözlenmektedir. Bunlara ek olarak nistagmus ve artikülasyonların olduğu konuşma da bu problemlere eşlik edebilir [43, 44].

2.4.2. Ekstremitte dağılımına göre sınıflandırma

Bilateral spastik tip SP

Serebral palsy bireylerin yaklaşık %50'sini oluşturan bilateral spastik tip SP'de periventriküler beyaz cevher lezyonu, özellikle erken doğumda en sık görülen bulgulardan biridir [40]. İki ana başlık altında incelenir.

Kuadriparetik serebral palsy

Dört ekstremitenin ve motor becerilerin önemli derecede etkilendiği en ağır klinik tablonun görüldüğü SP tipidir. Çok erken dönemden itibaren motor gelişme geriliği görülür [45]. Epilepsi ve mental retardasyon görülme sıklığı yüksektir [46].

Diparetik serebral palsy

Periventriküler lökomalazinin ve beyaz cevher hasarı sonucunda görülen SP tipidir. Bilateral bacak etkilenimi üst ekstremitelerden daha şiddetlidir [47]. Kognitif beceriler sıklıkla normal olup yürüteç, koltuk değneği gibi yürüme yardımcıları sayesinde yürüyebilirler [46].

Unilateral serebral palsy

Unilateral SP, çapraz beyin hemisferinin hasar görmesinden kaynaklı çoğunlukla spastisitenin etkisiyle vücudun bir tarafının motor becerilerinde bozukluklarla karakterizedir [39]. Perinatal dönemde görülen iskemi sıklıkla uSP'nin nedeni olarak görülmektedir [48]. Çoğunlukla motor alanlar ve kortikospinal yollar etkilenebilir. Kortikospinal yol üst ekstremiteler motor nöronlarıyla ilişkili olduğundan, uSP'li bireylerde üst ekstremiteler becerileri ve selektivite etkilenebilir. Ayrıca erkeklerde daha sık görüldüğü ve çoğunlukla sağ tarafın etkilendiği bildirilmektedir [49]. Erken el tercihi veya bir elin ihmal edilmesi gözlenen ilk semptomlardır [50]. Vücudun diğer tarafı ise normale yakın olmasına rağmen etkilenemeyen tarafın da sağlam kabul edilmediği bildirilmiştir ve çoğunlukla üst ekstremiteler alt ekstremitelerden daha şiddetli etkilenebilir [51, 52]. Bozulmuş motor kontrol mekanizması, primitif reflekslerin varlığı ve denge reaksiyonlarındaki problemlerden dolayı bu çocuklarda motor gelişim ve yürüme sağlıklı çocuklara göre daha geridir [53]. Bu motor gecikmelerin sebebi genellikle etkilenecek ekstremiteleri kullanmaktan ziyade, etkilenecek ekstremitelerin kompensasyonundan kaynaklanmaktadır [54].

2.5. Serebral Palside Görülen Problemler

Serebral palside görülen problemler oldukça karmaşıktır ve farklı tablolar ortaya çıkabilmektedir [55].

2.5.1. Eklem hareket açıklığı problemleri

Serebral palsili bireylerde spastisite sık görülen bir bulgu olmasına rağmen çoğu SP'li birey, spastisiden ziyade deformiteler ve ekstremitelerde sınırlı eklem hareket açıklığından (EHA) muzdarip olur. Genel anlayış, bu tür hareket kısıtlamalarının kaslarda ve yumuşak dokularda ikincil değişikliklerden kaynaklandığı şeklindedir. Bu hastalarda kontraktür olarak bilinen sınırlı eklem hareket açıklığı, splintleme, botulinum toksin tip A (BoNT A) enjeksiyonu, cerrahi uzatma veya spastik kasların tenotomisi ile tedavi edilmeye çalışılmaktadır [56].

2.5.2. Tonus problemleri

Serebral palsiye genellikle gelişimsel gecikmeyle beraber hipotoni, distoni, spastisite gibi kas tonusu problemleri de eşlik edebilir. Periferik ve santral sinir sistemleri kas tonusunu refleks mekanizmalar aracılığı ile oluşturur. Hipoton görülen vakalarda kas kasılma mekanizması daha yavaştır. Özellikle, kas tonusunda, germe reflekslerinde ve primitif refleks paternlerinde azalma ile karakterizedir. Hipotoni genellikle spastisiteye bir geçiş evresi olarak görülebilmektedir. Bu bireylerin en belirgin özellikleri eklem hipermobilitesine sahip olmalarıdır. Bu bireylerde motor problemler genellikle baş ve gövde kontrolünün yetersizliği, denge, düzeltme ve koruyucu reaksiyonlarda bozukluklar görülür. [40, 57]. Distoni varlığında ise istemsiz kas kasılmaları devamlı veya aralıklı bir şekilde tekrarlayarak hipertonic hareketlere ve uzun süren kas kontraksiyonlarına neden olur. Bu durum ise ekstremitelerin proksimal bölgeleri, gövde ve boyunda anormal postürle kendini gösterir. Bir diğer tonus problemi olan spastisitenin çocuklarda ana nedeninin SP olduğu bilinmektedir [58]. Bir kas gerildiğinde, nöromusküler sistem otomatik olarak kas tonusunu değiştirerek yanıt verebilir. Germe refleksinin bu modülasyonu, hareketin kontrolünde ve dengenin korunmasında önemlidir [59]. Lance spastisiteyi “gerilme refleksinde hıza bağlı bir artış” olarak tanımlamıştır [60]. Uzun süre devam eden spastisite kemik çıkıkları veya kasların fibrotik dokuya dönüşmesi gibi anatomik yapılarda değişikliklere neden olabilir. Spastisitenin etkisiz yönetimi ise, bu zararlı etkilerin yanı sıra ciddi hareketsizliğe yol açabilir [61]. Serebral Palsili çocuklarda üst ekstremitelerde en sık etkilenen kaslar omuz dış rotatörleri, dirsek, el bileği ve parmak fleksörleri ve dirsek pronatör kaslarıdır. Spastisitenin istemli kontrolü engellediği ve hareket sırasında enerji tüketimini arttırdığı düşünülmektedir [62]. Ek olarak spastisitenin büyüme sırasında normal kas uzamasını engelleyerek, yumuşak doku kontraktürlerinin gelişimine ve iskelet deformasyonuna neden olduğu düşünülmektedir

[63]. Yumuşak doku kontraktürleri ve iskelet deformasyonları, yürüyüş sırasında anormal eklem pozisyonlarına neden olabilmektedir [60, 62]. Spastik SP için uygulanan geleneksel tedaviler, işlevi artırmak ve komplikasyonları en aza indirmek üzerine yoğunlaşmıştır [64, 65].

2.5.3. Selektivite

Serebral palsili bireylerde tipik olarak kas kuvvetinde azalma, kas tonusunda/ spastisitesinde artış ve motor kontrol kaybı gibi bozukluklar görülür [66]. Selektivite eklem hareketinin bağımsız kontrolünü sağlayan insan hareketinin temel unsurudur ve selektivite kaybı “hareket sırasında izole kas aktivasyonundaki bozulma” olarak tanımlanabilir. Diğer tanımlamalar ise 'sinerjist kasların zorunlu birlikte aktivasyonu' ve kas aktivitesinin eksikliği veya aşırı olması ile beklenen paternlerin gösterilmemesidir [67, 68]. Bozulmuş selektivite önemli fonksiyon kayıplarıyla ilişkili olmasına rağmen etiyoloji iyi anlaşılmamıştır [69]. Ancak ayna hareketlerinin ortaya çıkmasının nedeni olarak, korunan ipsilateral kortikospinal projeksiyonlar nedeniyle bilateral kortikal aktivasyonun varlığı veya yetersiz interhemisferik inhibisyon olabileceği düşünülmektedir [70]. Bozulmuş selektivite fleksör veya ekstansör sinerjilerin izole eklem hareketine müdahale ettiğinde, yürüme ve uzanma gibi fonksiyonel hareketleri bozar. Tüm bunlara rağmen selektivite tedavisinde hangi yöntemin faydalı olduğu net değildir [71].

2.5.4. Gövde problemleri

Serebral palsili bireylerde bağımsızlığı ve yaşam kalitesini etkileyen en önemli faktörlerden biri de gövde kontrolüdür. Gövde kontrolü, gövde kaslarının vücudun dik durmasını sağlamasının yanında statik ve dinamik dengenin korunmasını da sağlaması olarak tanımlanabilir. Serebral Palsili bireylerde azalmış baş ve gövde kontrolü ile beraber artmış kifoz, lumbal lordoz ve skolyoz gibi problemler görülebilir [72, 73]. Serebral palsili bireyler sağlıklı yaşlılarıyla karşılaştırıldığında, yürüme sırasında baş ve gövde hareketlerini artırdıkları ve bunun sebebinin azalmış gövde stabilitesi olabileceği bildirilmiştir [74, 75]. Aynı zamanda yürüme gibi üst ve alt ekstremitenin aktivitelerini gerektiren durumlarda da gövde kontrolü oldukça önemlidir [76]. Gövde kontrol bozukluğu yürüme sırasında gövde hareketliliğinin artmasına neden olabilir. Buna ek olarak üst ekstremiteler hareketleri sırasında da gövde hareketliliği artabilir [77]. Zayıf üst ekstremiteler fonksiyonlarının postüral kontrolü

kısıtladığını bildiren çalışmalar olmasına rağmen literatür incelendiğinde SP’li bireylerin üst ekstremitte fonksiyonelliğinin incelendiği çok sayıda çalışma olduğu ancak üst ekstremitte fonksiyonelliğinin gövde kontrolü ile ilişkisini inceleyen sınırlı sayıda çalışma olduğu bildirilmiştir [53, 78-81]. Bu nedenle gövde kontrolünün üst ekstremitte ile ilişkisi hala net değildir.

2.5.5. Fonksiyonel bağımsızlık problemleri

Spasitite, selektivite ve duyuşsal problemler, kas zayıflığı ve ikincil kas iskelet sistemi problemleri gibi nedenler SP’li bireylerin fonksiyonel bağımsızlık seviyelerini olumsuz şekilde etkiler. Serebral palsili bireylerin giyinme, banyo yapma, mobil olma ve mesane-barsak problemleriyle birlikte bağımsızlıklarının azaldığı bildirilmektedir [82]. Bu nedenle SP’li bireyler üzerinde uygulanan bir yöntemin yaşam kalitelerine ve fonksiyonel bağımsızlıklarına olan etkisinin incelenmesi de önem arz etmektedir.

2.5.6. Yaşam kalitesi problemleri

Yaşam kalitesi, yaşamın olumlu ve olumsuz tüm yönlerinin değerlendirmelerini içeren geniş ve çok boyutlu bir kavramdır [83]. Dünya Sağlık Örgütü yaşam kalitesini “bireyin içinde yaşadığı kültür ve değerler sistemi içerisindeki beklentileri, amaçları, standartları, kaygıları ve yaşamdaki konumlarına ilişkin algıları” olarak tanımlamaktadır [84].

Serebral palsy de görülen tüm problemler düşünüldüğünde bu problemlerin, SP’li bireylerin ve ebeveynlerinin fiziksel, sosyal ve duygusal sağlığı ve esenliği üzerinde derin etkilerinin olması şaşırtıcı değildir [85]. Serebral palsili çocukların sadece kas zayıflığı, spastisite gibi fiziksel problemlerin yanında duygusal ve davranışsal problemler yaşama olasılıkları akranlarından 4 kat daha fazladır [86]. Bu nedenle yaşam kalitesi, SP’li çocukların yaşam alanlarında iyi olma durumlarının öznel bir göstergesi olduğu için çok önemlidir [87]. Bireylerin iyiliği ve günlük yaşamdaki işlevleri klinik muayenenin önemli bir parçası haline gelmektedir ve bireylerin yaşam kalitesinin belirlenmesine, sağlık profesyonellerinin uygun ve bireyselleştirilmiş bakım müdahalelerinin en iyi nasıl planlanacağı konusunda karar vermelerine yardımcı olabilmektedir.

2.5.7. Alt Ekstremitte Problemleri

Unilateral SP'li bireylerde bir taraf üst ekstremitte daha fazla etkilense de aynı taraf alt ekstremitenin de etkilendiği göz önünde bulundurulmalıdır. Serebral Palsili bireylerin alt ekstremitelerinde duyu problemlerinin görüldüğü bildirilmiştir [88]. Özellikle propriosepsiyon, taktil duyu, vibrasyon ve iki nokta ayırımı alt ekstremitede sıklıkla etkilenen duyular arasındadır [89]. Beyin hasarı, anormal kas aktivitesine, ağırlık taşıma bozukluğuna ve kısalmış kaslar nedeniyle sınırlı hareket açıklığına neden olur ve bu da ikincil kas-iskelet problemlerine ve kısıtlı hareketlere yol açar. Ek olarak, beklenmedik dış kuvvetten sonra stabiliteyi yeniden sağlamak için vücut tepkisinin azalması nedeniyle postüral kontrol sınırlıdır ayrıca alt ekstremitte EHA'sında azalmalar görülebilmektedir [90]. Çalışmalar aynı zamanda alt ekstremitte kas kuvvetinde de azalmaların yürümeyi etkilediğini bildirmiştir [91, 92].

2.5.8. Üst ekstremitte problemleri

Unilateral SP'li bireylerde üst ekstremitte tipik olarak alt ekstremiteden daha fazla etkilenmektedir. Ayrıca üst ekstremitte kas kuvvetinde ve ince motor beceriler için gerekli selektif hareketlerde azalmayla beraber hareketler de yavaştır. Taktil duyu, iki nokta diskriminasyonu, stereognozi ve proprioseptif duyu bozuklukları yanında motor planlama, unimanuel ve bimanuel koordinasyonda bozulmalara sıklıkla rastlanır [93]. Bu tür bozukluklar, yaşam boyunca rehabilitasyon gerektiren aktivite kısıtlamalarına neden olabilir [94]. Serebral Palsili bireyler günlük yaşam aktivitelerinde daha az etkilenen ekstremitelerini kullanmaya meyilli olduklarından gelişimsel ihmal görülebilir. Yapılan çalışmalarda SP'li bireylerde ciddi etkilenim olmasa da çok etkilenmiş üst ekstremitelerini sadece destek amaçlı kullandıkları bildirilmiştir ve bu durumun hareketin şartlı bir şekilde bastırılmasını içeren bir öğrenme fenomeni olabileceği maymun çalışmalarıyla da desteklenmiştir [95, 96]. Etkilenen tarafta hafif bir bozulma olsa bile diğer tarafı kullanmak daha kolay olduğundan etkilenen tarafı kullanmaktan sıklıkla kaçınılmaktadır [97, 98]. Serebral palsili bireylerin %80'inin üst ekstremitte etkilenimi olduğu ve işlevsel problemler yaşadıkları bildirilmiştir [99].

Unilateral SP'li bireyler çoğunlukla okula gitmek için yeterli entelektüel kapasiteye sahiptir ancak bozulmuş üst ekstremité işlevi, eğitim ve boş zaman etkinliklerine katılımlarını kısıtlamakta ve sosyal imajlarını etkilemektedir [100].

2.5.9. Üst ekstremité fonksiyonelliğinin yürümeye etkisi

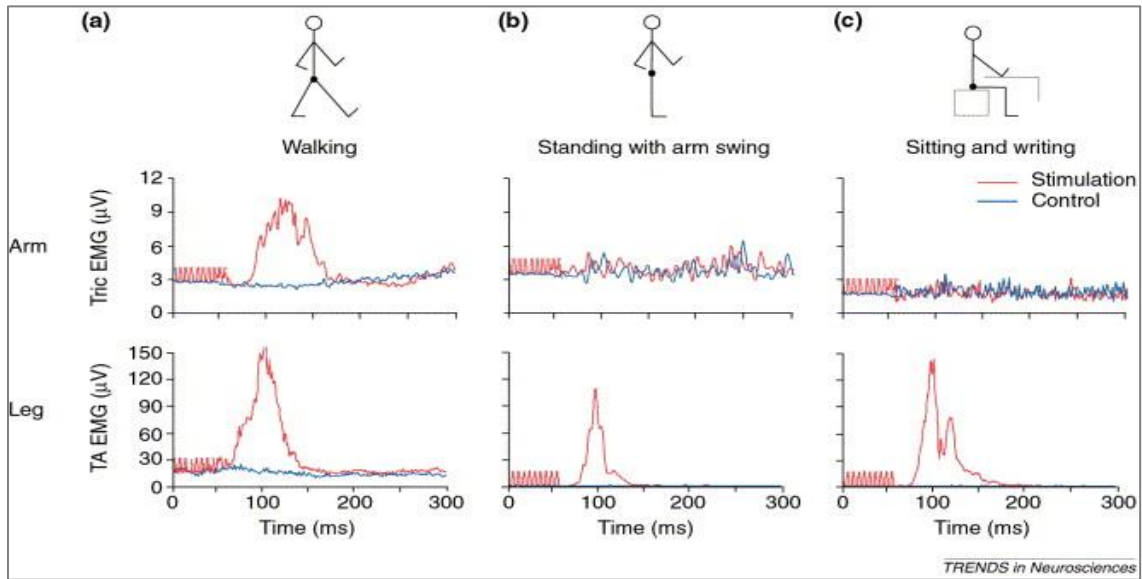
Unilateral SP'li bireyler az etkilenmiş ekstremitéyi daha çok kullanmak isterler ve bunun işe yaradığını gördüklerinde etkilenmiş kolu daha fazla ihmal etmeye başlarlar. Az etkilenmiş ekstremitelere artan bu bağımlılık ve etkilenen ekstremitelerin kullanımının azalması, etkilenen alt ekstremitéye ağırlık aktarma sorunları, dengenin bozulması ve düşmelerin artması gibi olumsuz sonuçlara yol açabilir [101]. Bu asimetrik yüklenmelere, ekstremitelerde büyüme ve boy farklılıkları neden olabilir. Serebral palsili bireyler sağlıklı ergenlerle karşılaştırıldığında topuk vuruşunda, yürüme hızında, adım uzunluğunda ve/veya ritimde azalma olduğu ve isteğe bağlı yürüme hızını artırma becerisinde problemler görüldüğü bildirilmiştir. Ayrıca daha geniş destek tabanı, artmış duruş fazı süresi ve hem duruş hem de salınım fazında kalça ve diz fleksiyonunda artışın sağlıklı çocuklardaki erken yürüme paterni özelliklerine benzer olduğu bildirilmiştir [102-105]. Normal yürüyüş sırasında, kol salınımı karşı taraf alt ekstremité adımı ile birlikte hareket eder. Kontralateral uzuvlar arasındaki eşzamanlılık, stabiliteyi optimize eder, dikey açısal momentumu azaltır ve enerji tüketimini en aza indirir [106-108].

En yaygın alt tip olan uSP, vücudun bir yarısında üst ve alt ekstremité motor fonksiyonunu etkileyen, bozulmuş hareket koordinasyonu ve kas tonusu regülasyonu ile karakterizedir [109]. uSP'li çocuklarda yürüyüş analizlerinde daha çok alt ekstremitéye odaklanılmıştır, üst ekstremité hareketine ve üst ekstremité müdahalelerinin yürüyüşü nasıl etkilediğine dair çok az çalışma bulunmaktadır [110].

Yapılan bir çalışmada yürüme sırasında bir bacağa uygulanan mekanik uyarıların iki taraflı kol Elektromiyografi (EMG) yanıtlarını artırdığı bildirilmiştir. Şekil 2.2.'de de anlaşılaçağı gibi yürüme sırasında distal tibial sinirin elektrik stimölasyonu (motor eşğin üzerinde) takiben kol kaslarında da benzer refleks tepkiler elde edilmiştir. Ancak, kol salınımı ile ayakta dururken veya otururken uyarılar uygulandığında kol kası tepkileri görölmemiştir (Şekil 2.2.) [111, 112]. Bu nedenle, bir bacağa uygulanan uyarı, sadece bacak kası EMG

aktivitesi üzerinde değil, aynı zamanda her iki taraftaki üst kol kaslarının nöronal kontrolü üzerinde de doğrudan bir etki yapabilir [111].

Ön ve arka ayak ritmik aktivitelerinin koordinasyonu, dört ayaklı hareketin temel karakteristik özelliğidir ve tüm karasal hayvanlarda güvenli bir destek alanı sağlamak için gereklidir. Ancak bu koordinasyon ağırlık merkezi daha yukarıda olan ve destek alanı oluşturmak için sadece ayaklarını kullanmak zorunda olan insan için daha da önemlidir [113, 114]. Tüm bu bilgiler ışığında üst ekstremiteye yapılan bir müdahaleden sonra değişen biyomekaniğe bağlı, alt ekstremitte biyomekaniği de yeni duruma adaptasyon sağlayabilir [106]. Bu durum, uSP'li çocuklarda kol salınımı manipüle edildiğinde alt ekstremitte yürüyüş paternlerindeki değişikliklere ilişkin raporlarla desteklenmektedir [115]. Bu nedenle mevcut çalışmada, üst ekstremitte fonksiyonelliğini değerlendirmenin yanında yürüme parametreleri de değerlendirilmiştir.



Şekil 2.2. Ekstremiteler arası refleksler: yürüme, ayakta durma ve oturma'nın karşılaştırılması [111, 112]

2.5.10. Yürüyüş problemleri

Yürüyüş, günlük yaşam aktiviteleri ve sosyal katılım için gereklidir; bu nedenle genellikle günlük hayattaki en önemli aktivitelerden biri olarak kabul edilir.

Yürüme, çoğunlukla subkortikal beyin bölgeleri tarafından kontrol edilen otomatik ritmik bir motor davranıştır. Otomatiklik, yürüyüşün dikkat gerektirmeden gerçekleştirilebileceği

anlamına gelmektedir [116]. Çok basit bir aktivite gibi gözükse de aslında beyin, omurilik, kas, kemik ve eklemlerin birlikte koordineli çalıştığı çok karmaşık hareketler zinciridir [117].

Hareket ve yürüme bozuklukları SP'li bireylerin daha fazla enerji harcamalarına, hareket kabiliyetlerinin bozulmasına ve bağımsızlıklarının azalmasına neden olmaktadır [118-120]. Unilateral SP'li bireyler çoğunlukla ambule olmalarına ve yüksek fonksiyonel kapasiteye sahip olmalarına rağmen, verimsiz bir yürüme performansı ve anormal bir yürüme paterni gösterirler [121, 122].

Unilateral SP'li bireyler motor aktiviteleri gerçekleştirmeye çalışırken bazı asimetrik durumlar görülebilir. Örneğin; ayakta durma sırasında az etkilenmiş taraflarına daha fazla ağırlık aktarırlar [123]. Bu durum asimetrik duruş ve yürümeyi ortaya çıkarır. Etkilenen tarafa ağırlık aktarmanın azalmasıyla beraber yürüyüş sırasında aynı taraf üst ekstremitte retraksiyonda ve dirseğin fleksiyonda olduğu ayrıca kol salınımının da azaldığı bildirilmektedir [124, 125]. Ayrıca uSP'li bireylerin daha yavaş yürüyüş hızı, azalmış adım uzunluğu, bozulmuş stabilite ve azalmış kadans sayısı gibi çeşitli yürüme bozukluklarına sahip olduğu bildirilmiştir [52].

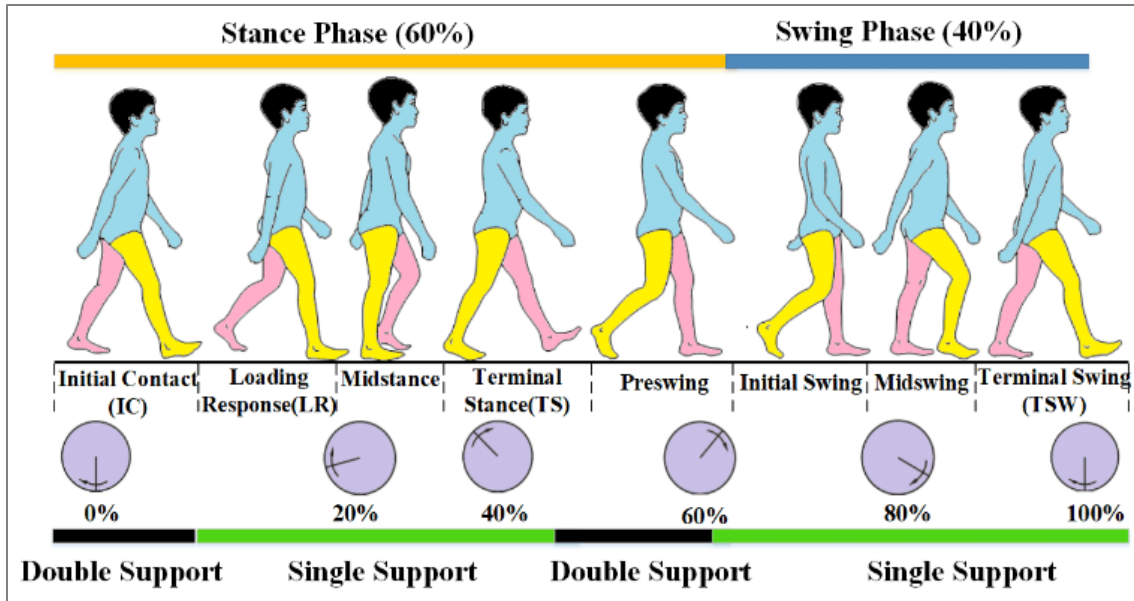
İnsan yürüyüşü sırasında kol salınımını inceleyen Meyns ve arkadaşları iki sonuca ulaşmayı başarmıştır. Bunlardan birincisi kol hareketlerinin, yürüyüş sırasında enerji harcamasını yaklaşık %8 oranında azalttığıdır. İkincisi ise kol hareketlerinin bacak hareketlerini kolaylaştırmasıdır [13]. Açıklanan bu iki nokta, araştırmacıları yürüyüş sırasında kol hareketlerinin ve üst ekstremitte fonksiyonelliğinin yürüme üzerine etkilerinin incelenmesine teşvik etmiştir.

Omurilik yaralanması, parkinson hastalığı, inme veya SP gibi merkezi nörolojik patolojilerde, kol hareketleri genellikle doğrudan etkilenir [126-131]. Bebeklerde yürümeye başlamadan önce alt ekstremitelerin yürüme için gerekli koordinasyonu sağladığı bildirilmiştir, ancak üst ekstremitte için bu geçerli değildir. Bebeklerin 1,5 yaşına kadar karşılıklı kol salınımları göstermediği bildirilmiştir [113, 132]. Yürüyüşün ilk on haftasında çocuklar yürüme sırasında 'guard' pozisyonunda yürürler. 'Guard' pozisyonu omuzda dış rotasyon, bükülmüş dirsekler ve ellerin omuz seviyesinde olması; düşük 'guard' pozisyonu ise kollar vücut boyunca uzatılmış ve gözle görülür bir hareket olmaması şeklindedir.

Yürüme geliştikçe kol pozisyonunun yüksekten kademeli bir şekilde aşağı doğru gelmeye başladığı görülür. Yürümeye yeni başlayan çocuklarda bu pozisyonlar, yürürken dengeyi sağlamak için bir telafi stratejisi olarak düşünülmüştür [133, 134]. Ayrıca, kolların benzer koruma pozisyonları, kaygan bir yüzey üzerinde yürürken sağlıklı yetişkinlerde de tanımlanmıştır, bu da üst ekstremitelerin yürüme üzerindeki önemini açıkça vurgulamaktadır [108, 135].

2.5.11. Yürüyüşün fazları

Literatürde yapılan sınıflamalara bakıldığında, yürüme döngüsü iki ana faza ayrılır. Bunlar; duruş ve sallanma fazlarıdır. Duruş fazı bir yürüme döngüsünün yaklaşık % 60'ını kapsar ve ayağın yerle temas ettiği zaman aralığı olarak tanımlanır. Sallanma fazı ise bir yürüme döngüsünün yaklaşık % 40'ını kapsar ve ayağın yerle temasının kesildiği zaman aralığını temsil eder [136] (Şekil 2.3).



Şekil 2.3. Yürüyüşün fazları [136]

Duruş fazı 5 alt fazda ve sallanma fazı 3 alt fazda olmak üzere yürüyüş toplam 8 fazda incelenir (Çizelge 2.3.) [136].

Çizelge 2.3. Yürüme döngüsü [136]

Dönem	Faz	Zaman Aralığı
Duruş Fazı	İlk temas	% 0 - % 2
	Yüklenme	% 2 - % 10
	Duruş fazı ortası	% 10 - % 30
	Duruş fazı sonu	% 30 - % 50
	Sallanma fazı öncesi	% 50 - % 60
Sallanma Fazı	Sallanma fazı başlangıcı	% 60 - % 75
	Sallanma fazı ortası	% 75 - % 90
	Sallanma fazı sonu	% 90 - % 100

Yürüyüşün zamansal ve mekansal tanımlayıcıları

Yürüme döngüsü bir ayağın yer ile ilk teması ile başlar ve yine aynı ayağın tekrar yere temas etmesi ile son bulur. Bu döngüden yola çıkarak yürüme hızı, adım uzunluğu, çift adım uzunluğu, kadans, adım süresi, adım genişliği, duruş ve salınım fazlarının süreleri hesaplanır.

- Yürüme hızı: Bir saatte yürünen mesafeyi tanımlar.
- Adım uzunluğu: Ardı ardına atılan ayakların topukları arasındaki mesafeyi tanımlar.
- Çift adım uzunluğu: Aynı taraf ayağın topukları arasındaki mesafeyi tanımlar.
- Kadans: Bireyin bir dakikada attığı adım sayısını tanımlar.
- Adım süresi: Sağ veya sol adımın tamamlanması için geçen süreyi tanımlar.
- Yürüyüş Döngüsü: Ayak topuğunun yere ilk teması ile aynı ayak topuğunun yere ikinci teması arasında geçen süre olarak tanımlanır.
- Adım genişliği: Ardı ardına atılan iki adımın topuk orta noktaları arasındaki genişliği tanımlar [137].

2.5.12. Unilateral SP’de yürüyüş sınıflandırması

Unilateral SP karmaşık bir problemi temsil ettiğinden ve bu bireyler çok farklı yürüme paternleri gösterdiklerinden dolayı, uSP’li bireylerin yürüme paternini tanımlamak ve sınıflandırmak oldukça zordur [125, 131, 138, 139]. Yürüyüş sınıflandırması için sıklıkla başvurulmuş Winters’ın yürüyüş sınıflandırması uSP’li bireylerin yürüyüşünü 4 tip altında incelemektedir [140].

- TİP I: Sallanma fazında ayağın plantar fleksiyonda olması bu yürüyüş tipinin en belirgin özelliğidir. Bu nedenle ilk temasta ayak ekin pozisyonundadır ancak duruş fazında ayak bileğinde yeterli derecede dorsifleksiyon bulunmaktadır. Sallanma fazındaki düşük ayağın kompanseasyonu için kalça ve dizde artmış fleksiyon görülür. Gastrokinemius ve soleus kaslarında bir problem olmadığı için bu kaslara yönelik uzatma tedavileri duruş fazında artmış bir dorsifleksiyon yaratabilir ve bu durum yürüyüşün daha da kötüleşmesine sebep olabilir. Bu tip yürüyüşte asıl problem anterior tibial kasın zayıflığı veya az çalışması olabilir.
- TİP II: Bu tip yürüyüşte gastrokinemius ve soleus kaslarında statik veya dinamik kontraktür mevcut olduğundan hem sallanma hem duruş fazında ayak bileği plantar fleksiyondadır. Ayak bileği sabit plantar fleksiyondayken, tibia ve ayak birlikte uzun bir kaldıraç gibi davranır ve tibianın ayaktaki olağan rocker hareketine izin vermez. Bu durum dizin duruş fazının sonlarında dizin hiperekstansiyona gitmesine neden olur. Ağırlık merkezinin korunması için kalça fleksiyonu ve pelvik lordoz artırılır.
 - TİP IIa: Ayak bileği ekinde iken kalça ve diz nötraldedir.
 - TİP IIb: Ayak bileği ekinde iken, diz rekurvartumda kalça ekstansiyondadır.
- TİP III: Bu gruptaki bireylerde alt ekstremité proksimal kas tutulumu Tip I ve Tip II'ye göre daha fazladır. Winters ve arkadaşları diz bükülmesi olmadan yapılan yürüyüşün ilkel lokomotor paternlere bir dönüş olduğuna inanmaktadır. Bu tip yürüyüşte kuadriseps ve hamstring kaslarındaki aşırı aktiviteden dolayı sallanma fazında diz fleksiyonu sınırlı kalır. Böylelikle bu yürüyüşe sahip bireyler kısa adımlarla ve sert diz yürüyüşü sergilerler.
- TİP IV: Tip IV'teki bireylerde, Tip III'te olduğu gibi, kalça ve dizde hareket kısıtlılığı ve ayak bileğinde plantar fleksiyon olması nedeniyle ekstansör refleks sorumlu tutulmaktadır. Tip III ve IV arasındaki en önemli fark kalçadaki sagittal hareketlerin Tip IV'te azalmasıdır. Kalça fleksör ve addüktörlerinin artmış aktivitesi duruş fazında kalçanın ekstansiyonunu engellemektedir. Bireyler adım uzunluğunu artırmak için pelvik tilt kompanseuar mekanizmasını kullanırlar [40, 140].

2.6. Nöroplastisite

Nöroplastisite, sinir sisteminin içsel ve dışsal uyaranlar yardımıyla yapısını, işlevini ve bağlantılarını yeniden düzenlemesi olarak tanımlanabilir. Bu değişebilirlik, sinaptik bağlantıların dinamiklerini etkileyen genetik, moleküler ve hücresel mekanizmaların alt

kümelerini modüle ederek, davranış, fonksiyon kazanımı veya kaybıyla sonuçlanan nöral devre oluşumuna sebep olur [141]. Nöroplastisitenin anlaşılmasındaki büyük ilerlemeler farklı müdahalelerin gündeme gelmesini sağlamıştır [142].

Teknolojik gelişmeler SP tedavilerini de farklı şekillerde etkilemektedir ve özellikle yaşam boyu süren nöroplastisiteden faydalanmayı amaçlamaktadır. Nörobilimdeki ilerlemeler, santral sinir sisteminin plastisiteye sahip olduğunu ve yalnızca kısa bir gelişim döneminde değil, tüm yaşam süresi boyunca yeniden organize olma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir. Primatlar ve insanlar üzerinde yapılan araştırmalar, aktiviteye bağlı plastisitenin motor kortekste gerçekleştiğini göstermektedir [143, 144]. Terapi dozunu, yoğunluğunu, tekrar sayısını, görev odaklı egzersizlerin yürütülmesini artırmak, plastisiteyi ve fonksiyonel iyileşmeyi teşvik edebilir [145]. Nöroplastisite ve motor öğrenme ilkelerine göre robotik cihazlar, periferik eklemlerden afferent girdiyi en üst düzeye çıkarabildikleri ve fonksiyonel iyileşmeyi desteklemek için merkezi sinir sistemine göreve özel uyarı sağlayabildikleri için rehabilitasyon sürecine dahil edilmiştir [146].

Serebral Palsili çocuklarda motor işlevi iyileştirmek için yoğun rehabilitasyonun gerekli olduğu bilinmektedir ve motor öğrenme teorilerine göre duyuşal geri bildirimin, zenginleştirilmiş çevrenin beyin yaralanmasından sonra nöronal ağların (nöroplastisite) ve motor gelişimin yeniden düzenlenmesini sağladığı bildirilmektedir [147, 148]. Robotik cihazların, hastanın görşel, işitsel veya duyuşal geri bildirim almasına olanak tanıdığı, bireyleri rehabilitasyona motive ettiği, dokunsal etkileşimin hastalara performansa dayalı yardım sağladığı ve bu yardım sayesinde, hastaların hareketleri mümkün olduğunca aktif bir şekilde başlatmasını ve gerçekleştirmesini sağlayarak nöronal plastisiteyi arttırdığı bildirilmektedir [149, 150].

2.7. Motor Kontrol ve Motor Öğrenme

Hayvanlar ve bitkiler arasındaki en temel fark beynin sorumluluğu altında bulunan hareket etme becerisidir. Bu nedenle çalışmalar sinir sisteminin bütün amacının hareketin kontrol edilmesi olabileceğini bildirmiştir [37]. Uluslararası Motor Kontrol Derneği (The International Society of Motor Control), motor kontrolü “amaca yönelik, koordineli eylemler üretmek için sinir sisteminin diğer vücut parçaları ve çevre ile nasıl etkileşime girdiğini tanımlayan bir fizik alanı” olarak tanımlamıştır [151].

Motor öğrenme, motor eylemlerin kontrolü teorisi ile ayrılmaz bir şekilde bağlantılıdır [152]. Motor öğrenme, nöroplastisite ilkelerine dayanan ve nispeten kalıcı değişikliklere yol açan uygulamalar veya deneyimler olarak tanımlanmaktadır [153, 154].

Motor öğrenme, beyin lezyonunu takiben etkilenen motor becerilerin geliştirilmesi için oldukça önem arz etmektedir. Serebral Palsili bireylerin motor fonksiyonlarının iyileştirilmesi için motor öğrenmeye dayalı yaklaşımlar orta ve güçlü kanıtlarla desteklenmektedir [155].

Motor öğrenmenin temel bileşenleri; (1) çok sayıda tekrarı içeren yoğun terapi, (2) görev zorluğunda kademeli artışlar ve (3) yüksek motivasyon ve katılımından oluşmaktadır [154, 156]. Motor öğrenmenin sağlanması için önemli bir etken olan tekrarın artması ile birlikte motor öğrenmenin de arttığı ancak bu tekrarların farklı şekillerde (çeşitlendirilmiş tekrar), farklı pozisyon ve aktivitelerde tekrarlanması gerektiği bildirilmiştir [157]. Serebral Palsili bireylerin duyuşsal problemler yaşadığı bildirilmektedir. Bu nedenle motor öğrenmenin teşvik edilmesi için motor performans ve hareketin kalitesi ile ilgili dışsal geri bildirimin sağlanması faydalı olmaktadır [158, 159].

Fitts ve Posner (1967) yaptıkları çalışmada motor öğrenmeyi üç aşamaya ayırmışlardır. İlk aşama becerilerin ve hareketlerin anlaşıldığı, becerinin yönetilmesi için kural ve stratejilerin keşfedildiği ve yüksek dikkat gerektiren bilişsel aşamadır. İkinci aşama becerilerin ve uygulanan stratejilerin birbiriyle harmanlandığı aşama olan ilişkisel aşamadır. Üçüncü aşamada ise artık bilişsel aşamanın azaldığı ve becerinin otomatikleştiği otonom aşamadır [160]. Bu nedenle yeni nörorehabilitasyon teknolojileri, motor öğrenme çalışmalarından elde edilen tedavi prensipleri üzerine kuruludur.

2.8. Serebral Palside Üst Ekstremitte Tedavi Yaklaşımları

2.8.1. Geleneksel tedavi yöntemleri

Serebral Palsinin tedavisi, tamamlayıcı ve alternatif tedavilerin yanı sıra tıbbi ve farmakolojik tedavileri, rehabilitasyon müdahalelerini ve yardımcı teknolojileri içeren çok disiplinli, bütünsel ve uzun süreli bakım yaklaşımlarını gerektirir [161]. Serebral Palsili çocuklarda üst ekstremitte fonksiyonlarını hedefleyen müdahaleler, görsel ve işitsel geribildirim ile amaca yönelik görevlerin tekrarlayan uygulamasını kullanarak fonksiyonel

yetenekleri ve bağımsızlığı geliştirmeyi ve/veya kas tonusunu azaltmayı amaçlar [162, 163]. Bugüne kadar SP’li bireylerin üst ekstremitelerine yönelik zorunlu kısıtlayıcı hareket tedavisi, el-kol bimanuel yoğun terapi, nörogelişimsel terapi, kas içine uygulanan botulinum nörotoksin A ve robotik yardımcı rehabilitasyon müdahaleleri uygulanmıştır [7, 14, 163]. Geleneksel rehabilitasyon programları uzun yıllardır uygulansa da çocuklar genellikle bu tür tedavileri motive edici bulamamakta ve yeterli süre ve yoğunlukta eğitim alamamaktadır. Bu da potansiyel olarak terapötik etkilerin azalmasına yol açmaktadır [164].

2.8.2. Pasif germe

Serebral Palside görülen kas gücünde azalma, eklem çevresinde gerginlik veya kontraktürler kas iskelet sistemi değişikliklerine neden olmaktadır. Pasif germe, bu yumuşak doku gerginliğiyle mücadele etmek için uygulanan yaygın bir tedavidir [165, 166]. Germe, terapist veya hasta tarafından yapılabildiği gibi ateller, alçılar veya eğimli masa gibi diğer harici cihazlar tarafından da yapılabilmektedir [167]. Pasif germe yaygın olarak kullanılmasına rağmen, spastik kaslarda germe temelli tekniklerin arkasındaki mantığı ve etkinliğini gösteren araştırma kanıtları yetersizdir [168].

2.8.3. Botulinum toksin tip A

Serebral Palsi’li bireylerde spastisite yönetiminde bir seçenek olarak BoNT A kullanılmaktadır. Uygulandığı kasın spastisitesini azaltarak gevşeme sağladığı ve kas fonksiyonunu geliştirdiği bildirilmiştir. Ancak uygulamanın kozmetik, pansuman, yıkama vb. bakım için pasif işlevleri iyileştirmesi amaçlanıyorsa, daha faydalı olacağı bildirilmiştir [169]. Bu gibi faydaları olmasına rağmen tek başına bir tedavi seçeneği olmadığı aşikârdır. Buna ek olarak BoNT A, kullanımı ilk aylarda güvenli bir profile sahip olsa da SP’li çocuklarda yan etkilerinin ortaya çıkmasının, diğer bireylere göre daha sık olduğu bildirilmiştir [170].

2.8.4. Seri alçılama

Seri alçılama, kısalmış kasların uzamasını sağlamak için bir eklem hareket aralığının kademeli olarak artırılması için bir dizi alçı uygulamasıdır. Genellikle bir hafta aralıklarla alçılama yenilenir. Ancak deri lezyonları, ağrı, ödem, tendinit, güçsüzlük, sertlik gibi yan etkiler ve düşme riskinde artış veya banyo yapma sorunları gibi günlük yaşam aktivitelerinde

zorluklar bu protokollere sınırlamalar getirebilir [171]. Literatür, SP'li çocuklarda nöroplastisiteyi optimize etmek için zenginleştirilmiş ortamlarda erken, amaca yönelik, aktiviteye dayalı, yoğun, tekrarlayan motor eğitimi desteklemektedir. Bu nedenle seri alçılamanın süresinin uzaması halinde yemek yeme, giyinme ve oyun gibi bimanuel aktivitelerde aktif kullanımı engelleyebilir ve yüzme gibi aktiviteye dayalı diğer programları kesintiye uğratabilir. Ayrıca alt ekstremitelere sıklıkla uygulanan seri alçılamanın üst ekstremitelere uygulanması oldukça karmaşıktır [155, 164, 171].

2.8.5. Bobath nörogelişimsel tedavi yaklaşımı

Karel ve Bertha Bobath tarafından 1940 yılında tanımlanan Bobath Nörogelişimsel Tedavi Yaklaşımı (NGT-B) SP rehabilitasyonunda uzun yıllardır yerini korumaktadır. İlk olarak yetişkin nörolojik hastalarda uygulanmaktayken daha sonra doğuştan hareket sorunu olan çocuklarda da kullanılmaya başlanmıştır [172]. Nörogelişimsel tedavi, terapist tarafından desteklenen anahtar noktalar aracılığıyla kas aktivitesini kolaylaştırarak kaba motor işlevi ve postüral kontrolü iyileştirmeyi amaçlayan varsayımlardan geliştirilen bir stratejidir [173]. Pozisyonlamalar, uygun dokunuşlar, tutma ve taşıma prensipleri, fonksiyonel aktiviteler, aile eğitimi, fasilitasyon, stimülasyon gibi yöntemlerin temelini oluşturduğu bu yaklaşımda SP'li bireyi maksimum bağımsızlık seviyesine getirmek ve yaşam kalitesini olabildiğince artırmak amaçlanmaktadır. Serebral Palsili çocukları tedavi etmek için en eski ve en sık kullanılan müdahalelerden biri olmasına rağmen, SP'li çocukların fonksiyonel gelişimini desteklediğine dair kanıtlar yeterli değildir [174-176].

2.8.6. Modifiye kısıtlayıcı zorunlu hareket terapisi

Unilateral SP'li bireylerin üst ekstremitelere tedavilerini destekleyen kanıtlar yetersiz [163, 177] olmasına rağmen el fonksiyonlarının yoğun uygulama ile düzeldiğine dair kanıtlar mevcuttur [178]. Yoğun uygulama elde etmenin bir yolu, az etkilenen eli fiziksel olarak kısıtlarken etkilenen elin tek taraflı eğitimini içeren kısıtlayıcı zorunlu hareket tedavisidir [179]. Az etkilenen elin uzun süre kullanılmaması o elde de geriğe neden olabileceği gibi, uzun saatler elin kısıtlanmasının çocuklarda olumsuz davranışlar geliştirebileceği varsayıldığından yetişkin Kısıtlayıcı Zorunlu Hareket Terapisi formu, Modifiye Kısıtlayıcı Zorunlu Hareket Terapisi (mKZHT) olarak geliştirilmiştir [180].

Modifiye Kısıtlayıcı Zorunlu Hareket Terapisi'nde hemiparetik el kullanımının iyileştirilmiş işlevle sonuçlanıp sonuçlanmadığı henüz belirsizdir. Üstelik uSP'li bireyler tek taraf bozuklukların ötesinde bimanuel bozukluklara sahiptirler [181]. Motor kontrolün gelişimi baskın elin etkin kullanımı üzerine modellendiğinden, her iki elin erken dönemde bimanuel kullanımının yardımcı elin gelişimi için önemli olduğu düşünülmektedir [182]. Küçük çocuklarda baskın elin kısıtlanması veya azaltılmış kullanımı ile etkilenen korteksten hayatta kalan kontralateral kortikospinal projeksiyonlar, etkilenen motor korteksten daha aktif ipsilateral kortikospinal projeksiyonlar tarafından işgal edilebilir, bu durum sorunu daha da ağırlaştırabilir [183]. Güçlü teorik çerçeveler olmadan rehabilitasyon stratejileri, rehabilitasyondaki ilerlemeleri engelleyebilir. Örneğin; fiziksel kısıtlama olmadan sözlü kısıtlamanın potansiyel psikolojik riskler barındırabileceği ve ayrıca bu yaklaşımı ilk defa kullanan çocukların hayal kırıklığı yaşayabileceği göz ardı edilmemelidir [184, 185].

2.8.7. Bimanuel yoğun terapi

Bimanuel terapi, fonksiyonel aktiviteleri tamamlamada iki elin kullanıldığı tekrarlayan görev uygulamaları için genel bir terimdir. Unilateral SP'li çocuklarda iki elle yapılan görevler sırasında üst ekstremité işlevinin miktarını ve kalitesini artırmak amacıyla Bimanuel Yoğun Terapi (Hand-Arm Bimanual Intensive Training (HABIT)) programı oluşturulmuştur. Bimanuel Yoğun Terapi yaklaşımı şu noktalara odaklanır: (1) Kademeli olarak zorlaşan aktiviteler; (2) iki elin birlikte kullanımını gerektiren fonksiyonel aktivitelerin oluşturulması ve (3) çocukların hedeflerini ve ebeveyn katılımının sağlanması. Bu yaklaşım, bimanuel görevlerde her iki elin eşit kullanımına odaklanmıştır ve mZKHT'nin, etkilenen ekstremitenin yoğun eğitiminin olumlu yönlerini korurken, bimanuel koordinasyonu ele alma konusundaki sınırlamalarına yanıt olarak geliştirilmiştir [185, 186].

2.8.8. Teknoloji temelli rehabilitasyon

Beynin, bir motor beceriyi yeniden öğrenmesi için yüzlerce kez tekrar etmesi gerekir. Robot destekli rehabilitasyonun, hastaların optimal iyileşme için gereken yüksek hacimli egzersizi tamamlamalarına yardımcı olduğu bildirilmektedir. Robotik sistemler çocuklara, kol hareketlerini tekrar tekrar uygulamaya teşvik edecek bir ortam sağlamaktadır [5]. 1700'den fazla hastanın meta-analizi, robotik rehabilitasyonun üst ekstremité ve hafif alt ekstremité bozukluğu için en az geleneksel rehabilitasyon kadar etkili olduğunu, ancak ciddi alt

ekstremitte bozukluğu olan hastaların robotik rehabilitasyon ile daha iyi sonuçlar aldığını göstermektedir [187]. Sıklıkla kullanılan teknolojik rehabilitasyon yöntemleri sanal gerçeklik uygulamaları ve robot yardımcı rehabilitasyon uygulamalarıdır.

Sanal gerçeklik

Sanal gerçeklik uygulamaları, kişiye sanal ortamda gerçek zamanlı olarak çoklu duyuşal deneyimler yaşama fırsatı veren bilgisayar destekli, sürükleyici, etkileşimli, üç boyutlu bir teknolojidir [188] ve rehabilitasyon süreçlerinde giderek daha fazla kullanılmaktadır [189].

Sanal gerçekliğe dayalı rehabilitasyon tedavisinin, SP'li çocuklara güvenli bir şekilde oynama, öğrenme ve beceri kazanma fırsatı sunduğu için motive etmede ve konsantrasyonu artırmada etkili olduğu bildirilmiştir [190]. Ayrıca, sanal gerçeklik programının avantajı, SP'li çocuklar için simüle edici ve merak uyandıran bir terapötik program olmasıdır [191]. Ayrıca çalışmalar, artırılmış geri bildirimlerin, seçilen beyin ağlarında öğrenmeyi kolaylaştırarak sensorimotor kortikal aktiviteyi modüle edebildiğini göstermiştir [192].

Robotik rehabilitasyon

Serebral palsili bireylerin üst ekstremitte fonksiyonelliğini geliştirmek için kullanılan birden çok metod vardır. Fakat bu birbirinden farklı tedavi modaliteleri aynı hareketin uzun soluklu tekrarlanamaması, bireylerin tedaviden sıkılması gibi bazı dezavantajlara sahiptir. Bu nedenle son zamanlarda; robotik rehabilitasyon gibi metodlar gündeme gelmiştir.

Robotik rehabilitasyon, SP'li çocuklarda motor performansı iyileştirmeye yönelik bir yöntem olarak araştırılmıştır [15]. Robot, "insan işlevlerini yerine getirmek için tasarlanmış mekanik cihazlara bilgisayarlı kontrol sistemlerinin uygulanması" olarak tanımlanır [193]. Üst ekstremitte için kullanılan robotlar iki farklı şekilde tasarlanmıştır. Bunlardan biri end efektör robotlardır ve ekstremitenin distal kısmından hareketi üretirler. Diğer ise birden fazla ekleme sahip olan ve bu sayede hareket üretebilen giyilebilir ekzoskeleton robotlardır. Her iki robot türü de sanal gerçeklik uygulamaları ile kombine şekilde çalışmakta böylelikle bireylerin dikkatini ve motivasyonunu artırmaktadır [5, 15, 146, 194]. Nöropsikolojik araştırmalar, gelişimsel bozukluğu olan çocukların daha az motive olduklarını göstermiştir [195, 196]. SP'li çocukların motivasyon puanlarının bilişsel veya motor görevlerde ısrar için

düşük olduğu bu nedenle uzun süreli bir motor rehabilitasyon için motive kalmanın zor olduğu bildirilmiştir [231].

Zenginleştirilmiş çevrenin ve aktif katılımın sağlanması duyu-motor öğrenme sürecinde aktif bir rol oynar. Bu nedenle robotik rehabilitasyonun sanal gerçeklik uygulamaları ile birlikte sunulması öğrenmenin sağlanması için gerekli iki kilit faktörü de sağlamaktadır. Robotik rehabilitasyonun faydalı olmasındaki bir diğer olası mekanizma ise robotik rehabilitasyonun katılımcıların hareketleri tekrar tekrar yapmalarına ortam sağlamasıdır [197, 198].

Robotik cihazlar, inme, travmatik beyin hasarı, multipl skleroz, omurilik yaralanması veya doğuştan gelen hareket bozukluklarının tedavisinde klinisyenlerin hizmetine sunulmuştur. Pediatrik alanda robotik destekli terapiye artan bir ihtiyaç vardır [199]. Robotik rehabilitasyon nöral plastisitenin uygulama prensiplerine dayanmaktadır ve hareket pratiği yapmayı sağlayarak motor kontrol ve motor öğrenmeyi indükler [200, 201]. Bu yüksek işlevsellik için çok tekrar gerektirir. Literatürü incelediğimizde nöroplastisitenin gelişmesi için gün içinde çok fazla tekrarın yapılması gerektiği bildirilmiştir [101, 202]. Robotik sistemleri kullanmanın temel amacı, hastaların sınırlı bir zamanda büyük miktarda hareket elde etmelerini sağlamaktır. Örneğin, SP'li çocukların 60 dakikalık robot yardımcı rehabilitasyon seansı sırasında 640 hareket gerçekleştirdikleri bildirilmiştir [203]. Robotik rehabilitasyon cihazları, bir hastanın fonksiyonel bir görevde ürettiği kuvvet miktarını algılayabilir ve bağımsız olarak ulaşılamayan bir fonksiyonel hedefe ulaşılacak şekilde yardım miktarını ayarlayabilir [204]. Robotik rehabilitasyonun görsel ve işitsel geri bildirimler sağlama potansiyeli ve zorluk düzeyinin ayarlanabilmesi bir motor becerinin öğrenilmesini kolaylaştırır [5, 7, 164].

Robot destekli aktivite, yetişkinlerde de üst ekstremité fonksiyonunu iyileştirebilir [144], hatta bu iyileşmeler uzun vadeli ve daha iyi görünmektedir [144]. Bu nedenle robotik rehabilitasyon hedefe yönelik görevler aracılığıyla yoğun tekrarlar, sensorimotor entegrasyon ve bilişsel katılım sağlayarak fonksiyonel motor performansa odaklanır [15, 21, 205]. Genel olarak kol ve el becerilerinin kazanılması çok karmaşık bir süreci içerir ve genellikle SP'li bireylerin nesnelere ulaşma, kavrama, bırakma ve manipüle etme konusunda zayıflıkları bulunmaktadır [22, 206, 207]. Robotik rehabilitasyon fonksiyonel gücü artırabilir ve izole hareketleri iyileştirebilir, çünkü yardımın tutarlılığı korunabilir, yoğunluk

ve zorluk hastanın gelişimine göre ayarlanabilir ve sanal gerçeklik arayüzleri hastanın motivasyonunu iyileştirebilir, bu da hastanın günlük yaşam aktivitelerinin hedeflenmesini sağlayabilir. Ön veriler, bu tip tedavinin, SP veya diğer edinilmiş beyin yaralanmalarının neden olduğu üst ve alt ekstremitelerde etkilenmiş motor işlevi de iyileştirdiğini göstermektedir [208, 209]. Önceki çalışmalardan, robotik cihazların kullanımının SP'li bireylerde kinematik, hareket açıklığı, kas tonusu, postüral kontrol, üst ve alt ekstremitelerin işlevselliğini iyileştirdiği bulunmuştur [22, 150, 210-213]. Ancak pediatrik gruptaki robotik çalışmaların çoğu, nispeten küçük örneklem büyüklüğüne ve az sayıda randomize kontrollü çalışmaya sahiptir bu nedenle kanıt düzeyi yetişkinlerdekinden daha az görünmektedir. Bu veriler, SP'li çocuklarda bu tür müdahalelerin kullanılmasının, inmeli bireylerde olduğu gibi hareket ve işlevi iyileştirebileceğini düşündürmektedir.

Üst ekstremiteler robotik rehabilitasyonda kullanılan cihazlar arasında end efektör bir robot olan InMotion2 robotu [203], New Jersey Teknoloji Enstitüsü Robot Yardımlı Sanal Rehabilitasyon (NJIT-RAVR) sistemi [214], Mandala Gesture Xtreme teknolojisi (IREX) [215], eldiven tabanlı sanal gerçeklik sistemi YouGrabber [216], üst ekstremitenin tek taraflı distal eğitimi için AMADEO cihazı [217], bilgisayar destekli kol rehabilitasyonu (CAAR) [218], sanal gerçeklik tabanlı el rehabilitasyon eğitimi Eye Toy Play [219], CosmoBot [211] ve Armeo Spring Sistemleri bulunmaktadır. Kullanılacak teknolojiler katılımcıların özelliklerine ve kurumun olanaklarına göre farklılıklar gösterebilir. Ancak, yer çekimine karşı hareketi başlatamayıp yer çekimi elimine edildiğinde hareketi başlatma potansiyeline sahip bireyler için pediatrik Armeo Spring sistemi (HocomaAG, Volketswil, İsviçre) önerilmiştir [220].

Armeo spring

Armeo spring, üst ekstremiteler rehabilitasyonu için kullanılan bir sistemdir. Armeo Spring, kol ağırlığı desteği sağlayarak, hastaların motor fonksiyonlarını kullanmalarını sağlar ve onları belirli terapi hedeflerine dayalı olarak yüksek sayıda uzanma ve kavrama hareketleri elde etmeye teşvik eder. Ayarlanabilir kol ağırlığı desteğiyle yer çekiminin dereceli olarak elimine edilmesini sağlayan böylelikle etkilenen ekstremitenin hareketini kolaylaştıran dış iskelet sistemidir. Desteğin miktarı, bireylerin katılımı ve kas kuvveti ile ilgili olarak özelleştirilebilir. Armeo spring dış iskeletin konumu ve uzunluğu değiştirilerek hastanın morfolojisine uyarlanabilir. Kavrama eğitimi sağlayan basınca duyarlı bir tutma yeri de

mevcuttur. Hastalar, özel yazılım aracılığıyla, farklı üst kol bölgelerini, eklemleri içeren fonksiyonel ve anlamlı görevleri (bitki sulama, temizleme vb.) eğitmeyi amaçlayan egzersizler yapabilmektedir. Eğitim sırasındaki tüm aktivite hastanın kendi başlattığı hareketlere dayandığından, bu tekrarlayan eğitim daha iyi, daha hızlı ve daha uzun vadeli sonuçlar sağlar. Armeo Spring, altı serbestlik derecesiyle kapsamlı bir 3 boyutlu (3D) çalışma alanında eş zamanlı kol ve el eğitimine izin verir. Robot üzerinde bulunan aç sensörleri ve basınç sensörü (el kavrama sensörü) kolun hareketleri terapi yazılımı (Armeo®Control) ile eş zamanlı bir şekilde entegre ederek çalışır [221, 222]. Ayarlanabilir dış iskeleti sayesinde, omuzdan ele tüm kolu sarar ve hastanın kolunun ağırlığını dengeler. Anında performans geri bildirimi sağlayarak hastaların motivasyonunu sağlar.

Son teknolojik gelişmeler aynı anda birden fazla eklemi doğru bir şekilde kontrol etme yeteneğine sahip olup, SP için daha gerçekçi görev tabanlı egzersizler üretmelerini sağlar [222]. Manuel terapi ile karşılaştırıldığında robotlar, daha uzun süre boyunca sürekli olarak yoğun rehabilitasyon sağlama potansiyeline sahiptir [223].

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Bireyler

Çalışmaya Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Pediatrik Rehabilitasyon Ünitesine ve Ankara Şehir Hastanesine başvuran 6-18 yaş arası uSP'li bireyler dâhil edildi. Çalışmaya katılmayı kabul eden tüm birey ve ailelerine çalışmanın amacı ve kapsamı anlatıldıktan sonra çalışmaya katılmayı kabul eden tüm bireylerin ailelerinden bilgilendirilmiş gönüllü olur formunu okuyup imzalamaları istendi. Çalışmaya başlamadan önce Gazi Üniversitesi Etik Komisyonundan 27.04.2021 tarihli 14574941-302.08.01-81833 sayılı yazı ile etik onay alındı (EK-1).

Çalışmamızın birincil çıktısı olan üst ekstremité fonksiyonlarından Jebsen Taylor El Fonksiyon Değerlendirme Testinin toplam puan fark verileri üzerinden Post Hoc güç analizi yapıldı. 31 katılımcı ile iki bağımsız grupta değişkenlerin geniş (large) etki genişliğine ($d=1,14$) sahip olduğu hesaplandı. Çalışma $\alpha=0.05$ hata payı, 1,14 etki genişliği ve 31 birey ile yapıldığında gücü %92 olarak hesaplandı. Bu analiz G-Power yazılımı (Versiyon 3.1.9.7, Düsseldorf Üniversitesi, Düsseldorf, Almanya) ile yapıldı.

Tüm bireylerin robotik rehabilitasyon süreci boyunca konvansiyonel fizyoterapi programları devam etti. Katılımcı ve ailelerine bu süre boyunca rehabilitasyon süreçlerini ve/veya rehabilitasyon dışındaki rutinlerini sürdürmeleri tavsiye edildi. Robotik rehabilitasyon öncesinde veya sırasında hiçbir yeni tedaviye başlanmadı.

Çalışmaya dâhil edilme kriterleri:

- 6-18 yaş arasında olmak
- Unilateral spastik tip serebral palsi tanısı almış olmak
- Ailenin ve bireylerin çalışmaya katılmaya gönüllü olması
- El Becerileri Sınıflama Sistemi'ne göre I, II, III düzeyinde olması
- Koopere olacak düzeyde bilişsel gelişime sahip olmak

Çalışmadan dışlama kriterleri:

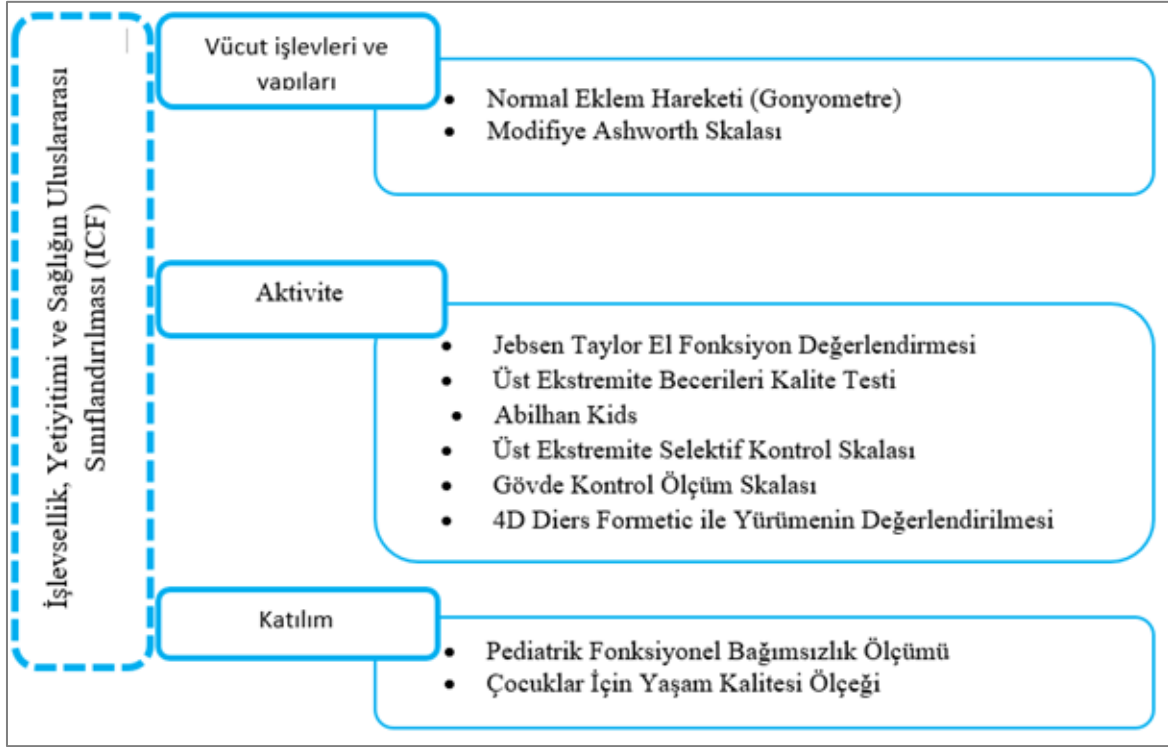
- Son 6 ay içerisinde herhangi bir ortopedik ve/veya nörolojik cerrahi ve/veya BoNT A operasyonu geçirmiş olması
- Epilepsi hikâyelerinin olması
- Çalışmaya katılmayı engelleyecek düzeyde işitme ve/veya görme kaybının olması

3.2. Yöntem

Unilateral SP'li bireylerde üst ekstremité robotik rehabilitasyonun üst ekstremité fonksiyonları ve yürüme parametreleri üzerine etkilerinin incelenmesi amacıyla yaptığımız bu çalışma prospektif, randomize, tek kör bir çalışmadır. Tüm değerlendirme araçları tedavi gruplarına kör bir değerlendirmeci tarafından uygulandı. Dâhil edilme kriterlerini sağlayan tüm bireyler “Research Randomizer” programı (<https://www.randomizer.org/>) kullanılarak iki gruba atandı. Çalışmaya katılan tüm bireylere aynı değerlendirme protokolleri, alanında uzman ve gruplara kör bir fizyoterapist tarafından yapıldı. Çalışma 31 hasta (çalışma grubu:16, kontrol grubu:15) ile tamamlanarak istatistiksel analiz yapıldı.

3.2.1. Değerlendirmede kullanılan ölçekler

Dünya Sağlık Örgütü 2001 yılında “İşlevsellik, Yeti Yitimi ve Sağlığın Uluslararası Sınıflandırılması” ismiyle ICF'i yayınladı. ICF, vücut işlevleri ve yapıları, aktivite, katılım, çevresel ve kişisel faktörler değerlendirilerek bireyleri sınıflayabilmenin yanında bu geniş çerçevenin oluşturulması sağlık profesyonellerine bireylerin tüm yönleriyle değerlendirilmesi imkânını sunmaktadır [17]. Bu nedenle bu çalışmada da tüm katılımcılar, ICF'nin vücut işlevleri ve yapıları, aktivite ve katılım alanları dikkate alınarak [224] müdahaleden önce ve sonra değerlendirildi (Şekil 3.2.).



Şekil 3.1. Tüm katılımcılara uygulanan değerlendirme parametreleri

Demografik özellikler

Hastaların cinsiyet, yaş, boy, vücut ağırlığı, etkilenen taraf ekstremitesi, doğum yöntemi, gestasyonel yaş ve akraba evliliği olup olmadığı gibi demografik özellikleri kayıt formuna kaydedildi. Değerlendirmeler sırasında odanın uygun sıcaklıkta olmasına ve yeterli ışık almasına dikkat edildi. Katılımcıların güvenliği için tüm önlemler alındı. Bireylerin yorgun ve aç olmamalarına dikkat edildi. Değerlendirmeler tek bir seansta yapıldı ancak değerlendirmeler sırasında yorulan veya sıkılan bireyler olduğunda değerlendirmeye ara verildi.

El becerileri sınıflandırma sistemi

El becerileri sınıflandırma sistemi (EBSS), çocuğun günlük aktivitelerdeki nesneleri kullanma becerisini 5 seviye arasında sınıflandırır. Ölçeğin geçerliliği ve güvenilirliği değerlendiriciler arasında mükemmel olarak bildirilmiştir (terapistler arasında ICC 0.97 ve ebeveynler arasında 0.96) [225]. Çalışmaya katılan tüm çocukların EBSS seviyelerinin, seviye I (nesneleri kolay ve başarılı bir şekilde işleyebilir), seviye II (çoğu nesneyi idare edebilen ancak bir şekilde düşük kalite ve/veya başarı hızı ile alternatif performans yollarını kullanabilir) ve seviye III (nesneleri zorlukla tutup kullanabiliyor; faaliyetleri hazırlaması

ve/ veya değiştirmesinde yardıma ihtiyaçları vardır) şeklinde olması beklenmektedir. Katılımcılar gözlemsel analiz ile değerlendirildi ve sonuçlar kayıt formuna kaydedildi.

Kaba motor fonksiyonların sınıflandırılması

Kaba motor fonksiyon sınıflandırma sistemi (KMFSS), ocuğun oturma ve yürüme ile ilgili kendi kendine başlatılan hareketleri 5 düzeyde gerçekleştirme yeteneğini sınıflandırır [226]. Kaba motor fonksiyon sınıflandırma sistemi, Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü ($r = 0.91$) ile güçlü bir yapı geçerliliğine ve profesyoneller arasında ve profesyoneller ile ebeveynler arasında (gözlemciler arası) iyi güvenilirliğe sahiptir [227, 228]. Katılımcılar gözlemsel analiz ile değerlendirildi ve sonuçlar kayıt formuna kaydedildi.

Eklem hareket açıklığının değerlendirilmesi

Çalışmaya katılan tüm bireylerin EHA dereceleri, sırtüstü yatış pozisyonunda evrensel gonyometre kullanılarak çalışma öncesinde ve çalışma sonunda değerlendirilmiştir. Bireylerin omuz fleksiyonu, abdüksiyonu, dirsek ve el bileği fleksiyon/ ekstansiyon ve ön kol pronasyonu ve supinasyonu ağrısız EHA ölçümleri bilateral olarak değerlendirilip kayıt formuna kaydedilmiştir [229]. Katılımcılar sedyede sırtüstü pozisyonunda uzanırken ya da sandalyede oturur pozisyonunda değerlendirildi. Katılımcıların bu pozisyondayken rahat olmasına dikkat edildi.

Kas tonusunun değerlendirilmesi

Ashworth tarafından 1964 yılında hastaların kas tonusunu değerlendirmek için geliştirilen Ashworth Skalası, Bohannon ve Smith tarafından 1987 yılında modifiye edilmiştir. Kullanımı oldukça kolay olan ve ek bir ekipman gerektirmediğinden spastisite değerlendirmesinde sıklıkla kullanılan bu test altın standart olarak kabul edilmektedir [231]. İstatistiksel analizde sorun olmaması için puanlama "0, 1, 2, 3, 4, 5" şeklinde hesaplanmıştır [232]. Katılımcılar, sırt üstü ve gevşemiş bir durumda ve sedye üzerinde iken değerlendirmeye alındı. Eklemler pasif olarak, tekrarlayıcı ve hızlı bir şekilde hareket ettirildi ve değerlendirme bulgularına göre skorlandı.

Çizelge 3.1. Modifiye Ashworth skalası (MAS)

MAS	SPSS	
0	0	Tonusta artış yok
1	1	Ekstremitte hareket ettirildiğinde ‘tutukluğun’ hissedildiği hafif tonus artışı
1+	2	EHA’nın yarısından azında saptanan tonus artışı
2	3	EHA’nın yarısından fazlasında saptanan tonus artışı, fakat ekstremitte kolaylıkla hareket ettirebiliyor
3	4	Tonusta önemli artış, ekleme pasif hareket yaptırmak zordur
4	5	Ekstremitte rijittir

El fonksiyonlarının değerlendirilmesi

El yaralanmalarında uygulanan tedavinin etkinliğini değerlendirmek için 1969 yılında geliştirilen JTEFT, zamanlı görevlerde tek taraflı hız ve el becerisini ölçmektedir [233]. Test, günlük öğeleri kullanarak çeşitli kavrama ve bırakma görevlerinde hızın ve performansın doğruluğunu ölçer. Yetişkinlerde ve tipik olarak gelişmekte olan çocuklarda tasarlanan ve onaylanan orijinal test, yazma etkinliğinin ihmal edilmesi ve hem hayal kırıklığını azaltmak hem de konjenital hemiplejili çocuklarda benzer çalışmalarla karşılaştırmaya olanak sağlamak için her bir görevin izin verilen maksimum süresi 2 dakikaya indirilerek değiştirilmiştir. JTEFT’nin bir müdahaleye bağlı değişime yanıt verdiği gösterilmiştir, ancak etkilenmemiş ekstremitede test-tekrar test performansının stabilitesi ile ilgili zorluklar bulunmasına rağmen [234-236] yapılan bir çalışmada JTEFT’nin değerlendirici içi ve değerlendiriciler arası güvenilirliği mükemmel bulunmuştur [237].

Test günlük yaşamda çok sık yapılan aktivitelerin bir simülasyonunu içeren yedi görevden oluşmaktadır. Yazı yazma hariç her görevi kişi iki eliyle de ayrı ayrı yapar. Testin puanı olarak kişinin görevleri tamamlama süresi kaydedilir. Bu görevler aşağıda verilmiştir [238]. Bazı çalışmalar JTEFT alt maddelerini 2 dakika ile sınırlayabilmektedir. Ancak bu çalışmada bireylerde başarısızlık hissinin oluşmaması için hem 2 dakika sınırı hem de uSP’li bireylerin zorlanacağı yazı yazma maddesi çıkarıldı. Bu uygulamaya benzer uygulamalar bulunmaktadır [239]. Katılımcılar sandalyede otururken gerekli açıklamalar yapıldıktan sonra kendilerini hazır hissettiklerinde değerlendirme bilateral olarak yapıldı. Yorgunluk durumunda ara verildi.

- Yazı yazma
- Kartları çevirme

- Objeleri toplama
- Yemek yeme
- Dama taşlarını üst üste dizme
- Hafif geniş cisimleri toplama
- Ağır geniş cisimleri toplama

Üst ekstremité beceri kalitesinin değeriendirilmesi

Katılımcıların üst ekstremité hareket kalitesi ve el becerileri Üst Ekstremité Beceri Kalite Testi (ÜEBKT) ile değeriendirildi. Bu test, her bir maddenin değeriendirilip değeriendirilememe durumuna göre 0 ile 2 arasında puanlandığı 5 bölümden oluşmaktadır [240]. Koriyucu ekstansiyon, bağımsız hareketler, el fonksiyon derecesi, kavrama, ağırlık taşıma, spastisite ve kooperasyon derecelendirme olmak üzere alt başlıkları vardır. Çalışmamızda ÜEBKT alt başlıklarında A (bağımsız hareketler), B (kavrama), C (ağırlık aktarma) ve D (koriyucu ekstansiyon) alt başlıkları kullanılmıştır. 18 ay- 8 yaş arası SP’li çocukların kullanımına uygun değeriendirilen ÜEBKT daha sonra farklı yaş gruplarında da kullanılmaya başlanmıştır [241, 242]. Katılımcılar düşme riski göz önünde bulundurularak gerekli güvenlik önlemleri altında değeriendirildi. Katılımcıların fonksiyonel becerilerinin olumsuz etkilenmemesi için teste rahat giysilerle gelmeleri istendi.

Günlük yaşam aktivitelerinin değeriendirilmesi

Abilhand-kids, SP ve nörolojik temelli hastalıkların tedavilerinin planlanmasında, tedavinin etkinliğinin belirlenmesinde kullanılan fonksiyonel bir ölçektir [243]. Ebeveynler tarafından doldurulan bu anket çoğunluğu bimanuel aktivitelerden olmak üzere 21 maddeden oluşmaktadır ve ebeveynler algıladıkları zorlukları 3 seviye üzerinden (0: imkansız, 1: zor veya 2: kolay) puanlar. Türkçe versiyonunun geçerlilik güvenilirlik çalışmasında manuel yeteneklerin değeriendirilmesi için güvenilir ve geçerli bulunmuştur. Serebral Palsili çocuklarda anketin test- tekrar test güvenilirlik katsayısı mükemmel ($r=0,98$) olarak bulunmuştur [244, 245]. Veriler <http://rssandbox.iescagilly.be/> internet sitesi üzerinden Rasch modeli kullanılarak analiz edildi ve sonuçlar ek bir sayfada rapor olarak alındı. Katılımcıların üst ekstremité becerilerini değeriendirmek için ebeveynlerinden Abilhand-kids testini cevaplamaları istendi. Aile testi doldururken, anlamadığı soruları açıklamak için aileye gerekli destek verildi.

Selektivitenin değeriendirilmesi

Üst ekstremite selektif kontrol skalası (ÜESKS), profesyoneller tarafından üst ekstremite selektivitesinin değeriendirilip puanlanması için tasarlanmıştır. Video kamera dışında ek bir ekipman gerektirmediğinden uygulanması kolay ve pratiktir. İncelenen üst ekstremite eklem hareketleri arasında omuz (abdüksiyon/ addüksiyon), dirsek (fleksiyon/ ekstansiyon), ön kol (supinasyon/ pronasyon), bilek (fleksiyon/ ekstansiyon) ve parmaklar/ başparmak (kavrama/ bırakma) bulunmaktadır. Ölçeğin Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği yapılmıştır [247]. Wagner ve arkadaşları tarafından geliştirilen ve kullanıcılar içi güvenilirliği (ICC> 0.75) ve kullanıcılar arası güvenilirliği (ICC: 0.72) iyi olarak bulunmuştur [246]. Katılımcılar uygun oturma pozisyonundayken fizyoterapist hareketi gösterdikten sonra katılımcıya hareket pasif olarak bir kez yaptırıldı daha sonra katılımcıdan aynı hareketi yapması istendi. Bu aktiviteler daha sonra fizyoterapist tarafından video kayıtları üzerinden incelenip puanlandı. Puanlama omuz, dirsek, ön kol, el bileği ve parmaklar için ayrı ayrı ve bilateral olarak yapıldı. 3 puan normal normal selektif motor kontrolü gösterirken 0 puan Selektif motor kontrolün olmadığını gösterdi. Yüksek puan, kontrolün daha iyi olduğunu göstermektedir.

Gövde kontrolünün değeriendirilmesi

Katılımcılarda gövde kontrolünün değeriendirilmesi için Gövde Kontrol Ölçüm Skalası (GKÖS) kullanılmıştır. On beş maddeden oluşan GKÖS oturma sırasında gövdenin statik ve dinamik komponentlerini değeriendirir. Üst ve alt ekstremite hareketleri sırasında gövde stabilizasyonun sağlanması statik alt ölçeği değeriendirirken, dinamik uzanma sırasında gövdenin stabilizasyonunun dinamik alt ölçeğin değeriendirilmesini sağlar. En yüksek 58 puan alınabilen bu testte yüksek puan iyi gövde kontrolünü gösterir. Serebral Palsili çocuklarda GKÖS'nin güvenilirliği ve geçerliliği kanıtlanmıştır. Ölçek, çocuğun gövde performansının güçlü ve zayıf yönleri hakkında fikir verir ve bu nedenle klinikte kullanılmaktadır [248]. Ölçeğin Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği yapılmıştır [249]. Katılımcılar düşme riski göz önünde bulundurularak gerekli güvenlik önlemleri altında değeriendirildi.

Günlük yaşamdaki fonksiyonel bağımsızlığın değerlendirilmesi

Yetişkin bireyler için geliştirilen fonksiyonel bağımsızlık ölçeğinden (FIM) esinlenilerek hazırlanmış olan Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (PFBÖ), altı alanı kapsayan 18 maddeden oluşmaktadır [250]. Görevi tamamen yardımla yaptığında 1, tamamen bağımsız olarak yaptığında ise 7 puan verilir. Buna göre en az 18 (tam bağımlı), en fazla 126 (tam bağımsız) puan alınabilir. Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği'nde olduğu gibi, motor ve bilişsel iki boyuttan oluşmaktadır. Motor skala, öz bakım, sfinkter kontrolü, transfer ve hareket öğelerini içerirken; bilişsel ölçek, iletişim ve sosyal biliş öğelerini içerir [251]. Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçümü (WeeFIM); SP, beyin hasarı, spina bifida, genetik bozukluklar ve pediatrik yanıkları olan çocuklar da dahil olmak üzere pediatrik rehabilitasyonda yaygın olarak kullanılmaktadır [252, 253]. Fonksiyonel bağımsızlık değerlendirmesi, bireylerin doğrudan gözlenmesi ve ebeveynleri ile görüşme sağlanarak yapıldı.

Yaşam kalitesinin değerlendirilmesi

Katılımcıların yaşam kalitelerinin değerlendirilmesi için Çocuklar için Yaşam Kalitesi Ölçeği (ÇİYKÖ) kullanıldı. Bu ölçek, 2-4 yaş, 5-7 yaş, 8-12 yaş, 13-18 yaş olmak üzere dört farklı yaş grubunun yaşam kalitesini değerlendirmek için hazırlanmıştır [254]. Uneri ve arkadaşları tarafından Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır [255]. Bu ölçek çocukların son bir ayını sorgulamaktadır ve 5 seçenekli likert tipi ölçek şeklinde geliştirilmiştir. Sorular fiziksel, duygusal, sosyal ve okul olarak 4 bölüme ayrılır. Sorunun yanıtı hiçbir zaman olarak işaretlenmişse 100, ender olarak olarak işaretlenmişse 75, bazen olarak işaretlenmişse 50, sıklıkla olarak işaretlenmişse 25, hemen her zaman olarak işaretlenmişse 0 puan verilir. Ölçek puanları, maddelerin toplamının cevaplanan madde sayısına bölünmesiyle (eksik verileri hesaba katmak için) hesaplanır. Ölçeğin toplam puanı dışında, fiziksel sağlık toplam puanı ile emosyonel işlevsellik, sosyal işlevsellik ve okul işlevsellik puanlarının birlikte değerlendirilmesinden elde edilen psikososyal sağlık toplam puanı gibi alt ölçekleri bulunur. Alınan puanın artması sağlıkla ilgili yaşam kalitesinin arttığını göstermektedir [256]. Tüm katılımcılar kendi yaş grubuna uygun değerlendirme formu kullanıldı. Ayrıca ebeveyn ölçeği ailelere detaylı bir şekilde anlatıldıktan sonra doldurmaları istendi.

Yürümenin değerlendirilmesi

Standart olarak kullanılan ölçüm yöntemleri yürüyüş üzerinde ince değişikliklere karşı duyarsız olabilmektedir. Uygulanan rehabilitasyonunun etkinliğini belirlemek için tedavinin yürüyüş biyomekaniği üzerindeki etkilerini nicel bir şekilde anlamak çok önemlidir. Yürüme değerlendirmesinin subjektif değerlendirmesi, genellikle spesifik fonksiyonel bozuklukların büyüklüğünü tahmin etmekte başarısız olur ve değerlendirmeyi yapan kişinin deneyimine ve yargısından etkilenir. Bu nedenle yürüyüşlerin oldukça detaylı incelenip değerlendirilmesi için özel dijital sistemler gereklidir [257]. Bu nedenle çalışmamızda yürüyüş değerlendirilmesi bir dizi makalede geçerliliği kanıtlanmış ve Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) onaylı yazılıma sahip 4D Formetric DIERS (DIERS International GmbH, Schlangenbad, Almanya) cihazını kullandık [258-260]. Pedogait sistemi, basınç ölçümü yoluyla plantar basınç dağılımının işlevsel bir temsilini sağlar [258]. Sensör plakası koşu bandına entegre edilmiştir. Plaka 1.4 sensör/cm² çözünürlüğe ve 120 Hz örnekleme hızına sahiptir [261]. 4D Formetric DIERS ile yürümenin spatio-temporal özellikleri değerlendirilmektedir. Deneklere koşu bandında yüzleri öne bakacak şekilde rahat bir şekilde yürümeleri talimatı verildi. İki dakikalık bir alıştırmadan sonra ölçüm yapıldı [262]. Değerlendirme işlemi radyasyonsuz ve temas etmeden yapılmaktadır. Tüm katılımcılar yürüme platformunda, istedikleri hızda ve herhangi bir yardımcı cihazları, çorapları ve ayakkabıları olmadan yürümeleri istendi. Katılımcıların kaygı düzeyinin azalması için ebeveynlerin de değerlendirme odasında bulunmasına dikkat edildi.

3.2.2. Tedavi programı

Çalışmaya katılan tüm bireyler “Research Randomizer” programı ile iki gruba ayrıldı.

Müdahale grubu

Çalışma grubu 6 hafta boyunca konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak haftada 3 gün, günde 30 dakika boyunca Arneo Spring robotik rehabilitasyon programı ile takip edildi. Uzman fizyoterapist tarafından seçilen ve aşağıda özellikleri verilen 10 oyun listelendi ve her oyun 3 dakika sürdürülerek egzersiz programı uygulandı. Egzersizler, kademeli bir tedavi sağlamak için giderek artan zorlukla (kolay, orta, zor) seçildi. Egzersiz programı farklı eklemleri (omuz, dirsek, bilek) ve kavramayı içerecek şekilde oluşturuldu. Oyunların 1D, 2D ve 3D çalışma alanlarından seçilmesine dikkat edildi. Her seans sonunda, egzersizle ilgili

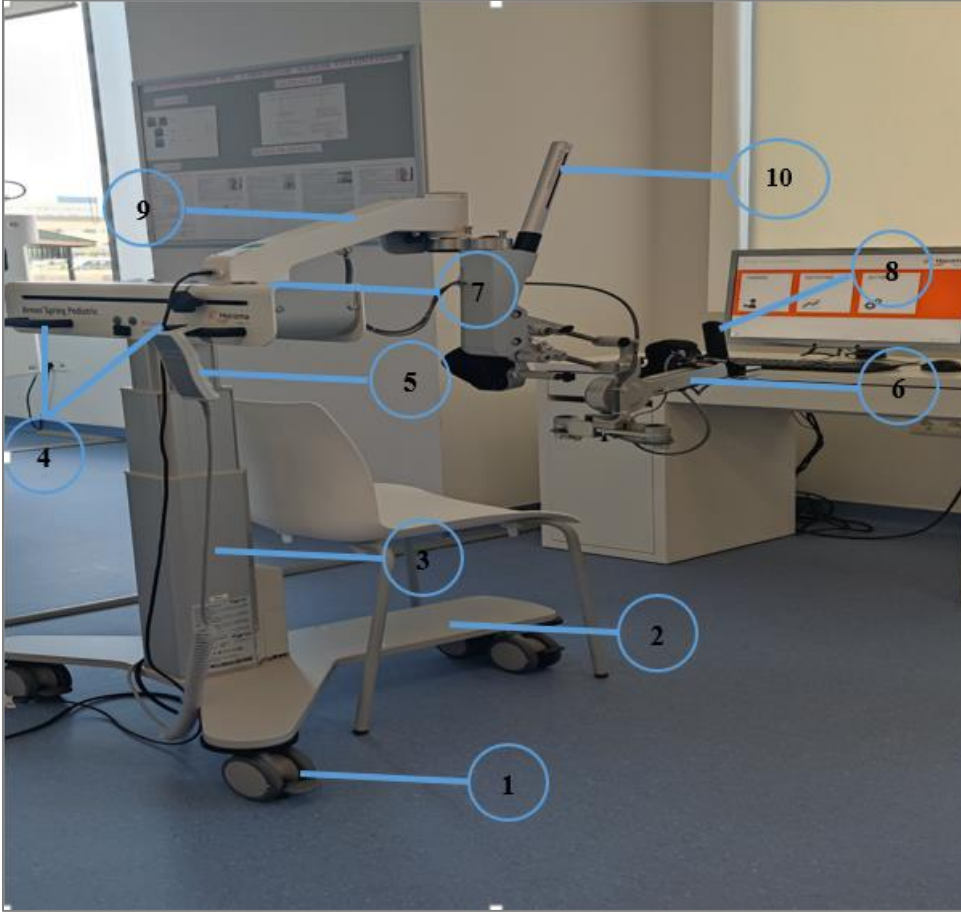
bilgiler (örneğin; zorluk seviyesi, çalışma alanı, ağırlık desteği) ve bireyin aldığı puan sistem tarafından otomatik olarak kaydedildi. Seçilen oyunların içerikleri ve amaçları müdahale programı başlamadan her oyun başında katılımcılara detaylı şekilde anlatıldı. Katılımcılar, oyunu anladıktan sonra oyun süreleri başlatıldı. Uygulama sırasında üst ekstremité robotunun destek düzeyinin, ekstremité uzunluğunun ve sağ sol etkilenimine göre ayarlanması gerekliliği müdahale sırasında karşılaşılan zorluklardı (Resim 3.1).



Resim 3.1. Robotik rehabilitasyon seansı

Armeo spring cihazının özellikleri

Armeo Spring 6 serbestlik derecesine sahiptir. Bu sayede omuz ekleminde -169° ila $+50^{\circ}$ aralığında addüksiyon/ abdüksiyon, $+40^{\circ}$ ila $+120^{\circ}$ aralığında fleksiyon/ ekstansiyon, 0° ila 90° aralığında iç/ dış omuz rotasyonu, 0° ila 100° dirsek fleksiyonu/ ekstansiyonu, -60° ila 60° aralığında önkol pronasyonu/ supinasyonu ve -60° ila 60° aralığında bilek fleksiyonu/ ekstansiyonu mümkündür. Fizyoterapist, her çocuğun ihtiyaçlarına bağlı olarak farklı hareketleri kilitlemeyi veya tüm hareketler üzerinde aynı anda çalışmayı seçebilir. Ek olarak, basınca duyarlı bir tutamak, kavrama eğitimine izin verir. Üreticiye göre cihazın ölçüm hassasiyeti $<0,2$ derecedir. Bu çalışmada cihazın pediatrik versiyonu kullanılmıştır (Resim 3.2.).



Resim 3.2. Armeo® Spring'e genel bakış, 1- Tekerlek, 2- Taban plakası, 3- Kaldırma sütunu, 4- Taşıma kolları kılavuzu, 5- Kontrol kumandası, 6- Ayarlanabilir ön kol modülü, 7- Kol ayarlama düzlemi, 8- Basınca duyarlı kavrama modülü, 9- Ayarlanabilir kol modülü, 10- Destek ayarlama aparatı

Armeo spring robotik rehabilitasyonunda kullanılan uygulamalar

Çalışma grubu için belirlenen 10 oyun ve etki alanları Çizelge 3.2'de verilmiştir. Örneğin; High Flyer oyunu 1-D eklem hareket açıklığını artırmak ve kavrama fonksiyonunu sağlamak için kullanılmaktadır.

Çizelge 3.2. Arneo spring robotik rehabilitasyonunda kullandığımız uygulamalar

OYUNLAR	EHA artırmak 1-D	EHA artırmak 2-D/3-D	HAREKET KOORDİNASYONU	KAVRAMA FONKSİYONU	BİLİŞSEL EĞİTİM	MEKANSAL İHMAL
“High Flyer”	✓			✓		
“HocoKart”	✓		✓		✓	
“Air Hockey”	✓		✓			
“Balloons”		✓				✓
“Treasure Island”			✓			✓
“Pirates”		✓	✓	✓		
“Save the Monster”			✓	✓		✓
“Diving”		✓	✓			
“Frisbee”	✓	✓	✓			
“Farmer”			✓	✓	✓	
EHA: Eklem Hareket Açıklığı D: Boyut						

Çalışma grubu için belirlenen 10 oyun ve hedefledikleri hareketler Çizelge 3.3’de verilmiştir. Bu çizelgede her egzersizin hedeflediği hareketler gösterilmektedir. Bir egzersiz belirli bir hareketi hedefliyorsa, ilgili kol eklemi veya segmenti boyanmıştır. Koyu mavi zorunlu bir hareketi, açık mavi ise tamamlayıcı bir hareketi belirtir.

- Zorunlu hareketler: Puan almak ve egzersizi başarıyla gerçekleştirmek için yapılması gereken hareketlerdir.
- Tamamlayıcı hareketler: Zorunlu hareketi yapmak için hastanın egzersizde doğru pozisyona girmesine yardımcı olan hareketlerdir. Örneğin; Air Hockey (El Bileği) oyununda bir tamamlayıcı hareket (kavrama ve bırakma) ve bir zorunlu hareket (el bileği fleksiyon- ekstansiyon) vardır. Hasta, kavrama- bırakma yaparak oyun kolunu hareket ettirebilir, ancak puan kazanması için el bileği ile fleksiyon ve ekstansiyon yapması gerekir.

Çizelge 3.3. Armeo spring robotik rehabilitasyonunda kullanılan egzersizlerin hedeflediği hareketler

▼ OYUNLAR	HAREKET ▼	OMUZ			DİRSEK		EL BİLEĞİ	EL	
		Fleksiyon/ Ekstansiyon	HorizontalAd/ Abdüksiyon	İç/ Dış Rotasyon	Fleksiyon/ Ekstansiyon	Pronasyon/ Supinasyon	Fleksiyon/ Ekstansiyon	Kavrama/ Bırakma	Açma/ Kapatma
“High Flyer” (Dirsek)									
“HocoKart” (Ön Kol)									
“Air Hockey” (El Bileği)									
“Balloons”									
“Treasure Island”									
“Pirates”									
“Save the Monster”									
“Diving”									
“Frisbee”									
“Farmer”									
Zorunlu Hareket									
Tamamlayıcı Hareket									

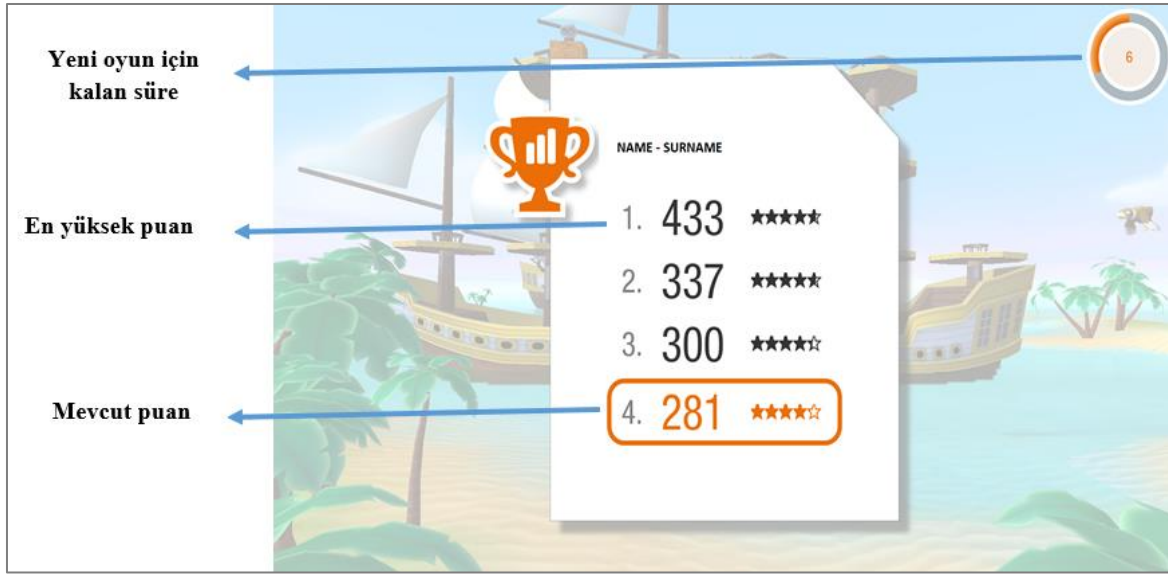
Egzersizler oyunlar içinde hastaya fonksiyonel hareketleri klinik ortamda gerçekleştirmek için elini ve kolunu hareket ettirme fırsatı sunar. Hastalar, oyun içindeki bir avatarı (karakteri) veya nesneyi hareket ettirmek ve verilen görevleri yerine getirmek için ellerini ve kollarını bir, iki veya üç boyutta hareket ettirir. Oyun benzeri egzersizler, puanları takip ederek ve eğitim için eğlenceli bir ortam sağlayarak hastayı motive eder. Değişen zorluk seviyeleri ve egzersiz puanları, hastanın ilerlemesinin bir göstergesidir. Egzersizler aşağıdaki ayarlara sahiptir:

Zorluk: Genel olarak zorluk, egzersizi yapmak için gerekli motor ve bilişsel becerilere karşılık gelir. Zorluk seviyesini belirleyen egzersiz parametrelerindeki değişiklikler, egzersize bağlıdır ve egzersiz açıklamalarında özetlenmiştir. Kolay, orta veya zor olarak ayarlanabilir ve hasta egzersizi yaparken zorluk giderek artmaktadır.

Görsel ayrıntı: Bu, her hastanın görsel ve bilişsel yeteneklerini karşılamak için alıştırmalardaki arka planın karmaşıklığını ve dikkat dağıtıcı unsurların (örneğin; kuşlar ve bulutlar) sayısını kontrol eder.

Çalışma süresi: Bu, egzersiz başına 2-15 dakika olarak ayarlanabilir. Destek seviyesi adı verilen bir ayar sunar.

Destek seviyesi: Egzersiz sırasında hastaya sağlanan robotik hareket desteği miktarıdır. “Hiç, düşük, orta veya yüksek” olarak katılımcının ihtiyacına göre ayarlanabilir. Robotik destek, gerekli görevleri gerçekleştirmek için egzersiz sırasında hastanın kolunu ve elini yönlendirir ve fiziksel olarak hareket ettirir. Ayrıca oyun sırasında ve oyun sonunda gerekli puan tabloları bilgisayar tarafından otomatik olarak hesaplanır (Şekil 3.2-Şekil 3.3).



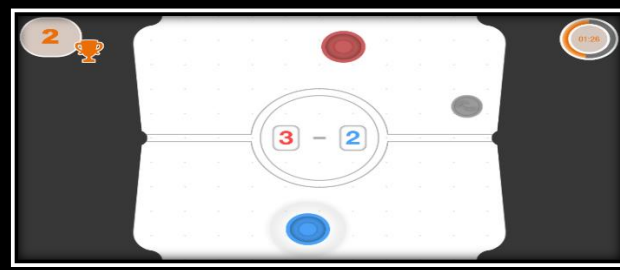
Şekil 3.2. Oyun sonundaki puan tablosu verileri



Şekil 3.3. Oyun sırasındaki veriler ve oyun görseli

1- “High Flyer”	
	Bu oyunda bireyin gökyüzünde uçan avatarını kontrol etmesi ve altınları toplaması gerekir. Ancak altınları toplarken kuşlardan ve bombalardan da kaçması gerekmektedir. Bu oyunun omuz, dirsek ve el olmak üzere 3 versiyonu bulunmaktadır.
Omuz versiyonu:	Avatarın yüksekliği omuz fleksiyon ve ekstansiyonu ile kontrol edilir.
Dirsek versiyonu:	Avatarın yüksekliği dirsek fleksiyon ve ekstansiyonu ile kontrol edilir.
El versiyonu:	Avatarın yüksekliği elin açma ve kapanmasıyla kontrol edilir. El açılınca avatar yükselir, kapatılınca avatar aşağıya iner.
Amaç:	Omzun ve dirseğin fleksiyon ekstansiyon eklem hareket açıklığının artırılması ve elin açma kapama becerisinin geliştirilmesi.
Puanlama:	Bombalardan ve kuşlardan kaçarken altınlar toplanır. Puan arttıkça bombalar ve kuşların sayısı artmakta ve avatar daha hızlı uçmaktadır. Sonraki seviyelerde altınların yerleri ve uçuş yeteneği değerlendirilir.
Egzersiz ayarları:	Zorluk, görsel detaylar, oyun süresi, destek düzeyi

Şekil 3.4. 1-D egzersizler için oyunlar

2- “Hocokart”	
	Egzersiz başında araba seçilir ve yarış en önde bitirilmeye çalışılır. Bu oyunun ön kol ve bilek olmak üzere iki versiyonu bulunmaktadır. Temel konsept her iki versiyon için de aynıdır, tek fark arabanın kontrol edilmesi için gerekli olan harekettir. Bu egzersizde tek eklemli egzersizler bulunmaktadır.
Ön kol versiyonu:	Ön kolun supinasyon ve pronasyonu ile araba hareket ettirilir.
El bileği versiyonu:	El bileği fleksiyon ve ekstansiyonu ile araba hareket ettirilir.
Amaç:	Omuz, dirsek ve el bileğinin eklem hareket açıklığını artırmak.
Puanlama:	Yarış boyunca toplanan altınlar ve ödüller puanlamaya dâhil edilir.
Egzersiz ayarları:	Yarışın zorluk derecesi ve yarış pistinin seçimi Görsel detaylar Oyun süresi Hız Ters sürüş- yarış pistinde sürüş yönünü değiştirmek Direksiyon yardımı (bireylere araba kontrolü için yardımda bulunur)
3- “Air Hockey”	
	Mavi diski kontrol ederek rakibe gol atılmaya çalışılır. Bu oyunun omuz, dirsek ve el olmak üzere 3 versiyonu bulunmaktadır. Temel konsept her üç versiyon için de aynıdır, tek fark diski kontrol etmek için gerekli olan harekettir.
Omuz versiyonu:	Omuz abduksiyon ve adduksiyonu ile disk kontrol edilir.
Dirsek versiyonu:	Ön kol pronasyon ve supinasyonu ile disk kontrol edilir.
El versiyonu:	El bileği fleksiyon ve ekstansiyonu ile disk kontrol edilir.
Puanlama:	Disk karşı kaleye her atıldığında bir puan kazanılır, bu arada kişinin kendi kalesini de koruması gerekir.
Egzersiz ayarları:	Zorluk, oyun süresi, destek düzeyi, rakip seçme

Şekil 3.4. (devam) 1-D egzersizler için oyunlar

4- “Balloons”	
	Avatar ile bulutların arasında süzülürken tüm balonlar patlatılmaya çalışılır. Bu sırada kuşlara ve bombalara dikkat etmek gerekir.
Amaç:	Frontal plandaki hareket koordinasyonunu ve eklem hareket açıklığını artırmak. Eklemler için Çizelge 3.3’e bakınız.
Puanlama:	Patlatılan her balon puan kazandırır. Oyun ilerledikçe avatar ve balonlar küçülmektedir.
Egzersiz ayarları:	Zorluk, görsel detay, oyun süresi, hedef yerleşimi (balonların ekranın sağ veya sol tarafına çıkması seçilebilir)
5- “Treasure Island”	
	Suya düşmeden hazinenin anahtarı alınıp hazineye ulaşmaya çalışılır. Yolda bulunan altınlar toplanmaktadır.
Amaç:	Frontal plandaki hareket koordinasyonunu ve eklem hareket açıklığını artırmak. Eklemler için Çizelge 3.3’e bakınız.
Puanlama:	Toplanan her altın ve açılan her hazine için puan toplanmaktadır. Oyun ilerledikçe gidilen yol zorlaşmakta ve yolda bombalar çıkabilmektedir.
Egzersiz ayarları:	Zorluk, görsel detay, oyun süresi
6- “Pirates”	
	Açık denizlerde gemiyi işgal eden korsanlardan kurtulmak için korsanların iyi hedeflenmesi gerekir.

Şekil 3.5. 2-D egzersizler için oyunlar

Amaç:	Frontal plandaki hareket koordinasyonunu ve eklem hareket açıklığını artırmak ve kavrama- bırakma becerisini geliştirmek. Bu egzersiz sadece kavrama ekipmanı ManovoSpring ve ManovoPower olduğunda çalışır. Eklemler için Çizelge 3.3'e bakınız.
Puanlama:	Vurulan her korsan, varil, kuş ve gemi için puan alınmaktadır. Oyun ilerledikçe korsanlar hareket etmekte ve onları vurmak zorlaşmaktadır hatta bazıları ateş etmeye başlayabilmektedir.
Egzersiz ayarları:	Zorluk, görsel detay, oyun süresi
7- "Save the Monster"	
	Canavarların yangından kurtarılması için onların uçurumun diğer tarafına hızlıca taşınması gerekmektedir. Taşıma sırasında kavrama miktarı çok önemlidir. Kavramanın fazla veya az olması taşımayı zorlaştırır.
Amaç:	Frontal plandaki hareket koordinasyonunu ve eklem hareket açıklığını artırmak ve kavrama- bırakma becerisini geliştirir. Bu egzersiz sadece kavrama ekipmanı ManovoSpring ve ManovoPower olduğunda çalışır. Eklemler için Çizelge 3.3'e bakınız.
Puanlama:	Taşınan her canavar için puan alınmaktadır. Oyun ilerledikçe taşıma zorlaşır, uçurumlar büyür ve canavarların bırakıldığı yer küçülür.
Egzersiz ayarları:	Zorluk, görsel detay, oyun süresi, destek düzeyi, taşıma yönü, taşımanın sağ veya sola yapılacağı seçilebilir. Otomatik kavrama açıp kapama

Şekil 3.5. (devam) 2-D egzersizler için oyunlar

8- “Diving”	
	Bu oyunda su altı dünyasında altınları toplamak için yüzmek gerekmektedir. Ancak altınları toplarken bomba çıkabilmektedir.
Amaç:	Omuz ve dirsek eklem hareket açıklığını ve hareket koordinasyonunu üç boyutlu olarak artırır. Eklemler için Çizelge 3.3’e bakınız.
Puanlama:	Bombalara çarpmadan toplanan tüm altınlar için puan alınmaktadır. Oyun ilerledikçe altınların yerleri zorlaşmakta ve bombaların sayısı artmaktadır.
Egzersiz ayarları:	Zorluk, görsel detay, oyun süresi
9- “Frisbee”	
	Bu oyunda elindeki frisbee ile balonlar patlatılmaya çalışılır. Bu egzersizde frontal, sagittal ve horizontal olmak üzere üç boyutta çalışılır.
Amaç:	Omuz, dirsek ve el bileği eklem hareket açıklığını ve hareket koordinasyonu üç boyutlu olarak artırmaktadır. Frisbe el bileği fleksiyon ve ekstansiyonu ile fırlatılmaktadır. Oyun ilerledikçe frisbeeyi daha uzaklara fırlatmak gerekmektedir. Eklemler için Çizelge 3.3’e bakınız.
Puanlama:	Patlatılan her balon için puan alınmaktadır.
Egzersiz ayarları:	Zorluk, görsel detay, oyun süresi, destek düzeyi

Şekil 3.6. 3-D egzersizler için oyunlar

10- "Farmer"	
	Bu oyunda bahçedeki ürünleri toprağa ekip, sulamak sonrasında ise hasat etmek gerekecektir.
Amaç:	Çiftçi bu oyunda üç boyutta eklem hareket açıklığını artıran ve hareket koordinasyonu, kavrama ve serbest bırakma ve bilişsel yetenekler üzerinde çalışmaya izin veren bir egzersiz alanı sunar. Bu oyun omuz, dirsek, ön kol, el bileği ve elin her yönde çalışmasına izin verir.
Puanlama:	Tamamlanan her görev için puan kazanılır. Oyun ilerledikçe çiftçilik, ekim ve sulama gibi görevleri tamamlamak için gerekli süre azalacaktır.
Egzersiz ayarları:	Zorluk, görsel detay, oyun süresi, destek düzeyi, otomatik kavrama

Şekil 3.6. (devam) 3-D egzersizler için oyunlar

Kontrol grubu

Bu grupta yer alan uSP tanıılı bireylere Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezinde haftada 3 gün, günde 45 dakika olacak şekilde konvansiyonel fizyoterapi programı uygulandı. Konvansiyonel fizyoterapi programları boyunca günlük rutinlerine aynı şekilde devam etmeleri istendi ve bu süreç boyunca yeni bir tedavi programına başlanılmadı. Konvansiyonel rehabilitasyon programı kişiye özel hazırlanmakla birlikte unimanuel ve bimanuel aktiviteler katılımcıların ihtiyaçları doğrultusunda hazırlandı. Programdaki ağırlık aktarma egzersizleri 5-10 dakika arasında uygulandı (kapalı-açık kinetik halka egzersizleri). Ağırlık aktarma egzersizleri; otururken veya emekleme pozisyonundayken sağ/sol ekstremiteye ağırlık aktararak diğer ekstremitayla hedefe uzanma aktivitesini içermekteydi. Uzanma (topu yukarıdaki bir sepete koyma), kavrama (farklı boyut ve ağırlıklarda cisimleri tutma ve hedefe yönelik kullanma), serbest bırakma (kavrama sonrası cisimlerin hedefe

yönelik bırakılması, farklı objelerin bir sepete toplanması, mandal açma-kapama), ve iki taraflı el kullanımı (büyük cisimlerin hedefe yönelik manipülasyonu, ipe boncuk dizme, resim boyama, hamur baskısı yapma, top atma-tutma) gibi el becerilerini kolaylaştıran egzersizler 15-20 dakika boyunca uygulandı. Eklem hareket açıklıklarının gelişmesi için 15-20 dakika boyunca kart çevirme, sürahidenden bardağa su doldurma, omuz fleksiyonu için (postit ve vakumlu cisimleri yapıştırma), avuç içi boyama gibi aktiviteler yapıldı.

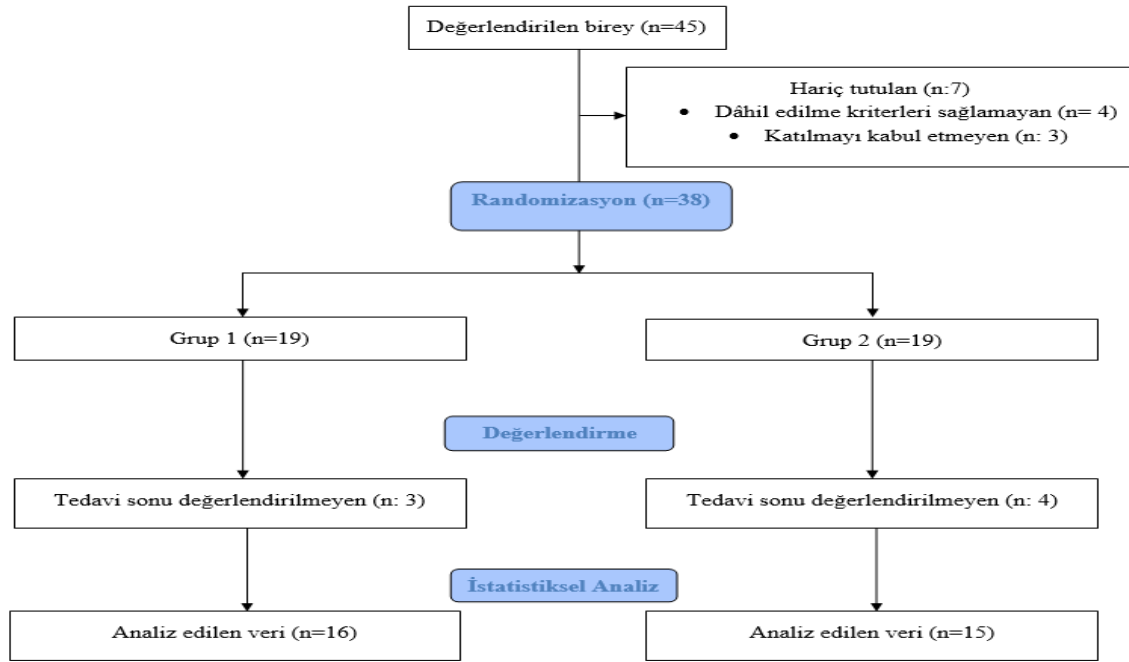
Tüm seanslardaki aktiviteler katılımcıların fonksiyonel becerileri göz önünde bulundurularak seçildi. Egzersiz seansları boyunca katılımcıların aktif olmasına önem verildi.

3.3. İstatistiksel Analiz

Veriler SPSS (Statistical Package for Social Sciences) versiyon 22 paket programına kaydedildi. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik (Shapiro-Wilk testi) yöntemleri kullanılarak değerlendirildi. Tanımlayıcı analizler normal dağılan değişkenler için ortalama ve standart sapma, normal dağılmayan değişkenler için ortanca ve çeyrekler arası genişlik kullanılarak verildi. Ordinal ve nominal değişkenler için ise sayı ve yüzde verildi. Bağımsız gruplar arasındaki veriler parametrik test varsayımları sağlandığında Bağımsız Gruplar T Testi, parametrik test varsayımları sağlanmadığında ise Mann Whitney U Testi kullanıldı. Bağımlı grup verilerinin karşılaştırmalarında, parametrik test varsayımları sağlandığında Paired Sample T Testi, parametrik test varsayımları sağlanmadığında ise Wilcoxon Testi kullanıldı. Kategorik değişkenler arasındaki benzerliği incelemek için ise Ki-kare testi kullanıldı. Tüm analizlerde $p < 0,05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmayı tamamlayan 31 katılımcıda herhangi bir şikâyet veya komplikasyon gelişmedi. Çalışmaya başlangıçta 45 birey davet edildi. Dâhil edilme kriterlerini sağlamayan 7 birey çalışmadan çıkarıldı. Dâhil edilme kriterlerini sağlayan ve çalışmaya gönüllü olan 38 birey “Research Randomizer” randomizasyon yöntemi ile iki gruba (çalışma grubu: 19/ kontrol grubu: 19) ayrıldı. Fakat kontrol grubundan 4 birey çalışma sonu değerlendirmeye alınamadı, çalışma grubunda 3 birey tedaviyi tamamlamadan ayrılmak zorunda kaldığı için çalışma 31 birey ile (çalışma grubu: 16/ kontrol grubu: 15) tamamlandı (Şekil 3.1.). Mevcut çalışmada çalışma grubu Grup 1, kontrol grubu ise Grup 2 olarak isimlendirildi.



Şekil 4.1. Çalışma akış şeması

4.1. Demografik Veriler

4.1.1. Gruplar arası demografik verilerin karşılaştırılması

Çalışmaya 12’si kız toplam 31 uSP’li birey dâhil edilmiştir. Grupların etkilenmiş taraf, EBSS, KMFSS, doğum şekli, gestasyon yaşı, akraba evliliği, cerrahi, botulinum toxin A, yardımcı cihaz kullanımı verileri Çizelge 4.1.’de verilmiştir. Demografik veriler açısından gruplar arasında fark yoktu ($p>0.05$).

Çizelge 4.1. Katılımcıların tanımlayıcı özelliklerinin gruplara göre karşılaştırılması

		Çalışma Grubu (n:16)	Kontrol Grubu (n:15)	Toplam (n:31)	
		n (%)	n (%)	n (%)	p
Cinsiyet	Kız	7 (43,8)	5 (33,3)	12 (38,7)	0,209 <i>x</i>
	Erkek	9 (56,2)	10 (66,7)	19 (61,3)	
Etkilenmiş taraf	Sağ	5 (31,2)	8 (53,3)	13 (41,9)	0,369 <i>x</i>
	Sol	11 (68,8)	7 (46,7)	18 (58,1)	
EBSS	I	1 (6,3)	2 (13,3)	3 (9,7)	0,613 <i>x</i>
	II	6 (37,5)	7 (46,7)	13 (41,9)	
	III	9 (56,3)	6 (40,0)	15 (48,4)	
KMFSS	I	3 (18,8)	6 (40,0)	9 (29,0)	0,252 <i>x</i>
	II	13 (59,2)	9 (60,0)	22 (71,0)	
Doğum şekli	Normal	8(50,0)	7 (46,7)	15 (48,4)	0,857 <i>x</i>
	Sezaryen	8 (50,0)	8 (53,3)	16 (51,6)	
Gestasyon yaşı	Term	9 (56,3)	12 (80,0)	21 (67,7)	0,252 <i>x</i>
	Preterm	7 (43,7)	3 (20,0)	10 (32,3)	
Akraba Evliliği	Var	0 (0,0)	2 (13,3)	2 (6,5)	0,226 <i>x</i>
	Yok	16 (100,0)	13 (86,7)	29 (93,5)	
Cerrahi	Var	6 (37,5)	3 (20,0)	9 (29,0)	0,433 <i>x</i>
	Yok	10 (62,5)	12 (80,0)	22 (71,0)	
Botulinum toxin A	Var	11(68,8)	7 (46,7)	18 (58,1)	0,369 <i>x</i>
	Yok	5 (31,3)	8 (53,3)	13 (41,9)	
Yardımcı cihaz kullanımı	Var	11 (68,8)	11 (73,3)	22 (71,0)	1,000 <i>x</i>
	Yok	5 (31,3)	4 (26,7)	9 (29,0)	

χ^2 : Ki kare test istatistiği EBSS: El becerileri sınıflandırma sistemi KMFSS: Kaba motor fonksiyon sınıflama sistemi $p < 0,05$

Tüm katılımcıların demografik özellikleri Çizelge 4.2.'de verilmiştir. Gruplar arasında yaş, boy, vücut ağırlığı, beden kitle indeksi ve gestasyonel yaş bakımından fark yoktu ($p > 0.05$).

Çizelge 4.2. Katılımcıların tanımlayıcı özelliklerinin gruplara göre karşılaştırılması

	Çalışma Grubu (n:16)	Kontrol Grubu (n:15)	Toplam (n:31)	P
Yaş (yıl)	8,00 (6,75) ^m	9,00 (4,00) ^m	9,00 (4,00) ^m	,822 ^u
Boy (cm)	136,31±19,42 ^o	130,60±13,13 ^o	133,54±16,66 ^o	,344 ^t
Vücut ağırlığı (kg)	36,00 (15,50) ^m	34,00 (4,00) ^b	34,00 (13,00) ^m	,526 ^u
Beden kitle indeksi (m/kg ²)	18,89 (7,67) ^m	19,51 (4,48) ^b	19,38(4,48) ^m	,406 ^u
Gestasyonel yaş (hafta)	38,00 (4,00) ^m	39,00 (3,00) ^m	38,00 (4,00) ^m	,477 ^u

^u: Mann Whitney U Testi ^t: Indepented Sample T Testi ^{cm}: santimetre ^m: metre ^{kg}: kilogram
^p: Anlamlılık Değeri (<0,05) ^o: Ortalama±Standar sapma ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik)

4.2. Eklem Hareket Açıklığı Değerlendirme Sonuçları

4.2.1. Eklem hareket açıklıkları verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması

Çalışma grubunda etkilenmiş taraf omuz fleksiyon, dirsek fleksiyon, ön kol supinasyon-pronasyon ve el bileği fleksiyon- ekstansiyon; kontrol grubunda ise dirsek fleksiyon ve ön kol supinasyon eklem hareket açıklıklarında tedavi sonrasında anlamlı düzeyde iyileşmelerin olduğu bulundu ($p<0,05$) (Çizelge 4.3.- Çizelge 4.4.).

4.2.2. Eklem hareket açıklıkları verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılması

Eklem hareket açıklıklarının tedavi öncesi ve tedavi sonrası verilerinin gruplar arası karşılaştırılmasında fark yoktu ($p>0.05$) (Çizelge 4.3.-Çizelge 4.4.).

Çizelge 4.3. Eklem hareket açıklıklarının tedavi öncesi ve sonrası etkilenmiş taraf verilerinin grup içi karşılaştırılması (Etkilenmiş taraf)

Değişkenler	Gruplar	Tedavi Öncesi	Tedavi sonrası	p
Omuz fleksiyon ⁰	Grup 1	154,00±13,49 °	163,56±12,65 °	,012^a
	Grup 2	161,53±9,56 °	163,80±8,80 °	,122 ^a
	p	0,085 ^t	0,952 ^t	
Omuz abduksiyon ⁰	Grup 1	153,25±17,29 °	158,50±16,97 °	,160 ^a
	Grup 2	163,20±9,97 °	167,80±6,66 °	,063 ^a
	p	0,062 ^t	0,056 ^t	
Dirsek fleksiyon ⁰	Grup 1	125,00(11,25) ^m	133,00(9,00) ^m	,008^b
	Grup 2	130,00(10,00) ^m	135,00(10,00) ^m	,044^b
	p	0,572 ^u	0,953 ^u	
Dirsek ekstansiyon ⁰	Grup 1	0,00(3,75) ^m	0,00(2,00) ^m	,056 ^b
	Grup 2	-2,00(5,00) ^m	0,00(2,00) ^m	,105 ^b
	p	0,545 ^u	0,861 ^u	
Supinasyon ⁰	Grup 1	45,00(38,00) ^m	83,50(36,00) ^m	,000^b
	Grup 2	70,00(35,00)	75,00(75,45)	,031^b
	p	0,072 ^u	0,446 ^u	
Pronasyon ⁰	Grup 1	70,00(38,50) ^m	74,50(31,00) ^m	,011^b
	Grup 2	70,00(30,00) ^m	90,00(30,00) ^m	,080 ^b
	p	0,682 ^u	0,545 ^u	
El bileği fleksiyon ⁰	Grup 1	49,43±17,62 °	59,81±15,35 °	,001^a
	Grup 2	61,20±16,67 °	62,33±17,91 °	,168 ^a
	p	0,067 ^t	0,676 ^t	
El bileği ekstansiyon ⁰	Grup 1	45,93±11,80 °	57,06±14,73 °	,002^a
	Grup 2	43,60±17,97 °	45,53±17,01 °	,063 ^a
	p	0,670 ^t	0,053 ^t	

^a: Paired Sample t Testi ^t: Independent Sample t Testi ^b: Wilcoxon testi ^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri (<0,05) °: Ortalama±Standar sapma ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik) ⁰: Derece

Çizelge 4.4. Eklem hareket açıklığının tedavi öncesi ve sonrası az etkilenmiş taraf verilerinin grup içi karşılaştırılması (Az Etkilenmiş taraf)

Değişkenler	Gruplar	Tedavi Öncesi	Tedavi sonrası	p
Omuz fleksiyon ⁰	Grup 1	175,00(10,00) ^m	177,50(8,00) ^m	,694 ^b
	Grup 2	175,00(10,00) ^m	172,00(6,00) ^m	,925 ^b
	p	0,654 ^u	0,093 ^u	
Omuz abduksiyon ⁰	Grup 1	175,00(8,00) ^m	175,00(8,00) ^m	,766 ^b
	Grup 2	175,00(8,00) ^m	175,00(10,00) ^m	,933 ^b
	p	0,984 ^u	0,800 ^u	
Dirsek fleksiyon ⁰	Grup 1	138,87±3,18 ^o	139,25±3,02 ^o	,751 ^a
	Grup 2	139,00±4,67 ^o	138,46±2,89 ^o	,670 ^a
	p	0,931 ^t	0,468 ^t	
Dirsek ekstansiyon ⁰	Grup 1	00,00(00,00) ^m	00,00(00,00) ^m	1,00 ^b
	Grup 2	00,00(00,00) ^m	00,00(00,00) ^m	,317 ^b
	p	0,770 ^u	0,572 ^u	
Supinasyon ⁰	Grup 1	87,50(6,00) ^m	87,00(6,50) ^m	,256 ^b
	Grup 2	90,00(4,00) ^m	90,00(4,00) ^m	,672 ^b
	p	0,379 ^u	0,318 ^u	
Pronasyon ⁰	Grup 1	90,00(2,75) ^m	89,00(4,00) ^m	,503 ^b
	Grup 2	90,00(00,00) ^m	90,00(00,00) ^m	,317 ^b
	p	0,470 ^u	0,140 ^u	
El bileği fleksiyon ⁰	Grup 1	90,00(2,00) ^m	90,00(00,00) ^m	,581 ^b
	Grup 2	90,00(00,00) ^m	90,00(00,00) ^m	,414 ^b
	p	0,626 ^u	0,770 ^u	
El bileği ekstansiyon ⁰	Grup 1	90,00(1,50) ^m	90,00(1,50) ^m	,317 ^b
	Grup 2	88,00(10,00) ^m	88,00(10,00) ^m	,944 ^b
	p	0,110 ^u	0,151 ^u	

^a: Paired Sample T Testi ^t: Independent Sample T Testi ^b: Wilcoxon testi ^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri (<0,05) ^o: Ortalama±Standar sapma ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik) ⁰: Derece

4.2.3. Eklem hareket açıklıkları fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

Gruplar arası eklem hareket açıklıkları fark verileri karşılaştırıldığında omuz fleksiyon, önkol supinasyon, el bileği fleksiyon ve ekstansiyon verilerinde çalışma grubu lehine anlamlı düzeyde iyileşme olduğu bulundu ($p<0,05$) (Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.5. Eklem hareket açıklığının fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

		Grup 1 Fark	Grup 2 Fark	p
Omuz fleksiyon ⁰	Etk.	5,50(16,50) ^m	00,00(2,00) ^m	0,019^a
	AzE.	0,62±10,22 ^o	0,13±8,38 ^o	0,885 ^t
Omuz abduksiyon ⁰	Etk.	2,50(9,50) ^m	00,00(00,00) ^m	0,826 ^u
	AzE.	00,00(4,00) ^m	00,00(1,00) ^m	0,983 ^u
Dirsek fleksiyon ⁰	Etk.	3,81±4,50 ^o	2,20±3,70 ^o	0,284 ^t
	AzE.	0,37±4,64 ^o	-0,53±4,74 ^o	0,287 ^t
Dirsek ekstansiyon ⁰	Etk.	0,93±1,87 ^o	1,33±2,71 ^o	0,639 ^t
	AzE.	00,00(00,00) ^m	00,00(00,00) ^m	0,538 ^u
Önkol Supinasyon ⁰	Etk.	17,50(16,00) ^m	2,00(5,00) ^m	0,001^u
	AzE.	00,00(1,75) ^m	00,00(00,00) ^m	0,495 ^u
Önkol Pronasyon ⁰	Etk.	1,00(4,25) ^m	00,00(4,00) ^m	0,260 ^u
	AzE.	-0,50(5,25) ^m	00,00(00,00) ^m	0,252 ^u
El bileği fleksiyon ⁰	Etk.	10,37±6,99 ^o	1,13±3,02 ^o	0,000^t
	AzE.	00,00(00,00) ^m	00,00(00,00) ^m	0,726 ^u
El bileği ekstansiyon ⁰	Etk.	8,50(9,50) ^m	3,00(6,00) ^m	0,004^u
	AzE.	00,00(00,00) ^m	00,00(3,00) ^m	0,824 ^u

^t: Independent Sample t Testi ^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri (<0,05) ^o: Ortalama±Standar sapma
^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik) Etk.: Etkilenmiş taraf AzE.: Az etkilenmiş taraf ⁰: Derece

4.3. Kas Tonusu Değerlendirme Sonuçları

4.3.1. Kas tonusu verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması

Çalışma grubunda etkilenmiş taraf ön kol pronatörlerinin kas tonusunun tedavi sonrası anlamlı düzeyde iyileştiği, kontrol grubunda ise tedavi öncesi ve sonrası üst ekstremitte kas tonusu verilerinde bir değişikliğin olmadığı görüldü ($p>0.05$) (Çizelge 4.6.).

4.3.2. Kas tonusu verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılması

Kas tonusu verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılmasında hem tedavi öncesi hem tedavi sonrası el bileği fleksiyon verilerinde anlamlı farklılığın olduğu bulundu ($p<0,05$) (Çizelge 4.6.).

Çizelge 4.6. Kas tonusu verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması (Etkilenmiş taraf)

Değişkenler	Gruplar	Tedavi Öncesi	Tedavi sonrası	p
Dirsek fleksiyon	Grup 1	1,00(1,00) ^m	1,00(1,50) ^m	0,083 ^b
	Grup 2	1,00(2,00) ^m	1,00(2,00) ^m	0,157 ^b
	p	0,616 ^u	0,799 ^u	
Önkol Pronasyon	Grup 1	2,00(1,00) ^m	1,00(0,75) ^m	0,005^b
	Grup 2	2,00(1,00) ^m	2,00(1,00) ^m	0,317 ^b
	p	0,667 ^u	0,095 ^u	
El bileği fleksiyon	Grup 1	2,00(1,00) ^m	1,00(1,00) ^m	0,180 ^b
	Grup 2	1,00(00,00) ^m	1,00(00,00) ^m	0,157 ^b
	p	0,028^u	0,014^u	

^b: Wilcoxon testi ^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri (<0,05) ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik)

4.3.3. Kas tonusu fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

Gruplar arası kas tonusu tedavi öncesi ve sonrası fark verileri karşılaştırıldığında ön kol pronasyonunda çalışma grubu lehine anlamlı düzeyde iyileşme olduğu bulundu (p<0,05) (Çizelge 4.7.).

Çizelge 4.7. Kas tonusu fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması (Etkilenmiş taraf)

	Grup 1 Fark	Grup 2 Fark	p
Dirsek fleksiyon	00,00(00,00) ^m -0,18±0,40°	00,00(00,00) ^m -0,13±0,35°	0,800 ^u
Önkol Pronasyon	00,00(00,00) ^m -0,50±0,51°	00,00(00,00) ^m -0,06±0,25°	0,041^u
El bileği fleksiyon	00,00(0,75) ^m -0,18±0,54°	00,00(00,00) ^m -0,13±0,35°	0,770 ^u

^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri (<0,05) ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik)

o: Ortalama±Standar sapma

4.4. El Fonksiyonlarının Değerlendirme Sonuçları

4.4.1. El Fonksiyonları verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması (Etkilenmiş taraf)

Çalışma grubunda Jebsen Taylor El Fonksiyon Testi verileri incelendiğinde çalışma grubunda etkilenen tarafın tüm alt parametrelerinde; kontrol grubunda ise etkilenen taraf objeleri toplama, yemek yeme ve hafif cisimleri taşıma alt parametrelerinde anlamlı düzeyde gelişmeler olduğu bulundu (p<0,05) (Çizelge 4.8.).

4.4.2. El Fonksiyonları verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılması (Etkilenmiş taraf)

Tedavi öncesi ve tedavi sonrası verilerin gruplar arası karşılaştırılmasında Jebesen Taylor el fonksiyon testinin tüm alt parametrelerinde fark olmadığı görüldü ($p>0.05$) (Çizelge 4.8.).

Çizelge 4.8. Jebesen Taylor el fonksiyon testi alt gruplarının tedavi öncesi ve sonrası verilerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması (Etkilenmiş taraf)

Değişkenler	Gruplar	Tedavi Öncesi	Tedavi sonrası	p
Kartları çevirme (sn)	Grup 1	13,37 (13,10) ^m	9,95 (10,78) ^m	0,001^b
	Grup 2	14,82 (12,84) ^m	11,98 (8,87) ^m	0,140 ^b
	p	0,843 ^u	0,406 ^u	
Objeleri toplama (sn)	Grup 1	30,94 (25,92) ^m	21,87 (21,05) ^m	0,002^b
	Grup 2	15,10 (24,05) ^m	15,26 (21,46) ^m	0,025^b
	p	0,236 ^u	0,553 ^u	
Dama taşlarını üst üste dizme (sn)	Grup 1	10,34 (18,24) ^m	8,42 (9,35) ^m	0,002^b
	Grup 2	8,50 (12,09) ^m	7,68 (10,24) ^m	0,125 ^b
	p	0,502 ^u	0,418 ^u	
Yemek yeme (sn)	Grup 1	51,92 (31,56) ^m	40,84 (36,17) ^m	0,001^b
	Grup 2	50,52 (26,76) ^m	45,72 (20,22) ^m	0,041^b
	p	0,937 ^u	0,206 ^u	
Hafif geniş cisimleri toplama (sn)	Grup 1	9,91 (6,43) ^m	6,20 (2,38) ^m	0,003^b
	Grup 2	7,28 (7,49) ^m	6,95 (7,09) ^m	0,036^b
	p	0,812 ^u	0,343 ^u	
Ağır geniş cisimleri toplama (sn)	Grup 1	10,61 (8,67) ^m	8,39 (7,42) ^m	0,016^b
	Grup 2	9,07 (8,99) ^m	8,38 (7,14) ^m	0,173 ^b
	p	0,527 ^u	0,722 ^u	
Toplam (sn)	Grup 1	136,12 (96,85) ^m	108,55 (80,60) ^m	0,000^b
	Grup 2	122,48 (132,22) ^m	105,45 (107,10) ^m	0,015^b
	p	0,635 ^u	0,453 ^u	

^b: Wilcoxon testi ^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri (<0,05) ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik)
sn: saniye

4.4.3. El Fonksiyonları verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması (Az Etkilenmiş taraf)

Az etkilenmiş taraf tedavi öncesi ve tedavi sonrası verilerin grup içi karşılaştırılmasında Jebesen Taylor el fonksiyon testi tüm alt parametreleri verilerinde farkın olmadığı görüldü ($p>0.05$) (Çizelge 4.9.).

4.4.4. El Fonksiyonları verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılması (Az Etkilenmiş taraf)

Az etkilenmiş taraf tedavi öncesi ve tedavi sonrası verilerin gruplar arası karşılaştırılmasında Jebesen Taylor el fonksiyon testi tüm alt parametreleri verilerinde fark yoktu ($p>0.05$) (Çizelge 4.9.).

Çizelge 4.9. Jebesen Taylor el fonksiyon testi alt gruplarının tedavi öncesi ve sonrası verilerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması (Az Etkilenmiş taraf)

Değişkenler	Gruplar	Tedavi Öncesi	Tedavi sonrası	p
Kartları çevirme (sn)	Grup 1	5,63 (4,14) ^m	6,03 (3,93) ^m	0,088 ^b
	Grup 2	5,81 (2,15) ^m	6,05 (2,08) ^m	0,532 ^b
	p	0,968 ^u	0,607 ^u	
Objeleri toplama (sn)	Grup 1	8,56 (6,50) ^m	9,26 (4,88) ^m	0,816 ^b
	Grup 2	7,86 (3,60) ^m	7,58 (5,11) ^m	0,256 ^b
	p	0,953 ^u	0,937 ^u	
Dama taşlarını üst üste dizme (sn)	Grup 1	3,33 (2,13) ^m	3,49 (2,09) ^m	0,698 ^b
	Grup 2	3,28 (1,96) ^m	3,77 (2,09) ^m	0,712 ^b
	p	0,635 ^u	0,767 ^u	
Yemek yeme (sn)	Grup 1	20,16 (9,81) ^m	15,88 (11,09) ^m	0,756 ^b
	Grup 2	15,99 (4,61) ^m	16,01 (6,33) ^m	0,496 ^b
	p	0,105 ^u	0,607 ^u	
Hafif geniş cisimleri toplama (sn)	Grup 1	4,88 (2,90) ^m	4,10 (1,70) ^m	0,179 ^b
	Grup 2	4,37 (2,67) ^m	4,37 (1,81) ^m	0,955 ^b
	p	0,374 ^u	0,859 ^u	
Ağır geniş cisimleri toplama (sn)	Grup 1	6,21 (2,91) ^m	4,62 (1,20) ^m	0,163 ^b
	Grup 2	5,86 (3,50) ^m	4,27 (3,30) ^m	0,112 ^b
	p	0,722 ^u	0,984 ^u	
Toplam (sn)	Grup 1	46,78 (27,80) ^m	46,05 (26,05) ^m	0,796 ^b
	Grup 2	42,87 (13,45) ^m	44,50 (17,83) ^m	0,124 ^b
	p	0,607 ^u	0,693 ^u	

^b: Wilcoxon testi ^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri ($<0,05$) ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik)
sn: saniye

4.4.5. El Fonksiyonları fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

Gruplar arası Jebesen Taylor el fonksiyon testi fark verileri karşılaştırıldığında etkilenmiş taraf tüm alt parametrelerde çalışma grubu lehine anlamlı düzeyde gelişmeler olduğu tespit edildi ($p<0,05$) . Az etkilenmiş tarafta ise fark yoktu ($p>0.05$) (Çizelge 4.10.)

Çizelge 4.10. Jebsen Taylor el fonksiyon testi fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

		Grup 1 Fark	Grup 2 Fark	p
Etkilenmiş taraf	Kartları çevirme (sn)	-2,79 (4,44) ^m	-1,83 (4,14) ^m	0,042^u
	Objeleri toplama (sn)	-7,62 ±7,57) ^o	-2,33 ±3,67 ^o	0,021^t
	Dama taşlarını üst üste dizme (sn)	-3,43 (6,07) ^m	-0,89 (2,60) ^m	0,030 ^u
	Yemek yeme (sn)	-12,84 (20,31) ^m	-6,00 (11,38) ^m	0,003 ^u
	Hafif geniş cisimleri toplama (sn)	-2,64±2,78 ^o	-0,64±1,05 ^o	0,015 ^t
	Ağır geniş cisimleri toplama (sn)	-2,30±3,62 ^o	-0,56±1,64 ^o	0,049 ^t
	Toplam (sn)	-37,67±24,47 ^o	-9,30±12,22 ^o	0,000 ^t
Az etkilenmiş taraf	Kartları çevirme (sn)	0,46±1,19 ^o	-0,12±0,86 ^o	0,130 ^t
	Objeleri toplama (sn)	-0,25±2,63 ^o	0,39±1,21 ^o	0,382 ^t
	Dama taşlarını üst üste dizme (sn)	0,03±0,55 ^o	-0,13±0,70 ^o	0,479 ^t
	Yemek yeme (sn)	-0,99±5,06 ^o	-0,38±2,20 ^o	0,667 ^t
	Hafif geniş cisimleri toplama (sn)	-0,32 (1,24) ^m	0,04 (1,03) ^m	0,268 ^u
	Ağır geniş cisimleri toplama (sn)	-0,50±1,40 ^o	-0,57±1,11 ^o	0,889 ^t
	Toplam (sn)	-1,49±7,57 ^o	-0,99±,326 ^o	0,814 ^t

^t: Independent Sample T Testi ^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri (<0,05) ^o: Ortalama±Standar sapma ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik) Etk.: Etkilenmiş taraf AzE.: Az etkilenmiş taraf

4.5. Üst Ekstremitte Beceri Kalitesi Değerlendirme Sonuçları

4.5.1. Üst ekstremitte beceri kalitesi verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması

Çalışma grubunda üst ekstremitte beceri kalite testi alt parametrelerinden kavrama bölümü ve toplam puan verilerinde tedavi sonrasında anlamlı düzeyde iyileşme olduğu, kontrol grubunda ise tedavi öncesi ve sonrası verilerde değişiklik yoktu ($p>0.05$) (Çizelge 4.11.).

4.5.2. Üst ekstremitte beceri kalitesi verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılması

Tedavi öncesi ve tedavi sonrası verilerin gruplar arası karşılaştırılmasında üst ekstremitte beceri kalite testi toplam puan ve tüm alt parametrelerinde fark yoktu ($p>0.05$) (Çizelge 4.11.).

Çizelge 4.11. Üst ekstremitte beceri kalite testi alt bölümleri ve toplam puanının tedavi öncesi ve sonrası verilerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

Değişkenler	Gruplar	Tedavi Öncesi	Tedavi sonrası	p
Bağımsız Hareketler	Grup 1	83,66±12,45°	85,93±9,23 °	0,271 ^a
	Grup 2	84,50±10,09 °	85,04±10,44 °	0,714 ^a
	P	0,839 ^t	0,802 ^t	
Kavrama	Grup 1	66,81±12,14 °	74,64±13,16 °	0,002^a
	Grup 2	65,93±14,53 °	67,45±16,01 °	0,298 ^a
	P	0,855 ^t	0,182 ^t	
Ağırlık taşıma	Grup 1	88,00 (9,75) ^m	84,00 (11,50) ^m	0,123 ^b
	Grup 2	91,85 (8,81) ^m	91,80 (12,00) ^m	0,234 ^b
	P	0,256 ^u	0,249 ^u	
Koruyucu ekstansiyon	Grup 1	78,99±9,49 °	80,90±10,31 °	0,306 ^a
	Grup 2	81,10±10,08 °	82,02±12,31 °	0,594 ^a
	P	0,552 ^t	0,785 ^t	
ÜEBKT toplam	Grup 1	79,18±5,17 °	82,13±4,60 °	0,002^a
	Grup 2	80,17±6,30 °	81,54±6,91 °	0,090 ^a
	P	0,637 ^t	0,782 ^t	

^a: Paired Sample T Testi ^t: Independent Sample T Testi ^b: Wilcoxon testi ^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri (<0,05) °: Ortalama±Standar sapma ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik)

4.5.3. Üst ekstremitte beceri kalitesi fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

Gruplar arası üst ekstremitte beceri kalite testi fark verileri karşılaştırıldığında kavrama bölümünde çalışma grubu lehine anlamlı iyileşmeler olduğu tespit edildi (p<0,05) (Çizelge 4.12.)

Çizelge 4.12. Üst ekstremitte beceri kalite testi fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

	Grup 1 Fark	Grup 2 Fark	p
Bağımsız Hareketler	2,27±7,94 °	0,54±5,58 °	0,491 ^t
Kavrama	4,84 (8,33) ^m	0,00 (3,70) ^m	0,026^u
Ağırlık taşıma	1,00 (2,00) ^m	0,00 (5,19) ^m	0,858 ^u
Koruyucu ekstansiyon	1,88 (4,87) ^m	2,78 (8,32) ^m	0,874 ^u
ÜEBKT toplam	11,78±12,66°	4,09±12,28°	0,097 ^t

^t: Independent Sample T Testi ^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri (<0,05) °: Ortalama±Standar sapma ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik) ÜEBKT: Üst ekstremitte beceri kalite testi.

4.6. Günlük Yaşam Aktivitelerinin Değerlendirme Sonuçları

4.6.1. Günlük yaşam aktiviteleri verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması

Abilhand-Kids verileri incelendiğinde sadece çalışma grubunda tedavi sonrası anlamlı düzeyde gelişme olduğu bulundu ($p < 0,05$) (Çizelge 4.13.).

4.6.2. Günlük yaşam aktiviteleri verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılması

Tedavi öncesi ve tedavi sonrası verilerin gruplar arası karşılaştırılmasında Abilhand-Kids puanlarının gruplar arasında benzer olduğu bulundu ($p > 0,05$) (Çizelge 4.13.).

Çizelge 4.13. Abilhand-Kids puanının tedavi öncesi ve sonrası verilerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

Değişkenler	Gruplar	Tedavi Öncesi	Tedavi sonrası	p
Abilhand-Kids	Grup 1	0,94±1,60 ^o	1,69±1,54 ^o	0,003^a
	Grup 2	1,81±1,41 ^o	2,28±1,83 ^o	0,195 ^a
	p	0,123 ^t	0,344 ^t	

^a: Paired Sample T Testi ^t: Independent Sample T Testi p: Anlamlılık Değeri ($< 0,05$) ^o: Ortalama±Standar sapma

4.6.3. Günlük yaşam aktiviteleri fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

Gruplar arası Abilhand-Kids verileri karşılaştırıldığında gruplar arasında çalışma grubu lehine anlamlı farkın olduğu tespit edildi ($p < 0,05$) (Çizelge 4.14.)

Çizelge 4.14. Abilhand-Kids fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

	Grup 1 Fark	Grup 2 Fark	p
Abilhand-Kids	0,65 (0,47) ^o	0,39 (0,70) ^o	0,046^u

^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri ($< 0,05$) ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik)

4.7. Selektivite Değerlendirme Sonuçları

4.7.1. Selektivite verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması

Selektivite verileri incelendiğinde sadece çalışma grubunda etkilenen taraf el bileği puanında ve toplam puanda anlamlı düzeyde gelişme olduğu görülürken kontrol grubunda ise sadece toplam puanda anlamlı gelişme olduğu bulundu ($p<0,05$) (Çizelge 4.23.).

4.7.2. Selektivite verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılması

Selektivite verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılmasında dirsek ekstansiyon ve toplam puanın tedavi öncesinde anlamlı farklılık gösterdiği ancak tedavi sonrasında fark olmadığı görüldü ($p>0.05$) (Çizelge 4.15.)

Çizelge 4.15. Selektivite alt bölümleri ve toplam puanının tedavi öncesi ve sonrası verilerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

Değişkenler	Gruplar	Tedavi Öncesi	Tedavi sonrası	p
Etkilenmiş taraf	Grup 1	3,00 (1,00) ^m	2,50 (1,00) ^m	0,206 ^b
	Grup 2	3,00 (1,00) ^m	3,00 (1,00) ^m	0,739 ^b
	p	,782 ^u	,303 ^u	
	Grup 1	2,00 (0,00) ^m	2,00 (1,00) ^m	0,705 ^b
	Grup 2	3,00 (1,00) ^m	3,00 (1,00) ^m	0,564 ^b
	p	,048 ^u	,358 ^u	
	Grup 1	2,00 (1,00) ^m	2,00 (1,00) ^m	0,052 ^b
	Grup 2	2,00 (0,00) ^m	2,00 (1,00) ^m	0,317 ^b
	p	,112 ^u	,787 ^u	
	Grup 1	1,00 (0,75) ^m	2,00 (1,00) ^m	0,034^b
	Grup 2	2,00 (1,00) ^m	2,00 (0,00) ^m	0,206 ^b
	p	,080 ^u	,145 ^u	
	Grup 1	1,00 (1,00) ^m	2,00 (1,00) ^m	0,180 ^b
	Grup 2	2,00 (1,00) ^m	2,00 (1,00) ^m	0,564 ^b
	p	,177 ^u	,548 ^u	
	Grup 1	8,50 (2,00) ^m	10,50 (3,00) ^m	0,001^b
	Grup 2	10,00 (3,00) ^m	12,00 (3,00) ^m	0,003^b
	p	,002 ^u	,073 ^u	
Az etkilenmiş taraf	Grup 1	3,00 (1,00) ^m	3,00 (0,75) ^m	0,739 ^b
	Grup 2	3,00 (1,00) ^m	3,00 (0,00) ^m	0,414 ^b
	p	,782 ^u	,419 ^u	
	Grup 1	3,00 (0,00) ^m	3,00 (0,00) ^m	0,317 ^b
	Grup 2	3,00 (1,00) ^m	3,00 (1,00) ^m	0,564 ^b
	p	,604 ^u	,173 ^u	
	Grup 1	3,00 (1,00) ^m	3,00 (1,00) ^m	0,414 ^b
	Grup 2	3,00 (0,00) ^m	3,00 (0,00) ^m	1,000 ^b
	p	,164 ^u	,482 ^u	
	Grup 1	3,00 (1,00) ^m	3,00 (0,75) ^m	0,157 ^b
	Grup 2	3,00 (0,00) ^m	3,00 (1,00) ^m	0,317 ^b
	p	,131 ^u	,917 ^u	
	Grup 1	3,00 (1,00) ^m	3,00 (1,00) ^m	0,564 ^b
	Grup 2	3,00 (1,00) ^m	3,00 (0,00) ^m	0,180 ^b
	p	,888 ^u	,482 ^u	
	Grup 1	13,00 (1,75) ^m	14,00 (1,75) ^m	0,203 ^b
	Grup 2	14,00 (1,00) ^m	14,00 (2,00) ^m	0,527 ^b
	p	,335 ^u	,649 ^u	

^b: Wilcoxon testi ^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri (<0,05) ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik)

4.7.3. Selektivite fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

Gruplar arası selektivite verileri karşılaştırıldığında gruplar arasında etkilenmiş taraf toplam puanın çalışma grubu lehine anlamlı gelişme gösterdiği tespit edildi ($p<0,05$) (Çizelge 4.16.)

Çizelge 4.16. Selektivite parametrelerinin fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

		Grup 1 Fark	Grup 2 Fark	p
Etkilenmiş taraf	Omuz	0,00 (1,00) ^m	0,00 (2,00) ^m	0,512 ^u
	Dirsek	0,00 (0,75) ^m	0,00 (0,00) ^m	0,534 ^u
	Ön kol	1,00 (1,00) ^m	0,00 (0,00) ^m	0,119 ^u
	El bileği	0,00 (1,00) ^m	0,00 (1,00) ^m	0,795 ^u
	Parmaklar.	0,00 (0,75) ^m	0,00 (0,00) ^m	0,485 ^u
	Toplam puan	2,00 (1,00) ^m	1,00 (2,00) ^m	0,002 ^u
Az etkilenmiş taraf	Omuz	0,00 (1,75) ^m	0,00 (1,00) ^m	0,812 ^u
	Dirsek	0,00 (0,75) ^m	0,00 (0,00) ^m	0,534 ^u
	Ön kol	0,00 (0,75) ^m	0,00 (0,00) ^m	0,533 ^u
	El bileği	0,00 (0,00) ^m	0,00 (0,00) ^m	0,108 ^u
	Parmaklar	0,00 (0,00) ^m	0,00 (1,00) ^m	0,423 ^u
	Toplam puan	0,00 (2,50) ^m	0,00 (2,00) ^m	0,552 ^u

^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri ($<0,05$) ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik)

4.8. Gövde Kontrolü Değerlendirme Sonuçları

4.8.1. Gövde kontrolü verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması

Gövde kontrol ölçüm skalası verileri incelendiğinde sadece çalışma grubunda toplam puanda anlamlı düzeyde gelişmeler olduğu bulundu ($p<0,05$) (Çizelge 4.17.).

4.8.2. Gövde kontrolü verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılması

Tedavi öncesi ve tedavi sonrası verilerin gruplar arası karşılaştırılmasında gövde kontrol ölçüm skalası tüm alt parametrelerinin ve toplam puanlarında grupların benzer olduğu bulundu ($p>0,05$) (Çizelge 4.17.).

Çizelge 4.17. Gövde kontrol ölçüm skalası alt bölümleri ve toplam puanının tedavi öncesi ve sonrası verilerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

Değişkenler	Gruplar	Tedavi Öncesi	Tedavi sonrası	p
Statik Oturma Dengesi	Grup 1	19,50 (4,00) ^m	20,00 (2,00) ^m	0,066 ^b
	Grup 2	20,00 (2,00) ^m	20,00 (1,00) ^m	0,564 ^b
	p	0,114 ^u	0,627 ^u	
Selektif Hareket Kontrolü	Grup 1	22,00 (4,75) ^m	23,00 (6,50) ^m	0,086 ^b
	Grup 2	24,00 (4,00) ^m	25,00 (2,00) ^m	0,074 ^b
	p	0,163 ^u	0,164 ^u	
Dinamik uzanma	Grup 1	8,00 (1,00) ^m	9,00 (2,00) ^m	0,160 ^b
	Grup 2	9,00 (2,00) ^m	10,00 (2,00) ^m	0,083 ^b
	p	0,244 ^u	0,198 ^u	
GKÖS toplam	Grup 1	50,00 (8,75) ^m	52,00 (7,50) ^m	0,010^b
	Grup 2	52,00 (6,00) ^m	54,00 (4,00) ^m	0,076 ^b
	p	0,153 ^u	0,182 ^u	

^b: Wilcoxon testi ^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri (<0,05) ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik)

4.8.3. Gövde kontrolü fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

Gruplar arası gövde kontrol ölçüm skalası verileri karşılaştırıldığında statik oturma dengesi puanında çalışma grubu lehine anlamlı iyileşmenin olduğu bulundu ($p < 0,05$) (Çizelge 4.18.)

Çizelge 4.18. Gövde kontrol ölçüm skalası alt bölümlerinin ve toplam puan fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

	Grup 1 Fark	Grup 2 Fark	p
Statik Oturma Dengesi	0,00 (1,75) ^m	0,00 (0,00) ^m	0,028^u
Selektif Hareket Kontrolü	1,50 (2,75) ^m	1,00 (3,00) ^m	0,871 ^u
Dinamik uzanma	0,00 (1,00) ^m	0,00 (1,00) ^m	0,639 ^u
GKÖS toplam	2,00 (3,00) ^m	1,00 (4,00) ^m	0,424 ^u

^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri (<0,05) ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik)

4.9. Günlük Yaşamdaki Fonksiyonel Bağımsızlık Değerlendirme Sonuçları

4.9.1. Günlük yaşamdaki fonksiyonel bağımsızlık verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması

Çalışma grubunda fonksiyonel bağımsızlık alt parametrelerinden sadece kendine bakım verilerinde tedavi sonrasında anlamlı düzeyde iyileşme olduğu, kontrol grubunda ise tedavi öncesi ve sonrası verilerde değişikliğin olmadığı görüldü ($p>0.05$) (Çizelge 4.19.).

4.9.2. Günlük yaşamdaki fonksiyonel bağımsızlık verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılması

Tedavi öncesi ve tedavi sonrası verilerin gruplar arası karşılaştırılmasında fonksiyonel bağımsızlığın alt parametresi olan transfer bölümünde, toplam puanda gruplar arası fark olduğu tespit edildi. Ancak kendine bakım bölümünde tedavi öncesi bulunan farklılığın tedavi sonrasında görülmediği tespit edildi ($p>0.05$) (Çizelge 4.19.).

Çizelge 4.19. Pediatrik fonksiyonel bağımsızlık ölçeği alt bölümleri ve toplam puanının tedavi öncesi ve sonrası verilerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

Değişkenler	Gruplar	Tedavi Öncesi	Tedavi sonrası	p
Kendine Bakım	Grup 1	32,50(13,00) ^m	32,50(16,75) ^m	0,039^b
	Grup 2	40,00(4,00) ^m	41,00(6,00) ^m	0,058 ^b
	p	0,025^u	0,052 ^u	
Sfinkter Kontrolü	Grup 1	14,00(3,00) ^m	14,00(3,00) ^m	0,317 ^b
	Grup 2	14,00(3,00) ^m	14,00(3,00) ^m	0,864 ^b
	p	0,617 ^u	0,567 ^u	
Transfer	Grup 1	16,00(7,75) ^m	17,00(7,00) ^m	0,154 ^b
	Grup 2	20,00(3,00) ^m	20,00(3,00) ^m	0,527 ^b
	p	0,031^u	0,021^u	
Hareket	Grup 1	13,00(2,00) ^m	13,50(2,00) ^m	0,332 ^b
	Grup 2	14,00(3,00) ^m	14,00(1,00) ^m	0,260 ^b
	p	0,323 ^u	0,283 ^u	
İletişim	Grup 1	13,00(3,75) ^m	14,00(2,75) ^m	0,582 ^b
	Grup 2	14,00(2,00) ^m	14,00(2,00) ^m	0,059 ^b
	p	0,259 ^u	0,391 ^u	
Sosyal Durum	Grup 1	17,00(8,75) ^m	15,00(8,50) ^m	0,297 ^b
	Grup 2	19,00(3,00) ^m	19,00(3,00) ^m	0,776 ^b
	p	0,141 ^u	0,128 ^u	
Toplam puan	Grup 1	101,50(29,00) ^m	103,50(30,50) ^m	0,073 ^b
	Grup 2	117,00(11,00) ^m	119,00(11,00) ^m	0,147 ^b
	p	0,019^u	0,17^u	

^b: Wilcoxon testi ^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri (<0,05) ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik)

4.9.3. Günlük yaşamdaki fonksiyonel bağımsızlık fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

Fonksiyonel bağımsızlık fark verilerinde gruplar arasında değişikliğin olmadığı görüldü (p>0.05) (Çizelge 4.20.)

Çizelge 4.20. Pediatrik fonksiyonel bağımsızlık ölçeği alt bölümlerinin ve toplam puan fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

	Grup 1 Fark	Grup 2 Fark	p
Kendine Bakım	1,00(2,00) ^m	1,00(2,00) ^m	0,489 ^u
Sfinkter Kontrolü	0,00(0,00) ^m	0,00(1,00) ^m	0,521 ^u
Transfer	0,50(1,75) ^m	0,00(1,00) ^m	0,531 ^u
Hareket	0,00(1,00) ^m	0,00(1,00) ^m	0,965 ^u
İletişim	0,00(1,75) ^m	0,00(1,00) ^m	0,414 ^u
Sosyal Durum	0,00(1,75) ^m	0,00(2,00) ^m	0,635 ^u
Toplam puan	1,50(5,75) ^m	2,00(6,00) ^m	0,796 ^u

^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri (<0,05) ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik)

4.10. Yaşam Kalitesinin Değerlendirme Sonuçları

4.10.1. Yaşam kalitesi verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması

Çocuklar için yaşam kalitesi ölçeği verileri incelendiğinde sadece çalışma grubunun anne baba formunda fiziksel sağlık puanında anlamlı düzeyde gelişme olduğu görüldü ($p < 0,05$) (Çizelge 4.21.).

4.10.2. Yaşam kalitesi verilerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar karşılaştırılması

Tedavi öncesi ve tedavi sonrası verilerin gruplar arası karşılaştırılmasında çocuklar için yaşam kalitesi ölçeği tüm alt parametreleri verilerinde grupların benzer olduğu tespit edildi ($p > 0,05$) (Çizelge 4.21.).

Çizelge 4.21. Çocuklar için yaşam kalitesi ölçeği alt bölümleri ve toplam puanının tedavi öncesi ve sonrası verilerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

Değişkenler		Gruplar	Tedavi Öncesi	Tedavi sonrası	p
Anne-Baba formu	Fiziksel sağlık puanı	Grup 1	68,75(21,88) ^m	78,12(25,00) ^m	0,018 ^b
		Grup 2	84,37(37,50) ^m	84,37(28,13) ^m	0,660 ^b
		p	0,122 ^u	0,283 ^u	
	Psikososyal sağlık puanı	Grup 1	63,33 (21,67) ^m	63,33 (13,33) ^m	0,972 ^b
		Grup 2	60,00(13,33) ^m	68,33(8,33) ^m	0,068 ^b
		p	0,781 ^u	0,131 ^u	
	Ölçek toplam puanı	Grup 1	66,36±9,11 ^o	70,22±6,99 ^o	0,194 ^a
		Grup 2	70,40±9,39 ^o	75,22±9,26 ^o	0,102 ^a
		p	0,271 ^t	0,106 ^t	
Çocuk formu	Fiziksel sağlık puanı	Grup 1	82,22±9,32 ^o	83,59±11,38 ^o	0,575 ^a
		Grup 2	73,95±13,85 ^o	76,45±9,21 ^o	0,483 ^a
		p	0,060 ^t	0,066 ^t	
	Psikososyal sağlık puanı	Grup 1	81,66(18,33) ^m	80,33(9,79) ^m	0,877 ^b
		Grup 2	83,33 (18,33) ^m	83,33 (10,21) ^m	0,426 ^b
		p	0,267 ^u	0,243 ^u	
	Ölçek toplam puanı	Grup 1	81,00± 6,47 ^o	81,87±8,24 ^o	0,685 ^a
		Grup 2	78,97±8,64 ^o	80,91±7,47 ^o	0,447 ^a
		p	0,463 ^t	0,738 ^t	

^a: Paired Sample Testi ^t: Independent Sample t Testi ^b: Wilcoxon testi ^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri (<0,05) ^o: Ortalama±Standar sapma ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik)

4.10.3. Yaşam kalitesi fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

Çocuklar için yaşam kalitesi ölçeği verileri karşılaştırıldığında gruplar arasında fark olmadığı görüldü (p>0.05) (Çizelge 4.22.)

Çizelge 4.22. Çocuklar için yaşam kalitesi ölçeği alt bölümlerinin ve toplam puan fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

		Grup 1 Fark	Grup 2 Fark	P
Anne-Baba formu	Fiziksel sağlık puanı	3,90±19,28 ^o	6,24±16,15 ^o	0,717 ^t
	Psikososyal sağlık puanı	2,18±51,86 ^o	18,33±37,63 ^o	0,312 ^t
	Ölçek toplam puanı	6,09±62,84 ^o	24,58±44,15 ^o	0,354 ^t
Çocuk formu	Fiziksel sağlık puanı	0,97±11,16 ^o	3,54±14,06 ^o	0,577 ^t
	Psikososyal sağlık puanı	-16,25 (52,81) ^m	-6,87 (53,13) ^m	0,906 ^u
	Ölçek toplam puanı	-7,18 (70,47) ^m	10,00 (51,88) ^m	0,514 ^u

^t: Independent Sample t Testi ^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri (<0,05) ^o: Ortalama±Standar sapma ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik)

4.11. Yürüme Parametreleri Verileri

4.11.1. Yürüme parametrelerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi karşılaştırılması

Yürüme analizi verileri incelendiğinde sadece çalışma grubunda az etkilenmiş taraf duruş fazında, az etkilenmiş taraf sallanma fazında ve yürüyüş döngüsünde anlamlı düzeyde gelişmeler olduğu belirlendi ($p<0,05$) (Çizelge 4.23.).

4.11.2. Yürüme parametrelerinin tedavi öncesi ve tedavi sonrası gruplar arası karşılaştırılması

Tedavi öncesi ve tedavi sonrası verilerin gruplar arası karşılaştırılmasında yürüme analizi verilerinin gruplar arasında benzer olduğu bulundu ($p>0.05$) (Çizelge 4.23.).

Çizelge 4.23. Yürüme parametrelerinin tedavi öncesi ve sonrası verilerinin grup içi ve gruplar arası karşılaştırılması

Değişkenler	Gruplar	Tedavi Öncesi	Tedavi sonrası	p	Değişkenler	Gruplar	Tedavi Öncesi	Tedavi sonrası	p
Etk. Adım uzunluğu (cm)	Grup 1	24,31±5,01 ^o	24,93±4,82 ^o	0,370 ^a	Adım genişliği (cm)	Grup 1	8,00 (6,75) ^m	9,50 (6,75) ^m	0,752 ^b
	Grup 2	25,40±6,80 ^o	26,33±6,33 ^o	0,286 ^a		Grup 2	9,00 (5,00) ^m	8,00 (3,00) ^m	0,874 ^b
	p	0,619 ^t	0,498 ^t			p	0,842 ^u	0,617 ^u	
Az E. Adım uzunluğu (cm)	Grup 1	19,68±5,71 ^o	20,87±5,30 ^o	0,069 ^a	Çift adım uzunluğu (cm)	Grup 1	45,00 (12,00) ^m	47,00 (13,75) ^m	0,073 ^b
	Grup 2	16,46±4,80 ^o	17,20±3,21 ^o	0,486 ^a		Grup 2	42,00 (16,00) ^m	42,00 (10,00) ^m	0,218 ^b
	p	0,100 ^t	0,028^t			p	0,553 ^u	0,678 ^u	
Etk. Duruş fazı (%)	Grup 1	64,50±6,07 ^o	65,00±4,22 ^o	0,748 ^a	Çift destek fazı (%)	Grup 1	39,00 (13,00) ^m	36,50 (9,50) ^m	0,299 ^b
	Grup 2	65,80±4,78 ^o	64,66±4,59 ^o	0,091 ^a		Grup 2	39,00 (10,00) ^m	39,00 (5,00) ^m	0,787 ^b
	p	0,515 ^t	0,835 ^t			p	0,579 ^u	0,077 ^u	
Az E. Duruş fazı (%)	Grup 1	72,37±4,24 ^o	69,81±5,56 ^o	0,004^a	Yürüyüş döngüsü (ms)	Grup 1	1815,81±298,45 ^o	1770,06±253,74 ^o	0,029^a
	Grup 2	73,86±6,06 ^o	74,80±6,34 ^o	0,121 ^a		Grup 2	1793,13±323,62 ^o	1752,40±310,35 ^o	0,063 ^a
	p	0,438 ^t	0,028^t			p	0,841 ^t	0,864 ^t	
Etk. Sallanma fazı (%)	Grup 1	35,50±6,07 ^o	35,00±4,22 ^o	0,748 ^a	Kadans (adım/dk)	Grup 1	66,06±13,44 ^o	67,12±11,64 ^o	0,395 ^a
	Grup 2	35,33±4,59 ^o	35,33±4,59 ^o	0,091 ^a		Grup 2	70,73±14,90 ^o	72,40±13,91 ^o	0,130 ^a
	p	0,515 ^t	0,835 ^t			p	0,368 ^t	0,264 ^t	
Az E. Sallanma fazı (%)	Grup 1	27,62±4,24 ^o	30,18±5,56 ^o	0,004^a					
	Grup 2	26,13±6,06 ^o	25,20±6,34 ^o	0,121 ^a					
	p	0,438 ^t	0,028^t						

^a: Paired Sample t Testi ^t: Independent Sample t Testi ^b: Wilcoxon testi ^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri (<0,05) ^o: Ortalama±Standar sapma ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik) Etk.: Etkilenmiş taraf AzE.: Az etkilenmiş taraf cm: santimetre m: metre ms: milisaniye dk: dakika

4.11.3. Yürüme parametrelerinin fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

Gruplar arası yürüme analizi verileri karşılaştırıldığında gruplar arasında az etkilenmiş taraf duruş fazında ve sallanma fazında çalışma grubu lehine anlamlı gelişme olduğu tespit edildi ($p<0,05$) (Çizelge 4.24.)

Çizelge 4.24. Yürüme parametrelerinin fark verilerinin gruplar arası karşılaştırılması

	Grup 1 Fark	Grup 2 Fark	p
Etk. Adım uzunluğu (cm)	-0,62±2,70°	-0,93±3,26°	0,776 ^t
Az E. Adım uzunluğu (cm)	-1,18±2,42 °	-0,73±3,97 °	0,702 ^t
Etk. Duruş fazı (%)	-0,50±6,12 °	1,13±2,41 °	0,335 ^t
Az E. Duruş fazı (%)	2,56±3,03 °	-0,93±2,18 °	0,001 ^t
Etk. Sallanma fazı (%)	0,50±6,12 °	-1,13±2,41 °	0,335 ^t
Az E. Sallanma fazı (%)	-2,56±3,03 °	0,93±2,18 °	0,001 ^t
Adım genişliği (cm)	0,25±2,72 °	0,13±2,38 °	0,900 ^t
Çift adım uzunluğu (cm)	-1,81±3,39 °	-1,66±6,22 °	0,937 ^t
Çift destek fazı (%)	2,06±6,36 °	0,20±2,62 °	0,301 ^t
Yürüyüş döngüsü (ms)	44,00(115,75) ^m	60,00(57,00) ^m	0,921 ^u
Kadans (adım/dk)	-4,00(9,00) ^m	-3,00(8,00) ^m	0,952 ^u

^t: Independent Sample t Testi ^u: Mann Whitney U Testi p: Anlamlılık Değeri (<0,05) °: Ortalama±Standar sapma ^m: Ortanca (Çeyrekler Arası Genişlik) Etk.: Etkilenmiş taraf AzE.: Az etkilenmiş taraf cm: santimetre m: metre dk: dakika

5. TARTIŞMA

Unilateral SP’li bireylere konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak uygulanan üst ekstremité robotik rehabilitasyon uygulamasının üst ekstremité fonksiyonları, gövde kontrolü, yaşam kalitesi ve yürüme parametreleri üzerine etkisini incelemek amacıyla yapılan bu çalışmanın sonucunda, üst ekstremité kas tonusu, eklem hareket açıklığı, selektivite, statik gövde kontrolü, yürümenin az etkilenmiş taraf duruş ve sallanma fazı üzerine olumlu etkileri olduğu tespit edildi. Bu çalışma, konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak uygulanan üst ekstremité robotik rehabilitasyonun üst ekstremité fonksiyonları ve yürüme üzerine etkisinin incelendiği ilk çalışma olma özelliği taşımaktadır.

Serebral palsy kronik bir durum olduğundan tedavisi de uzun yıllar devam eder. Konvansiyonel fizyoterapi yöntemlerinin SP’li bireyler üzerinde birçok olumlu etkisi bildirilmiştir [263, 264]. Ancak önemli kazanımlar elde etmek için daha fazla zaman ve çaba gereklidir. Ayrıca bireyin seansa aktif katılımın sağlanması da zor olabilmektedir. Uzun yıllar konvansiyonel fizyoterapi uygulanan bireyler bir süre sonra motivasyonlarını kaybetmekte, seanslarda yeterli yoğunluk sağlanamamakta, tüm bunların sonucunda da konvansiyonel fizyoterapinin terapötik etkileri azalmakta ya da kaybolmaktadır. Sevic ve arkadaşları can sıkıntısı ve motivasyon eksikliğinin, eğitimi tamamlamanın önündeki önemli engeller olduğunu bildirmiştir [265].

Tedavinin başarılı olmasını sağlayan bir diğer faktör nöroplastisitedir. Nöroplastisitenin sağlanması için aktivitenin yoğun şekilde tekrar etmesi, göreve özgü olması, hedefe yönelik seçilmesi, katılımcının motivasyonu ve istekliliğinin yüksek olması gerekmektedir. Ancak konvansiyonel bir terapi seansında tüm bunların sağlanması zor olabilmektedir [266].

Son teknolojik gelişmeler robotik sistemlerin SP’li bireylerin tedavisinde kullanılmasına olanak tanımaktadır. Robotik rehabilitasyon uygulaması, katılımcının normal şartlar altında yapamayacağı bir aktiviteyi mümkün hale getirerek, hareketin deneyimlenmesini ayrıca duyu-motor geri bildirimlerle hareketlerin sık tekrarlanmasını sağlamaktadır. Eğlenceli bir aktivite olması sayesinde katılımcının motivasyonunu yüksek tutmaktadır. Zimmerli ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada Arneo Spring robotik rehabilitasyonun, zorluk seviyesinin bireylerin yeteneklerine göre ayarlanmasının, bireylerin yılmadan veya sıkılmadan, sürekli motive olmalarını sağladığı bildirilmiştir [267].

Üst ekstremitte rehabilitasyonu için sıklıkla başvurulanan müdahaleler; zorunlu kısıtlayıcı hareket tedavisi, bimanuel yoğun terapi, nöro-gelişimsel tedaviler, sanal gerçeklik uygulamaları ve robotik rehabilitasyon yaklaşımlarıdır.

Kısıtlayıcı zorunlu hareket tedavisinin uzun tedavi süreleri ve çocuklar tarafından tolere edilmesinde yaşanan zorluklar nedeniyle uygulanması zor olmakla beraber, kortikospinal yolların gelişiminin aktiviteye bağlı olması sebebiyle, küçük çocuklarda uzun süreli hareket kısıtlaması, kısıtlanan elin gelişimini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Çoğu günlük yaşam aktivitesi (şişe açma, giyinme vb.) iki elin birlikte çalışmasını gerektirmesine rağmen kısıtlayıcı zorunlu hareket tedavisinin yalnızca etkilenen ele odaklanması bu uygulamanın bir diğer dezavantajı olarak görülmektedir [205, 268-270]. Bimanuel yoğun terapi yine literatürde kanıt düzeyi yüksek olmasına rağmen, çocukların motivasyonlarının yüksek tutulmasında yaşanan zorluklar ve ağır etkilenimi olan bireylerde kullanılamaması uygulamanın dezavantajları olarak görülmektedir [271]. Nörogelişimsel tedavi yöntemlerine sıklıkla başvurulmasına rağmen bunların kanıt düzeyleri düşüktür [164]. Sanal gerçeklik uygulamaları ise, hareketin kalitesine odaklanmaktan ziyade hareketin yapılmasına odaklanır. Ayrıca 2021 yılında yapılan bir sistematik derleme çalışmasının sonuçlarına göre sanal gerçeklik uygulamalarının etkisinin belirsiz olduğu bildirilmiştir [272]. Sanal gerçeklik uygulamaları ilgi çekici duyuşal geri bildirimler sunarken; robotik rehabilitasyon katılımcıları destekleyerek aktivitelerin yapılmasını sağlar [273, 274]. Literatürde üst ekstremitte robotik rehabilitasyonun üst ekstremitte fonksiyonlarına etkisinin olduğunu bildirilen çalışmalar olmakla beraber bu çalışmaların vaka sayıları oldukça düşüktür [5, 275, 276].

Çalışma sonucunda uSP'li bireylerde üst ekstremitte spastisitesi ve eklem hareket açıklığında iyileşme sağlamak, üst ekstremitte selektivitesini ve fonksiyonlarını artırmak, statik gövde kontrolü ve yaşam kalitesini geliştirmek, ayrıca yürümenin az etkilenmiş taraf duruş ve sallanma fazlarını iyileştirmek için, üst ekstremitte robotik rehabilitasyon uygulamasının konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak uygulanmasının gelecek için umut verici olduğu düşünüldü.

5.1. Demografik Veriler

Serebral Palsili bireylerde motor fonksiyonlar yaşla birlikte gelişme gösterebilmektedir [277]. Bu nedenle uygulanan müdahalenin yaştan bağımsız olarak etkinliğini belirlemek için motor fonksiyonların gelişiminin plato seviyesinde olması önem arz etmektedir. Rosenbaum ve arkadaşlarının 657 SP'li bireyi dâhil ettikleri çalışmasında çocukların 7 yaşından önce kaba motor fonksiyonları açısından plato seviyelerine ulaştığı bildirilmiştir [226]. Benzer şekilde Burgess ve arkadaşlarının 222 SP'li bireyle yaptıkları çalışma sonucunda, SP'li bireylerin motor fonksiyonlarının 5 yaşında platoya ulaştığı belirlenmiştir [277]. Bu nedenle mevcut çalışmaya plato seviyesindeki 6-18 yaş arasındaki bireyler dâhil edildi.

Erkin ve arkadaşlarının Ankara'da yaptığı ve 625 SP'li bireyin dâhil edildiği çalışmalarında erkek/ kız oranı 1,45 olarak bildirilmiştir [33]. Bu anlamda mevcut çalışmadaki erkek/ kız oranı literatürle uyumluydu. Epidemiyolojik çalışmalara bakıldığında, erkekler kızlardan daha fazla SP riski altındadır [278, 279]. Yapılan bir çalışmada SP ve buna bağlı gelişimsel bozuklukların erkeklerde kızlardan daha yaygın olduğu, ancak bu farklılığın nedenlerinin tam olarak bilinmediği belirtilmiştir. Ancak hayvan deneylerinden elde edilen veriler, östrojen gibi cinsiyet hormonlarının hipoksik, iskemik hasara karşı koruma sağladığını ve yenidoğan beyninin de bu hormonlardan etkilenebileceği fikri ortaya atılmıştır [280]. Bir diğer görüş ise, resesif X'e bağlı kromozom varyantlarının bu farklılığa neden olduğu ve erkeklerin kadınlara göre genetik mutasyona (nokta veya kopya sayısı) karşı daha savunmasız olduklarıdır [281, 282]. Bu bilgilerin, çalışmadaki erkek birey sayısının fazla olmasının bir nedeni olabileceği düşünülebilir.

Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde 1264 katılımcının alındığı bir derleme çalışmasında katılımcıların %53,0'ünün sağ tarafı etkilenmişti. Mevcut çalışmada sağ taraf etkilenimi %41,9 olarak bulundu. Sağ taraf etkileniminin fazla olduğu çalışmaların aksine sol taraf etkilenimin fazla olduğu görülebilmektedir [283, 284]. Bu farklılığın kesin nedeni bilinmemekle birlikte çalışmalara dâhil edilme kriterlerinin ve katılımcı sayılarının farklı olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Serebral Palsili olguların büyük çoğunluğunun normal doğum yoluyla dünyaya geldiği bilinmektedir. Kabakuş ve arkadaşlarının 50 SP'li bireyle yaptığı çalışmada, bireylerin % 26'sının sezaryenle doğduğu bildirilmiştir [285]. Zehra ve arkadaşlarının yaptığı bir

çalışmada sezaryenle doğumun %53,0 oranında olduğu bildirilmiştir [279]. Bu çalışmada da benzer şekilde sezaryenle doğumun %51,6 olduğu bulundu. Sezaryenle doğum partum döneminde SP için risk faktörü olarak düşünülmesine de, SP riskini birden çok faktörün etkilediği bilinmektedir. Bu nedenle SP için prenatal risk faktörlerinin göz ardı edilmemesi ve bu konuda tüm değerlendirme ve önlemlerin alınması gerektiği düşünülmektedir.

Bilateral SP'li çocukların bebeklik, çocukluk ve ergenlik döneminde önemli ölçüde daha düşük ortalama boy ve kiloda oldukları, ancak uSP'li çocukların normal büyümede tipik olarak gelişmiş akranlarına yakın olduğu bildirilmiştir [286]. Gruplar VKİ açısından birbirine benzerdi. Böhm ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada uSP'li bireylerin VKİ ortalamalarını $21,24 \pm 3,2 \text{ kg/m}^2$ ve $18,07 \pm 4,06 \text{ kg/m}^2$ olarak bulunmuştur [287]. Bu çalışmada VKİ ortalaması literatürle uyumlu olacak şekilde $20,10 \pm 4,27 \text{ kg/m}^2$ olarak hesaplanmış ve bireylerin obezite açısından riskli olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmalar SP'li bireylerin normal VKİ sınırlarında olmasına rağmen zaman içinde obeziteye doğru gitme risklerinin olduğunu belirtilmektedir [288, 289]. Bu nedenle çalışma sonuçlarının yaş grubu ile ilgili olabileceği göz önünde bulundurulmalı ve yetişkin SP'li bireylerin VKİ değerlendirmeleri için takip altında olmalarının önemli olduğu düşünülmektedir.

Prematüre doğum, SP için en yüksek risk faktörüdür [286]. İsveç popülasyonuna dayalı bir prevalans çalışması, gestasyonel yaşı 28 haftanın altında olan bebeklerdeki SP riskini 1000 canlı doğumda 59,0 olduğu tespit edilmiştir [290]. Türkiye'de yapılan bir çalışmada ise prematüre bebeklerde SP görülme sıklığı % 24,6 olarak bildirilmiştir [291]. Çalışmamıza dâhil edilen 31 uSP'li bireyin %32,3'ü preterm doğumluydu. Prematüre doğumun SP için yüksek risk faktörü olduğu önceki çalışmalarda belirtilmiştir. Bu nedenle prematür bebeklerin erken dönemde değerlendirilmeleri ve takip programlarına alınmaları önem arz etmektedir.

Yapılan bir çalışmada akraba evliliklerin SP riskini artırdığı bildirilmesine rağmen [292], Türkiye'deki bir çalışmada 50 SP'li ve 50 sağlıklı birey karşılaştırıldığında ebeveynlerinde akrabalık görülmesi açısından iki grubun benzer olduğu rapor edilmiştir [285]. Erkin ve arkadaşlarının yaptığı ve 625 SP'li bireyin ebeveynlerinin dâhil edildiği bir çalışmada akraba evliliğinin görülme sıklığının %23,8 olduğu bildirilmesine [33] rağmen çalışmamızda bu oran %6,5 olarak bulundu. Bu farklılığın Türkiye'nin farklı coğrafik bölgelere, farklı kültür

ve geleneklere sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca Ankara’da akraba evliliği oranı %16,3 ile Türkiye ortalamasının altındadır [293]. Bu durumun akraba evliliği oranının Ankara genelinde düşük ve ayrıca ailelerin konu ile ilgili farkındalıklarının daha iyi olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

5.2. Eklem Hareket Açıklığı

Serebral Palside görülen problemler EHA’yı olumsuz etkilemektedir ve EHA günlük yaşam aktivitelerini etkileyen önemli bir faktördür [294]. Ön kol pronatörleri ve bilek fleksörleri, ekstansörleri gibi kasların üst ekstremité fonksiyonu için önemli olduğu, özellikle supinasyon kısıtlılığının üst ekstremité performansını önemli ölçüde etkilediği bildirilmiştir [295]. Yapılan çalışmalarda üst ekstremité spastisitesinin daha çok dirsek fleksörleri ve pronatörlerinde görüldüğü tespit edilmiştir [296]. Aslında bu durum supinasyon EHA kısıtlanmasını da açıklamaktadır.

Cimolin ve arkadaşlarının 21 uSP’li bireyin Armeo Spring robotik rehabilitasyona katılmalarını sağladıkları çalışma sonucuna göre üst ekstremité EHA’da anlamlı bir gelişmenin olmadığı bildirilmiştir [297]. Bu durumun nedeni olarak şiddetli etkilenimi bulunan SP’li bireylerin çalışma dışı bırakılması ve dâhil edilen bireylerin EHA’larının zaten iyi olmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Qiu ve arkadaşlarının 2 SP’li birey ile yaptıkları çalışma sonucunda ön kol supinasyon aktif EHA’sının anlamlı düzeyde arttığı bildirilmiştir [214]. Aynı şekilde Fluet ve arkadaşlarının 9 SP’li bireye robotik rehabilitasyonun uygulandığı çalışma sonucunda, aktif omuz abduksiyonu ve fleksiyonunun yanı sıra ön kol supinasyonunda klinik olarak anlamlı iyileşmeler olduğu rapor edilmiştir [209]. Literatüre bakıldığında robotik rehabilitasyonun konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak uygulanmasının uSP’li bireylerde üst ekstremité EHA’sını artırdığı bildirilmektedir [211]. Literatürle benzer olarak mevcut çalışmanın sonucunda robotik rehabilitasyon uygulanan grupta etkilenen taraf omuz fleksiyonu, dirsek fleksiyonu, ön kol supinasyonu, el bileği fleksiyonu ve ekstansiyonu tedavi öncesi verilerine göre anlamlı derecede arttığı bulundu. Sadece konvansiyonel fizyoterapi alan grupta ise dirsek fleksiyonu, ön kol supinasyonu tedavi öncesine göre anlamlı düzeyde artış gösterdi. İki grup tedavi sonrası fark verileri karşılaştırıldığında ise omuz fleksiyon, ön kol supinasyon, el bileği fleksiyon ve ekstansiyon verileri robotik rehabilitasyon alan grup lehine

anlamalı düzeyde üstün bulundu. Çalışmada kullandığımız robotik sistem, katılımcıların normal şartlarda yapamayacakları aktiviteleri yapmalarını sağlamanın yanında ekrandan görsel, işitsel geri bildirim sağlamak gibi avantajlara sahiptir. Bu nedenle EHA'nın artmasının, robotik rehabilitasyonda katılımcıların yoğun tekrarlı ve görev odaklı çalışması ve kas tonusunun azalması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Bu bireylerde duyuusal etkilenimlerin olduğu da düşünüldüğünde, robotik teknoloji ile sağlanan duyuusal girdilerin önemli katkılar sağlamış olabileceği düşünülmektedir.

5.3. Kas Tonusu

Kas tonusunun artışı ile karakterize olan uSP'li bireylerde farklı şiddetlerde spastisite görülebilmektedir. Spastisite üst motor nöron lezyonuna bağlı duyuusal-motor disfonksiyonun bir sonucu olarak ortaya çıkan, hıza bağlı tonik reflekslerin artmasını içermekte ve motor fonksiyonları, günlük yaşam aktiviteleri ve fonksiyonel bağımsızlıkları önemli derecede etkilemektedir [298, 299]. Spastisite; uzanma, kavrama, bırakma ve manipülasyon gibi fonksiyonel zorluklara neden olmanın yanında, günlük yaşam aktivitelerinde de bağımsızlığın önemli belirleyicisidir [300-303]. Spastisitenin düzenlenmesi normal duruşun korunmasına ve hareketi kolaylaştırmaya yardımcı olduğundan, spastisiteyi azaltan veya kontrol edilmesini kolaylaştıran uygulamalar oldukça önem arz etmektedir [304]. Bu nedenle spastisitenin doğru bir şekilde değerlendirilmesi ve buna yönelik uygulamaların planlanması gerekmektedir. Cihaz ile kas tonusu değerlendirmeleri, klinik ölçeklerden daha objektif ve geçerlidir, ancak çoğunlukla yetişkinler için geliştirilmiştir [305]. Bu nedenle çalışmamızda kas tonusu değerlendirmesinde klinikte en sık kullanılan ölçek olan Modifiye Ashworth Skalası kullanıldı [306].

Turconi ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmaya 10 diplejik SP tanısı almış birey dâhil edilmiş ve katılımcılara 40 seans Arneo Spring robotik rehabilitasyonu uygulanması sağlanmıştır. Çalışma sonucunda üst ekstremitelerde spastisitesinde anlamalı bir azalmanın olmadığı bildirilmiştir [221]. Bu çalışmanın aksine, mevcut çalışmada üst ekstremitelerde spastisitesinde anlamalı bir azalma olduğu bulundu. Çalışmalardaki farkın sebebinin çalışma grubundaki bireylerin üst ekstremitelerde spastisitesi şiddetli olmayan diparetik tip SP'li bireylerden oluşmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Benzer şekilde Gilliux ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada, konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak robotik rahabilitasyon

uygulanan grupta üst ekstremitte kas tonusunda anlamlı bir değişikliğin olmadığı bildirilmiştir [213]. Bu uyumsuzluğun olası nedeninin çalışmada kullanılan robotun bir prototip olması ve sadece tek yönde harekete izin vermesi olabileceği düşünülmektedir. Ancak mevcut çalışmada kullandığımız Arneo Spring robotunun çok eklemlili yapısı sayesinde farklı yönlerde harekete izin vermesinin, ayrıca aktivitelerin görev odaklı olmasının kas tonusu üzerinde pozitif etkisinin olabileceğini düşünmekteyiz. Tekrarsız tekrar ve görev odaklı egzersizlerin spastisite üzerine olan pozitif etkisi daha önceki çalışmalarda da bildirilmiştir [307, 308].

Glavić ve arkadaşlarının yaptığı bir vaka çalışmasında 18 yaşında uSP'li bir bireyin Arneo Spring robotik rehabilitasyonundan sonra üst ekstremitte kas tonusunda azalma olduğu bildirilmiştir [309]. Yine benzer bir şekilde Fasoli ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada 12 SP'li bireye InMotion2 robotu ile tedavi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda önkol pronatör kas tonusunda azalma olduğu gözlenmiştir [276]. Literatürü incelediğimizde SP'li bireylere uygulanan robotik rehabilitasyonun benzer şekilde üst ekstremitte kas tonusunda iyileşme sağladığı bildirilmiştir [150, 310, 311].

Üst ekstremitte robotik rehabilitasyonu SP'li bireylerde kullanılmasının yanı sıra innmeli bireylerde de sıklıkla kullanılmaktadır. Adomavičienė ve arkadaşlarının 42 innmeli bireyin dahil edildiği ve kullandığımız robotik rehabilitasyon cihazının yetişkin versiyonunun kullanıldığı çalışmada, çalışmamızla benzer olacak şekilde üst ekstremitte kas tonusunda azalmalar olduğu bildirilmiştir [312]. Farklı hasta gruplarında da uygulanan üst ekstremitte robotik rehabilitasyonu innmeli bireylerde de sıklıkla kullanılmış ve çalışma sonuçlarında üst ekstremitte kas tonusunun iyileştiği rapor edilmiştir [313, 314].

Literatürü incelediğimizde uygulanan fizyoterapi programlarının spastisite üzerinde olumlu etkilerinin net olmadığı görülmektedir [315, 316]. Mevcut çalışmada sadece konvansiyonel fizyoterapi alan grupta üst ekstremitte spastisitesinde bir miktar azalma görülmekle birlikte bu azalma anlamlı değildi. Bunun nedeninin konvansiyonel fizyoterapi alan grupta yeterli yoğunluğu ve tekrarı sağlamanın mümkün olmamasının olabileceği düşünülmektedir. Ancak konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak robotik rehabilitasyon alan grupta konvansiyonel fizyoterapi alan gruba göre pronasyon spastisinde anlamlı bir azalma olduğu bulundu. Unilateral SP'li bireylerle yapılan çalışmalarda en fazla spastisitenin dirsek fleksörleri ve pronatörleri, el bileği ve parmak fleksörlerinde görüldüğünü bildirmiştir [296, 317]. Bu

spastisite kol ve elin aktif hareketini sınırlayarak işlevi bozar, ağrı ve kontraktür dahil olmak üzere bir dizi ikincil bozukluklara neden olur. Bu nedenle robotik rehabilitasyon alan grupta pronasyon spastisitesinin azalmış olması bizim için önem arz etmektedir.

Tüm bu çalışmalara rağmen robotik rehabilitasyonun spastisite üzerindeki etki mekanizması hala net değildir. Ancak iki hipotez öne sürülmektedir. Bu hipotezlerden birincisi, yoğun ve görev odaklı egzersizlerin spinal hipereksitabiliteyi azaltmış olabileceği iken, bir diğer hipotez ise, sürekli ve tekrarlı egzersizlerin antagonist kaslarda spinal resiprokal inhibisyon mekanizmalarını aktive ederek spastisitenin azalmasını sağlayabileceğidir [318].

Çalışmamız sonucunda kas tonusu azalmasının olası nedeni olarak, katılımcıların oyunları yüksek motivasyon ve isteklilikle oynaması, aktivitelerin hedefe yönelik, aktif, tekrarlı hareketle yapılması olabileceği düşünülmektedir. Sonuçlarımız, konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak uygulanan robotik rehabilitasyonun uSP’li bireylerin üst ekstremitelerde kas tonusunu azaltma ile ilgili olarak önceki çalışmalarla uyumludur. Tüm bu sonuçlar üst ekstremitelerde spastisitesi için konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak robotik rehabilitasyonun kullanılmasının yararlı olduğunu göstermektedir.

5.4. El Fonksiyonları

Çalışmalarda uSP’li bireylerde unimanuel ve bimanuel üst ekstremitelerde fonksiyonlarının birbiri ile ilişkili olduğu, ancak bu ilişkinin tüm yönlerinin netlik kazanmadığı bildirilmiştir [319]. Bu nedenle mevcut çalışmada unimanuel ve bimanuel aktiviteler değerlendirilmiştir. Jebsen Taylor el fonksiyon testi bir kişinin genel el fonksiyonunu unimanuel olarak değerlendirmek için standartlaştırılmış bir testtir [233].

Bishop ve arkadaşlarının uSP’li 12 bireyi Amadeo el robotu sistemi ile rehabilitasyon programına dâhil ettiği çalışma sonucunda, JTEFT sonuçlarının anlamlı düzeyde iyileşme göstermediğini bildirmişlerdir [320]. Bu çalışmanın sonuçlarının aksine mevcut çalışmada JTEFT’nin tüm alt bölümlerinde anlamlı iyileşme olduğu bulundu. Sonuçların mevcut çalışmayla uyumsuz olmasının olası nedeni olarak, bu çalışmada kullanılan Amadeo el robotik cihazın sadece üst ekstremitenin distal kısmı ile hareketi sağlaması ve ekstremitenin proksimal bölümlerini çalıştırmaması olduğu düşünülmektedir. Distal hareketin artması için proksimal stabilizasyonun ve kontrolün gelişmesi gerektiği gerçeği göz önünde

bulundurulduğunda, sonuçların uyuşmamasının beklenen bir durum olduğu düşünülmektedir. Ancak bu düşüncemize zıt olacak şekilde Kuo ve arkadaşlarının distal kaslara yönelik yaptığı robotik rehabilitasyon çalışmasında, proksimal kaslarda gelişmeler olduğu bildirilmiştir [321]. Bu çalışmalar incelendiğinde, uygulanacak robotik rehabilitasyonun katılımcıların klinik durumu ve potansiyeli göz önünde bulundurularak seçilmesinin gerektiği ve bu konuyla ilgili daha fazla çalışmaya ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

Wille ve arkadaşlarının 5 bireyin dâhil edildiği ve sanal gerçeklik tabanlı pediatrik interaktif terapi sistemini kullandıkları çalışma sonucunda dokuz delikli peg testinde genel bir iyileşmenin olmadığı tespit edilmiştir [216]. Mevcut çalışmada dokuz delikli peg testine benzer JTEFT alt bölümü olan obje toplama alt puanında robotik rehabilitasyon alan grup lehine anlamlı iyileşme görüldü. Bu farklılığın sebebi olarak Wille ve arkadaşlarının çalışmasında kullanılan uygulamanın, bireylerin yapamadığı veya zorlandığı aktivitelerde herhangi bir destek sağlayamamasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Mevcut çalışmada kullanılan Armeo Spring robotu gerekli durumlarda bireylerin aktiviteyi gerçekleştirebilmesi için destek sunabilmekte ayrıca görsel, işitsel geri bildirimlerle de katılımcıyı motive edebilmektedir.

Picelli ve arkadaşlarının 10 uSP'li ve 11 sağlıklı bireyi dahil ettikleri çalışmada, SP'li bireylere 2 hafta boyunca, haftada 5 gün, günde 30 dakika boyunca Armeo Spring üst ekstremiteler robotik rehabilitasyon cihazıyla tedavi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda JTEFT puanlarında önemli gelişmelerin olduğu bildirilmiştir [322]. Mevcut çalışmada JTEFT'nin tüm alt bölümlerinde robotik rehabilitasyon grubu lehine anlamlı düzeyde iyileşmelerin olduğu sonucuna ulaşıldı. Ancak çalışmamızın sonuçları çalışmayla benzer olsa da, Picelli ve arkadaşları robotik rehabilitasyon uygulamasını uSP'li bireylerin az etkilenmiş üst ekstremitelerine uyguladıklarını rapor etmişlerdir. Az etkilenen tarafa yapılan müdahalenin etkilenen tarafta iyileşme sağlamanın olası nedeninin etkilenen hemisferin kortikospinal yolunu bozan lezyonların, anormal ipsilateral yolların varlığına bağlı olarak karşı taraf ekstremitelerde motor bozukluklara neden olmasıdır [323]. Çalışmamızda uyguladığımız robotik sistem sadece etkilenen tarafa uygulanmıştır ancak Picelli ve arkadaşları az etkilenen tarafa yapılacak uygulamaların da faydalı olduğunu bildirmiştir. Bu nedenle uygulamaların iki tarafı da kapsamının faydalı olabileceğini düşünmekteyiz.

Yetişkin hastalarda da Armeo Spring üst ekstremité robotik rehabilitasyon sistemi kullanıldığında mevcut çalışmanın sonuçlarıyla paralel olacak şekilde unimanuel el becerilerinde gelişmeler olduğu bildirilmiştir [324]. Armeo Spring robotik rehabilitasyonun uzun süreli etkilerine bakılan çalışmalara rastlanmamakla beraber el fonksiyonlarını geliştirdiği ve bu iyileşmelerin 24 saat boyunca korunduğu da bildirilmektedir [325]. Çalışmamızın sonuçlarına göre konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak robotik rehabilitasyon alan grubun sadece konvansiyonel fizyoterapi alan gruba göre JTEFT'nin tüm alt bölümlerinde anlamlı düzeyde iyileşmeler olduğu bulundu. Bu sonuçlar göz önünde bulundurularak unimanuel el fonksiyonlarının iyileştirilmesi için konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak üst ekstremité robotik rehabilitasyonun verilmesi önerilmektedir.

5.5. Üst Ekstremité Beceri Kalitesi

Unilateral SP'li bireylerde elin erken dönemde tercihi ve etkilenen elin ihmali söz konusudur. Üst ekstremité değerlendirmelerinde oldukça önemli bir yer tutan beceri kalite değerlendirmesi mevcut çalışmada ÜEBKT ile yapılmıştır. Mevcut çalışma sonuçlarına göre konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak verilen robotik rehabilitasyonun üst ekstremité becerilerinden kavrama parametresi üzerine olumlu etkisinin olduğu, ancak sadece konvansiyonel fizyoterapinin üst ekstremité becerilerini iyileştirmede anlamlı bir gelişme göstermediği bulundu.

Unilateral SP'li bireyler çoğunlukla yürüme becerisi kazanmalarına rağmen, üst ekstremité becerilerinde spastisite, EHA azalması, duyu problemleri, gövde kontrol yetersizliği gibi nedenlerden dolayı kısıtlılık yaşamaktadırlar [326]. Reid ve arkadaşlarının katılımcıları sanal gerçeklik ve iş-uğraşı terapisi olarak iki gruba ayırdıkları çalışmada, bir gruba sanal gerçeklik uygulamaları ile üst ekstremité rehabilitasyonu uygulanırken, iş-uğraşı terapisi grubundakilere aynı süre boyunca üst ekstremité rehabilitasyonu uygulanmış ve çalışma sonucunda ÜEBKT puanlarında gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmadığı bildirilmiştir [327]. Bu sonucun çalışmamız sonuçlarıyla çelişkili olmasının nedeni olarak mevcut çalışmada kullanılan robotik rehabilitasyonun, sanal gerçeklik uygulamalarıyla kombine şekilde uygulanması olduğu düşünülmektedir.

Fasoli ve arkadaşlarının 2008 yılında yaptığı ve üst ekstremité robotik rehabilitasyonu ile ilgili literatürdeki ilk çalışmaya, 5-12 yaş arasında 12 uSP'li birey dâhil edilmiştir. Çalışma

sonunda ÜEBKT'nin alt bölümlerinden olan bağımsız hareketler ve koruyucu ekstansiyonda orta ve büyük etki büyüklüklerinde değişimlerin olduğu ve bu değişimlerin sebebinin dirsek ve omuz bölgelerindeki gelişimden kaynaklandığını bildirmişlerdir [203]. Ancak bu değişimlerin yaşam kalitesi ve günlük yaşam aktivitelerine nasıl etki ettiğini incelememiştir. Armeo Spring ve üst ekstremitte rehabilitasyon programının karşılaştırıldığı başka bir çalışmada ÜEBKT puanlarının konvansiyonel fizyoterapi grubuna göre daha fazla arttığı bildirilmiştir [311]. Literatürü incelediğimizde robotik uygulamaların üst ekstremitte becerilerini geliştirdiği görülmektedir [209, 214, 297, 328-330]. Yapılan bir sistematik derlemede yedisi vaka çalışması olan dokuz çalışma belirlenmiş ve sonuç olarak robotik rehabilitasyonun SP'li çocuklarda üst ekstremitte fonksiyonunu iyileştirme potansiyeli gösterdiği doğrulanmıştır [5]. Mevcut çalışmada literatür ile uyumlu olarak, sadece çalışma grubunda tedavi öncesi ve sonrası ÜEBKT kavrama puanı ve toplam puanında anlamlı düzeyde gelişme gösterdiği bulundu. Bu gelişimin Armeo Spring robotunun kavrama-bırakma fonksiyonu ile oyun oynanmasına izin verecek bir ekipmana sahip olmasıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Ancak kavranması gereken bu ekipmanın parmaklardaki izole hareketlere izin vermemesi nedeniyle, bağımsız hareket alt başlığında anlamlı değişiklik olmadığı düşünülmektedir. Koruyucu ekstansiyon ve ağırlık taşıma alt parametrelerinde anlamlı bir değişiklik olmaması ise çalışmaya dâhil edilen bireylerin gövde kontrollerinin zaten iyi olması ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Her iki grup arasında ÜEBKT fark verileri karşılaştırıldığında ise kavrama puanının kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde iyileşme gösterdiği bulundu.

Serebral Palsili çocuklar için üst ekstremitte robotik rehabilitasyon uygulamaların etkinliği nadiren incelenmiştir. Mevcut çalışma da literatürle bu anlamda paralellik göstermektedir. Bu nedenle uSP'li bireylerde üst ekstremitte rehabilitasyon programlarına konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak robotik rehabilitasyon uygulamalarının eklenmesi gerektiği düşünülmektedir.

5.6. Günlük Yaşam Aktiviteleri

Günlük aktivitelerin büyük çoğunlu iki elin kullanımını gerektirdiğinden uSP'li bireylerde günlük yaşam aktivitelerinde kısıtlılıklar ortaya çıkmaktadır. Ayrıca yapılan çalışmalar unimanuel aktiviteler ile bimanuel aktiviteler arasında ilişki olduğunu bildirmektedir [319]. Bu nedenle sadece unimanuel değerlendirmelerin yeterli olmayacağı, bimanuel aktivitelerin

de değerlendirilmesi gerektiği düşünüldü ve çalışmamızda Abilhand Kids değerlendirme ölçeği kullanıldı. Bleyenheuft ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada Abilhand-Kids'in yoğun müdahaleler sonrası katılımcıların el becerilerini incelemek için yeterince hassas olduğu bildirilmiştir [331].

Preston ve arkadaşlarının yaptığı ve 11 SP'li bireyin dâhil edildiği çalışmada katılımcılar 4 hafta boyunca CAAR oyun sistemi kullanıldı. Katılımcılar çalışmamızla benzer şekilde Abilhan Kids ölçeği ile değerlendirildiler ancak çalışma sonucunda çalışmamızın tersine katılımcıların Abilhand-Kids puanlarında anlamlı bir artış göstermediği bildirilmiştir [218]. Bunun nedeni olarak yapılan çalışmanın okul ortamında yapılması ve katılımcıların akademik zamanlarından kesinti olmaması nedeniyle, seans sürelerinin 12 dakika ile sınırlılandırılmış olmasının olabileceği düşünülmektedir. Acar ve arkadaşları 30 SP'li bireyin dâhil edildiği çalışmada katılımcılar rastgele 2 gruba ayrılmıştır. Kontrol grubuna sadece nörogelişimsel fizyoterapi uygulanırken, çalışma grubuna ek olarak Nintendo-Wii temelli üst ekstremité rehabilitasyonu uygulanmıştır. Çalışma sonunda Abilhand-Kids ile değerlendirilen bireylerde iki grubun gelişimi arasında anlamlı fark olmadığı bildirilmiştir [332]. Ancak mevcut çalışmada Abilhand-Kids puanlarında çalışma grubu lehine anlamlı iyileşmenin olduğu bulundu. Bu farklılığın sebebi olarak mevcut çalışmada bireylerin sanal gerçeklik uygulamasının dış destekli robotik sistemle kombine bir şekilde alması olabileceği düşünülmektedir.

Krebs ve arkadaşlarının yaptığı ve 12 uSP'li bireye InMotion2 robotik sistemi ile 8 hafta boyunca, haftada 2 gün, günde 60 dakika robotik rehabilitasyon tedavisi uygulandığı çalışmada, uSP'li bireylerin çok etkilenen üst ekstremité fonksiyonlarını değerlendiren bir ebeveyn anketi dolduruldu. Çalışma sonucunda ebeveynler, uSP'li çocuklarının üst ekstremité fonksiyonlarında önemli gelişmeler olduğunu bildirmişlerdir [329]. Benzer şekilde Roberts ve arkadaşlarının 31 uSP'li bireyi dâhil ettikleri çalışmada bireylere CIMT uygulamasına ek olarak 30 dakika Arneo Spring robotik rehabilitasyonu uygulanmıştır. Çalışma sonucunda bimanuel fonksiyonları Assisting Hand Assessment (AHA) ile değerlendirilen bireylerin anlamlı gelişmeler gösterdiği ve bu kazanımların 6 ay boyunca devam ettiği bildirilmiştir [333]. Bishop ve arkadaşları 12 uSP'li bireyi dahil ettiği ve Amadeo el robotu sistemi ile robotik rehabilitasyon programı uyguladıkları çalışmaları sonucunda, bimanuel el fonksiyonlarını AHA ile değerlendirmiş ve AHA skorlarında anlamlı gelişmeler olduğunu bildirmişlerdir [320]. Mevcut çalışma sonucunda robotik

rehabilitasyon alan grubun sadece konvansiyonel tedavi alan gruba göre Abilhand-Kids puanlarında anlamlı iyileşmeler olduğu sonucuna ulaşıldı. Çalışma bu anlamda literatürle paralellik göstermektedir. Bu sonucun olası sebeplerinin, sürekli ve yoğun tekrarın kas tonusunu regüle ederek, bimanuel kullanımı arttırmışmış olabileceği veya etkilenmiş taraf ile başarılı oyunların uSP'li bireylerde özgüveni artırarak gelişimsel ihmalin azalıp bimanuel becerileri geliştirmiş olabileceği düşünülmektedir.

5.7. Selektivite

Serebral palsili bireylerin üst ekstremitte fonksiyonunu ve dolayısıyla fonksiyonel bağımsızlığını etkileyen önemli faktörlerden biri de seçici motor kontrolün yani selektivitenin kaybıdır. Selektivitenin motor fonksiyonları diğer bozukluklardan daha fazla etkilediği ve selektivite problemi yaşayan bireylerin yaşlılarına göre bimanuel aktivitelerini yerine getirmek için daha fazla zamana ihtiyaç duydukları bildirilmiştir [334, 335]. Bu nedenle selektivitenin günlük yaşam aktivitelerini yerine getirmek için de kritik bir noktaya sahip olduğu bildirilmiştir [336]. Üst ekstremitde su içmek için elin ağza götürülmesi sırasında el bileği ekstansiyonu korunurken, selektivitenin dirsek fleksiyon kombinasyonunu sağlaması gerekmektedir. Bunun sağlanmaması durumunda fonksiyonel aktivite gerçekleşmemektedir [69]. Bu sonuçlara rağmen SP'li bireylere uygulanan tedavilerden sonra selektiviteyi değerlendiren çok az çalışma bulunmaktadır. Ayrıca mevcut çalışmada kullandığımız ÜESKS değerlendirme ölçeği selektivite değerlendirmesine yönelik yeni geliştirilmiş bir ölçek olduğundan çalışmalarda kullanılmamıştır [335, 337-339]. Üst ekstremitte robotik rehabilitasyonun uygulandığı çalışmalarda selektivitenin değerlendirilmediği görülmüştür.

Fahr ve arkadaşları tarafından yapılan derleme çalışmasında selektiviteyi ölçmek için özel olarak tasarlanmamasına rağmen ÜEBKT kullanılmıştır [71]. Mevcut çalışmada da bu çalışmadan yola çıkılarak sonuçlar ÜEBKT ile karşılaştırılmıştır.

Fahr ve arkadaşlarının yaptıkları derleme çalışmasında 2634 makaleden 23 çalışma dahil edilmiştir ve çalışma sonucunda bazı müdahalelerin selektivite üzerinde olumlu bir etki gösterebileceği, ancak SP'li çocuklarda KZHT, robot yardımcı terapi ve üst ekstremitelerin selektivite için genel kanıt düzeyinin çelişkili olduğu bildirilmiştir [71]. Bu nedenle

çalışmamızın bu konuya değinmesi ve selektivite için geliştirilmiş değerlendirme ölçeğinin kullanılması oldukça önemlidir.

Acar ve arkadaşları konvansiyonel fizyoterapiye sanal gerçeklik uygulamasının eklenmesinin katılımcılarda anlamlı bir fark oluşturmada da, tedavi sonrasında gelişme sağladığını bildirmişlerdir [332]. Mevcut çalışmada, tedavi öncesi ve tedavi sonrası karşılaştırmada kontrol grubunda toplam puanda anlamlı bir fark görülürken çalışma grubunda el bileği ve toplam puanda anlamlı bir fark görüldü. Bu uyumsuzluğun olası nedeni, mevcut çalışmada kullanılan robotun sanal gerçekliğe ek olarak hareketi kolaylaştıran bir destek yapısına sahip olmasıyla ilişkilendirilmektedir.

Mevcut çalışmanın sonuçlarıyla paralel olacak şekilde El-Shamy ve arkadaşların 30 uSP'li bireyi dâhil ettiği çalışmada bireyler rastgele 2 gruba ayrılmıştır. Çalışma grubu 12 hafta boyunca, haftada 3 gün, günde 45 dakika Armeo Spring robotu ile tedavi alırken, kontrol grubu aynı süre boyunca konvansiyonel fizyoterapi tedavisi almıştır. Çalışma sonucunda ÜEBKT puanlarında anlamlı bir gelişme olduğu bildirilmiştir [311].

Mevcut çalışma sonucunda robotik rehabilitasyon alan grupta toplam ÜESKS puanının sadece konvansiyonel fizyoterapi alan gruba göre anlamlı düzeyde arttığı bulunmuştur. Konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak uygulanan robotik rehabilitasyonun üst ekstremitte selektivitesi üzerine anlamlı gelişmeler sağladığı bulundu. Bu nedenle uSP'li bireylerde üst ekstremitte rehabilitasyon programlarına konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak robotik rehabilitasyon uygulamalarının eklenmesi gerektiği düşünülmektedir.

5.8. Gövde Kontrolü

Serebral palsili bireylerin sıklıkla oturma, uzanma ve yürüme gibi günlük yaşam aktivitelerinin performanslarını etkileyebilen gövde kontrolü bozukluğu gösterdikleri bildirilmiştir [76]. Birçok çalışma üst ekstremitte ve gövde kontrolü arasındaki ilişkiyi açıkça göstermektedir ve çalışmalarda bireylerin günlük yaşam aktivitelerini gerçekleştirmesi için ellerini kullanabilmelerinin ve gövde kontrolünün sağlanmasının önemli olduğu vurgulanmıştır [72, 340, 341]. Günlük yaşamda ellerini daha fonksiyonel kullanabilen çocukların transferlerinde ve aktivitelerinde daha başarılı olabileceği; bu durumun ise motor gelişimi ve gövde kontrolünün gelişmesini daha iyi destekleyebileceği düşünülmektedir.

Unilateral SP'li bireylerde gövde tutulumunun sık olduğu ve uzanma sırasında etkilenen üst ekstremitenin omuz ve dirsek eklem hareketlerinin azaldığı bildirilmiştir [342, 343]. Ayrıca uSP'li bireylerin daha fazla etkilenen üst ekstremitelerinin azalan eklem hareket açıklığını kompanse etmek için gövde kompensasyonunu kullandıkları bildirilmiştir [344, 345].

Roostaei ve arkadaşlarının üst ekstremiteleri serbest haldeyken ve dereceli bir şekilde kısıtlayarak yaptıkları çalışma sonucuna göre, yüksek kısıtlama seviyelerinin postüral salınım derecesini yükselttiği bildirilmiştir [346]. McCombe ve arkadaşları konuya farklı bir çalışma planlayarak katkı sağlamış ve yaptıkları çalışmada postüral kontrol hedefleri olmadan ayakta durma pozisyonunda görev odaklı üst ekstremitte egzersizi uygulanmış ve çalışma sonucunda katılımcıların postüral kontrollerinde önemli bir gelişme gösterdiğini bildirmişler [347]. Bu sonuçlar üst ekstremitelerin postüral salınım üzerindeki etkisini göstermekte ve literatürdeki çalışmalarla desteklenmektedir [348-350].

Mevcut çalışmada, üst ekstremitenin gövde kontrolü üzerine etkisi incelendi ve sonuçta GKÖS toplam puanında robotik rehabilitasyon alan grubun tedavi sonrası anlamlı düzeyde iyileşme gösterdiği ve tedavi sonrası fark verileri karşılaştırılmasında robotik rehabilitasyon alan grupta statik oturma dengesinin anlamlı düzeyde iyileştiği bulundu. Tüm bu sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda çalışmamızda robotik rehabilitasyon alan grupta etkilenen taraf omuz fleksiyon, önkol supinasyon, el bileği fleksiyon ve ekstansiyon eklem hareket açıklığının ve üst ekstremitte fonksiyonlarının diğer gruba göre anlamlı düzeyde artış göstermesinin gövde kontrolündeki gelişmenin sebebi olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle gövde kontrolünün tüm motor becerilerin ayrılmaz bir parçası olduğu, alt ve üst ekstremitte hareketlerinde sabit bir destek tabanı sağladığı, üst ekstremitte fonksiyonu ile ilişkisi düşünüldüğünde tedavi ve değerlendirmelerde göz önünde bulundurulması gerektiği sonucuna varıldı.

Literatür incelendiğinde gövde kontrolü ile üst ekstremitte fonksiyonları arasındaki ilişki olduğu [340, 351], dahası gövde kontrolünün ile yürüme arasında korelasyon olduğu bildirilmiştir [352-354]. Bu bilgiler ışığında üst ekstremitte, gövde kontrolü ve yürüme arasında bir ilişkinin olduğundan bahsedilebilir ancak hangisinin diğerini etkilediği net değildir. Gövde kontrolüne yönelik çalışmaların sonucunda üst ekstremitte fonksiyonların iyileştiği bildirilmiştir [355]. Mevcut çalışmada üst ekstremitteye yönelik uygulamanın

gövde kontrolü üzerine etkisi incelendi ve üst ekstremitte fonksiyonlarının iyileştirilmesinin gövde kontrolünün iyileşmesini sağlayabileceği sonucuna ulaşıldı.

5.9. Günlük Yaşamdaki Fonksiyonel Bağımsızlık

Yapılan çalışmalar SP'li bireylerin, normal gelişim gösteren akranlarına kıyasla sosyal ve boş zaman etkinliklerine daha az katıldığını bildirmişlerdir [356, 357]. SP'li bireyler üst ekstremitelerini kullanmakta zorluk yaşamaları, öz bakım ve diğer aktiviteleri yapma konusunda bağımsızlıklarını kısıtlamaktadır [206].

Akyol ve arkadaşları 2014 yılında SP'li çocuklarda el becerilerinin kaba motor seviyeye ve özürllülük durumuna etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda SP'li çocukların el becerileri arttıkça günlük yaşam aktiviteleri ve kaba motor becerilerinin kalitesinin arttığına ulaşmışlardır. Bu sonuç doğrultusunda SP'li çocukların yaşam kalitesini ve bağımsızlık seviyelerini arttırabilmek için, el becerilerinin iyi bir rehabilitasyon programı ve fiziksel aktivite ile geliştirilmesi gerektiği önerilmiştir [358].

Gilliaux ve arkadaşlarının yaptığı üst ekstremitte robotik rehabilitasyonun da katılımcıların üst ekstremitte fonksiyonlarında gelişmeler olduğu ancak bu gelişmelerin günlük yaşam aktivitelerine aktarılamadığı bildirilmiştir [213]. Mevcut çalışmada üst ekstremitte fonksiyonları iyileşmesinin yanında, günlük yaşam aktivitelerinde robotik rehabilitasyon alan grup lehine anlamlı iyileşmeler görüldü. Mevcut çalışmanın sonuçlarının bu çalışma sonuçlarıyla uyumsuz olmasının olası nedeninin, bu çalışmada kullanılan kol robotunun REAPlan adında bir kol robotu prototipinin olması ve sadece üst ekstremitenin yatay düzlemde hareketine izin veriyor olması olabileceği düşünülmektedir [213].

Glavić ve arkadaşlarının yaptığı bir vaka çalışmasında 18 yaşında uSP'li bir birey 12 hafta boyunca haftada 5 seans ve günde 40 dakika olacak şekilde Armeo Spring robotik rehabilitasyon programına dahil edilmiştir. Çalışma sonunda fonksiyonel bağımsızlık puanının 116'dan 120'ye yükseldiği bildirilmiştir [309]. Mevcut çalışmada üst ekstremitte fonksiyonlarının artmasının yanında, fonksiyonel bağımsızlık başlığının alt bölümü olan kendine bakım puanlarında robotik rehabilitasyon alan grupta tedavi sonrasında anlamlı düzeyde gelişme olduğu bulundu. Burada dikkat çekmek istenilen bölüm spastisite ve eklem hareket açıklığı gibi parametrelerin yanında fonksiyonel bağımsızlık gibi parametrelerin de

robotik rehabilitasyon alan grupta gelişmiş olmasıdır. Bu nedenle uSP'li bireylerde fonksiyonel bağımsızlık seviyesinin artırılması için konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak robotik rehabilitasyonun uygulanmasının faydalı olacağı düşünülmektedir. Ancak fonksiyonel bağımsızlık ölçeğinin diğer alt parametrelerinde herhangi bir iyileşmenin olmamasının olası nedeninin, uygulanan robotik rehabilitasyon programının fonksiyonel bağımsızlığa yönelik uygulamaları içermemesi veya sanal gerçeklikte kazanılan becerilerin gerçek hayatta karşılık bulmaması olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle robotik rehabilitasyon programlarının konvansiyonel fizyoterapi ile kombine uygulanmasının ve fonksiyonel bağımsızlığa yönelik uygulamaları içermesinin faydalı olacağı düşünülmektedir.

5.10. Yaşam Kalitesi

Literatür incelendiğinde SP için uygulanan müdahalelerin, genel olarak tıbbi ve fiziksel odaklı olduğu görülmektedir. Serebral palside sıklıkla başvurulmuş müdahaleleri gözden geçiren Novak ve arkadaşları inceledikleri 64 müdahalenin %24'ünün etkili olduğu, %70'inin etkisinin belirsiz, %6'sının ise etkisiz olduğu sonucuna varmışlardır [164]. Ancak konunun daha dikkat çekici tarafı ise, etkili bulunan uygulamaların bile İşlevsellik, Yeti yitimi ve Sağlığın Uluslararası Sınıflandırmasının sadece vücut yapısı veya aktivite seviyelerinde fayda sağladığı, yaşam kalitesi yönlerinin araştırılmamış olmasıdır [359].

Serebral palsili çocuklar sağlıklı yaşlıları ile karşılaştırıldığında yaşam kalitelerinin daha düşük olduğu bulunmuştur [360]. Ayrıca üst ekstremité fonksiyonlarının yaşam kalitesini etkilediği bildirilmiştir [25, 361, 362]. Akyol ve arkadaşlarının 50 SP'li bireyin dâhil edilmesiyle yaptıkları çalışmada SP'li bireylerin üst ekstremité fonksiyonlarının kaba motor seviyeye ve özürlülük durumuna etkisi incelenmiştir. Çalışmanın sonucunda SP'li bireylerin üst ekstremité fonksiyon seviyesi yükseldikçe günlük yaşam aktivitelerinin ve kaba motor seviyelerinin de arttığını bildirmişlerdir. Bu sonuçla birlikte yaşam kalitelerinin ve bağımsızlık seviyelerinin artırılması için el becerilerini geliştirmeye yönelik rehabilitasyon programlarının uygulanmasını önermişlerdir [358]. Plasschaert ve arkadaşlarının yaptığı bir derleme çalışmasında SP'de üst ekstremité fonksiyon kaybının bireylerin günlük yaşamlarında büyük sorunlara yol açtığı ve yaşam kalitesini etkilediği bildirilmiştir [14]. Bu nedenle mevcut çalışmada vücut yapısı ve aktivite değerlendirmelerinin yanında, yaşam

kalitesi de değerlendirildi. Yaşam kalitesinin değerlendirilmesi için ÇİYKÖ formu kullanıldı.

Üst ekstremitte yöenlik yapılan müdahalelerin yaşam kalitesine etkisi literatürde incelenmiştir. Örneğin Sakzewski ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada SP’li bireyler 2 hafta boyunca haftada 5 gün, günde 6 saat KZHT ve HABIT almıştır. Değerlendirme ölçekleri olarak Çocuklar için Serebral Palsi Yaşam Kalitesi Anketi ve Kidscreen-52 kullanılmıştır. Çalışma sonucunda her iki grupta da yaşam kalitesinde önemli değişikliklerin olduğu bildirilmiştir [363]. Mevcut çalışmada da benzer olarak ÇİYKÖ anne-baba formunun alt başlığı olan fiziksel sağlık puanlarında robotik rehabilitasyon alan grupta anlamlı gelişme görüldü.

Redman ve arkadaşlarının yaptığı çalışmaya 22 SP’li birey dahil edilmiştir ve bireyler rastgele olacak şekilde çalışma ve kontrol grubu olacak şekilde 2 gruba ayrılmıştır. Çalışma grubunun üst ekstemitelerine BoNT A uygulanmış ve 1, 3 ve 6 ay sonra ÇİYKÖ formu ile yaşam kalitesi değerlendirmeleri yapılmıştır. Çalışma sonucunda üst ekstremiteye uygulanan BoNT A uygulamasının yaşam kalitesi ile bir ilişkisinin olmadığı bildirilmiştir. Botulinum toxin A uygulamasından sonra üst ekstremitte fonksiyonlarının iyileştiği ile ilgili bilgi bulunmamaktadır [364]. Bu sonuçların çalışmamızın sonuçlarıyla uyuşmamasının olası nedeni BoNT A uygulamasından sonra üst ekstremitte işlev ve yapılarında iyileşme görülsün bile bunların fonksiyona yansımaması olabileceği düşünülmektedir. Taravati ve arkadaşlarının 37 innmeli bireyi dâhil ettikleri çalışmada tüm katılımcılar rastgele 2 gruba ayrıldı. Her iki gruba konvansiyonel rehabilitasyon uygulanması yapılırken, çalışma grubuna konvansiyonel rehabilitasyon uygulamasının yanında 4 hafta boyunca, haftada 5 gün, günde 30-45 dakika olacak şekilde ReoGo™-Motorika üst ekstremitte rehabilitasyon sistemi ile üst ekstremitte robotik rehabilitasyonu uygulanmıştır. Çalışma sonucunda İnmeye Özgü Yaşam Kalitesi Ölçeği ile değerlendirilen bireylerin yaşam kalitesi robotik rehabilitasyon alan grupta daha iyi olmakla beraber bu farkın anlamlı olmadığı bildirilmiştir [365]. Bu çalışmanın sonuçlarının mevcut çalışmanın sonuçlarıyla uyumsuz olmasının olası nedeninin, farklı robotik rehabilitasyon sistemlerinin farklı gruplar üzerinde farklı sonuçlar çıkarabileceği olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle robotik rehabilitasyon uygulamalarında uygun robotik sistem ve uygun katılımcıların seçilmesinin önemli olduğu düşünülmektedir.

Mevcut çalışma sonuçlarına göre ÇİYKÖ anne-baba formunun alt başlığı olan fiziksel sağlık puanlarında robotik rehabilitasyon alan grupta anlamlı düzeyde iyileşme olduğu sonucuna varıldı. Bu durumun üst ekstremitte fonksiyonlarının artmasıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Ancak ÇİYKÖ'nün diğer alt parametrelerinde herhangi bir iyileşmenin olmaması robotik rehabilitasyonun yaşam kalitesine yönelik uygulamalar içermemesinden kaynaklı olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenle rehabilitasyon programlarına yaşam kalitesine yönelik uygulamaların eklenmesinin faydalı olacağını düşünmekteyiz.

5.11. Yürüyüş

Üst ekstremitte fonksiyonları, SP'li bireylerde günlük yaşam aktiviteleri ve fonksiyonel bağımsızlık için olduğu gibi yürüme için de oldukça önemlidir. Unilateral SP'li bireylerde kol duruşu ve yürüme instabilitesi arasındaki ilişki literatürde açıkça belirtilmesine rağmen [108, 131, 366, 367] üst ekstremitte robotik rehabilitasyonundan sonra yürümenin değerlendirildiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır.

Yürüme genellikle günlük hayattaki en önemli aktivitelerden biri olarak kabul edilir [9]. Bu nedenle rehabilitasyonun ve ailelerin temel hedefi yürüme üzerine odaklanmaktır. Önceki çalışmalara bakıldığında, yürüme üzerine yapılan çalışmalarda çoğunlukla alt ekstremitelerin incelendiği, yürümenin üst ekstremitte ile ilişkisine ise daha az ilgi duyulduğu görülmektedir [139, 368, 369]. Bu konuyla ilgili bulduğumuz en eski çalışma 1939 yılında Elftman tarafından yapılmıştır ve insanın dik durmaya başlamasıyla beraber kolların vücudu destekleme ve itme gibi geleneksel işlevlerinden kurtulduğu bildirilmiştir. Ancak üst ekstremitenin sarkaçvari bir şekilde hareket edip etmediği ve bu hareketlerin kas kaynaklı olup olmadığı konusu netlik kazanmamıştır [370]. Teknolojinin gelişmesi ile çalışmaların seyri de değişmiştir. Son çalışmalar, insan hareketi sırasında uzuvlar arası koordinasyonun, kedilerdekine benzer şekilde düzenlendiğini göstermektedir [113, 371]. Bu nedenle dört ayaklılarda ekstremiteler arası koordinasyonun altında yatan omurga organizasyonunun insanlarda da olabileceği tahmin edilmektedir [372]. Örneğin, ayağın ritmik hareketleri sırasında, üst ekstremitelerde döngüsel bir H-refleks modülasyonu gözlenmiştir [373]. Yapılan çalışmalarda yürüme sırasında bir bacağa uygulanan mekanik uyarıların, iki taraflı kol EMG yanıtlarını belirgin bir şekilde artırdığı bildirilmiştir. Bu veriler, insanların bacak ve kolların hareketini koordine eden esnek bir nöronal bağlantıya sahip olduğu fikrini

desteklemektedir. Hatta yapılan çalışmalar çocuklarda, yetişkinlerde ve dört ayaklılarda yürüme sırasındaki ekstremit koordinasyonun benzer olduğunu bildirmiştir [374-379].

Yapılan incelemeler sonucunda, yürümenin sadece alt ekstremitiye ilgilendiren bir durum olmadığı, aksine dört ekstremitenin koordineli bir şekilde aktif çalıştığı kompleks bir durum olduğu sonucuna varılmıştır [380]. Ancak uSP'li bireylerde üst ekstremitelerinin değerlendirilmesi ve tedavisi neredeyse yalnızca el fonksiyonunu iyileştirmeyi amaçlamakta yada hijyen gibi problemlere odaklanmaktadır [381].

Yapılan çalışmalarda kol hareketlerinin net bir biyomekanik amacı ve yürüyüşte önemli bir rolü olduğu da bildirilmektedir [107, 382]. Ayrıca uSP'li bireylerin etkilenen ve az etkilenen kolları incelendiğinde farklı hareketlerin benimsendiği ve yürüyüşlerini optimize etmek için üst ekstremitelerini kullandıkları bildirilmektedir [383]. Bu nedenle mevcut çalışmada üst ekstremitiye uyguladığımız robotik rehabilitasyonun yürüme parametreleri üzerine etkilerinin incelenmesi ile konuya duyulan ilginin artırılabilirliği düşünülmektedir.

Unilateral SP'li bireylerde vücudun bir yarısının alt ve üst ekstremitelerinde görülen bozukluklar, yapısal ve fonksiyonel asimetriye neden olmakta ve az etkilenen taraf üzerine ağırlık aktarılırken etkilenen tarafa kısa süreli ağırlık aktarılması yapılmaktadır. Ayrıca normal yürüyüş sırasında, kol salınımı karşı taraf alt ekstremit adımları ile birlikte hareket eder [106]. Ancak uSP'li bireylerde az etkilenen üst ekstremiteleri bacakların oluşturduğu yüksek açılı momentuma karşı koymak için daha yüksek genlik ile sallanır ve bu durum daha az stâbil bir yürüyüş paternine neden olur [384, 385]. Ayrıca yürüme sırasında kol salınımları arasında da asimetri olduğu ve etkilenen kolun fleksiyon pozisyonunda olduğu bildirilmektedir [131, 386-389]. Özellikle yürüme sırasında etkilenen tarafta normal hareketin olmadığı açıkça görülmekte ve asimetrik duruş daha da belirgin hale gelmektedir. Üst ekstremitenin bu pozisyonu SP'li bireylerin damgalanmasına neden olurken, kozmetik ve sosyal bir engele de dönüşebilmektedir [381]. Yürüyeabilen SP'li bireyler ile normal gelişim gösteren bireylerin karşılaştırıldığı bir derleme çalışmasında, adım zamanı ve ayak ilerleme açısı bakımından iki grup arasında anlamlı bir farkın olmadığı, tek ekstremit destek süresinin, adım uzunluğunun ve kadans sayılarının SP'li bireylerde daha düşük olduğu, çift destek süresinin, adım genişliğinin ise SP'li bireylerde daha yüksek olduğu bildirilmiştir [390]. Benzer şekilde uSP'li bireylerin yürüme fazları değerlendirildiğinde etkilenmiş taraf duruş fazının ve adım uzunluğunun kısaldığı, sallanma fazının ise uzadığı, az etkilenmiş

taraf duruş fazının, adım uzunluğunun uzadığı ve sallanma fazının kısaldığı görülmektedir [391, 392].

Alt ekstremitte ritmik tekrarlayan hareketlerin yürüyüşün gelişiminden sorumlu tek faktör olmadığı, yürüyüş hızının hem alt ekstremitte hem de üst ekstremitte arasındaki koordinasyondan etkilendiği ve dört ekstremitte arasında birbirine bağlı bir ilişki bulunduğu bildirilmiştir [393]. İnsanlarda yavaş yürüme sırasında kol ve bacaklar arasında 2/1'lik bir koordinasyon gözlemlendiği bildirilmiştir [394]. Bu durumu açıklayan bir diğer çalışma ise Roostaei ve arkadaşlarının 15 uSP ve 15 sağlıklı bireyi dahil ettikleri ve tüm bireylerin üst ekstremitelerini 3 farklı durumdayken (a-serbest üst ekstremiteler (kısıtlama yok) b- basit üst ekstremitte kısıtlaması (bir askı ile etkilenmemiş-baskın ÜE kısıtlaması) c-yüksek kısıtlama (basit kısıtlamaya ek olarak diğer ÜE ile su şişesi tutma)) zamanlı kalk ve yürü testi ile değerlendirdiği çalışmadır. Unilateral SP'li bireylerde kısıtlama yapıldığında zamanlı kalk ve yürü testini tamamlama sürelerinin önemli derecede arttığını ve bu sonucun üst ekstremitelerin yürüme fonksiyonuna olan etkisinin açık göstergesi olduğunu bildirmişlerdir [346].

Yapılan çalışmalar incelendiğinde rehabilitasyon programına üst ekstremitelerin dahil edilmesinin, stabilite ve ekstremiteler arasındaki koordinasyonu geliştirdiği bildirilmiştir. Koordinasyonun gelişmesiyle birlikte, üst ekstremitte yürüyüş sırasında alt ekstremitenin hareketlerine yardımcı olarak enerji harcamasının azalmasının, yürüyüş hızı ve yürüyüş parametrelerinin düzelmesinin sağlanabileceği öne sürülmektedir [12, 382]. Mevcut çalışmada da benzer olarak robotik rehabilitasyon alan grubun üst ekstremitte fonksiyonelliğinin artması, az etkilenmiş taraf duruş fazının ve yürüme döngüsünün azalmasına, sallanma fazının artmasına neden olmuştur. Konvansiyonel grup ile karşılaştırıldığında ise yine robotik rehabilitasyon alan grubun az etkilenmiş taraf duruş ve sallanma fazlarının diğer gruba göre anlamlı düzeyde iyileştiği görüldü. Gillik ve Koppes'in yaptıkları çalışmaya 6 uSP'li birey dâhil edilmiş ve bireylere 19 gün kısıtlamaya bağlı tedavi uygulanmıştır. Çalışma sonucunda kaba motor fonksiyon ölçümünün ayakta durma, yürüme ve koşma bölümlerinde önemli gelişmelerin kaydedildiği bildirilmiştir [395]. Mevcut çalışma bulguları, üst ekstremitte egzersiz programlarının postür veya alt ekstremitte fonksiyonu ile ilgili etkisini değerlendiren önceki çalışma ile uyumludur [396]. Ancak Zipp-Pinto ve arkadaşlarının yaptığı ve 3 hafta boyunca, haftada 5 gün, günde 6 saat süren bir KZHT programı uygulandığı çalışma sonucunda çocuklarda üst ekstremitte tedavisini

takiben kadansta önemli bir artış bulunduğ u bildirilmiştir [397]. Mevcut çalış ma sonuçlarında tedavi sonrasında her iki grupta da kadans yönünden anlamlı bir değ işikliğ in olmadığ ı bulundu. Bu farklılığ ın olası sebebinin uygulanan müdahalelerin süre ve yoğunluğ undan kaynaklı olabileceğ i düşünölmektedir.

Literatürü incelediğ imizde, Cohen-Holzer ve arkadaşlarının yaptığ ı ve 6-10 yaş arası 10 bireyin dâhil edildiğ i çalış mada, bireylere 2 hafta boyunca, haftada 5 gün, günde 6 saat yoğun bir kombine kısıtlama ve bimanuel üst ekstremit e tedavi programı uygulanmıştır. Çalış ma sonucunda, üst ekstremit e fonksiyonlarının anlamlı düzeyde geliş mesinin yanında yürüme fonksiyonlarının da anlamlı düzeyde geliş meler gösterdiğ i bildirilmiştir [396]. Aynı şekilde yapılan çalış malarda ZKHT uygulamasından sonra yürüyüş parametrelerinde iyileş meler olduğ u bildirilmiştir [110, 397]. Benzer şekilde Esquenazi ve arkadaşlarının yaptıkları çalış maya 15 unilateral etkilenimli bireye BoNT A uygulaması yapılmıştır. Dirsek fleksörlerine uygulanan BoNT A sonrasında, yürüyüş sırasındaki dirsek fleksiyonu pozisyonunu düzelterek yürüme hızını ve koordinasyonu geliştirdiğ i bildirilmiştir [398]. Çalış mamızda literatürle benzer şekilde üst ekstremit e robotik rehabilitasyonu sonrasında üst ekstremit e fonksiyonelliğ inin geliş mesinin yanında yürümenin az etkilenmiş taraf duruş ve sallanma fazında ayrıca yürüyüş döngüsünde de anlamlı düzeyde iyileş meler olduğ u bulundu. Tüm müdahale sadece üst ekstremit eye yönelik olmasına rağmen katılımcıların yürüme parametrelerinde de iyileş meler göröldü. Bu bulgular, insan yürüyüşünün dört ekstremit eyi ilgilendiren bir durum olduğunu bildiren ve üst ekstremit e ile yürüme ilişkisini açıklayan önceki çalış malar ile uyumludur. Üst ekstremit eye yönelik uygulamanın yürümeyi geliştirmesi ş u hipotezlerle açıklanabilmektedir.

I, Üst ekstremit e fonksiyonelliğ inin artması ekstremiteler arası koordinasyonun artmasını sağlayarak yürümeyi geliştirmiş olabilir. Bu hipotez, uSP'li çocuklarda kol salınımı manipüle edildiğ inde yürüyüş özelliklerinde değ işiklik raporlarıyla da desteklenmektedir [115].

II, Önceki çalış malarla bildirilmiş olan üst ve alt ekstremiteler arası nöral bağlant ıların kuvvetlenmesiyle üst ekstremit e fonksiyonelliğ inin artması sağlanarak yürüme geliştirilmiş olabilir [372].

III, Müdahale sonrası üst ekstremité biyomekaniğinin değışmesine bağı olarak alt ekstremitenin yeni duruma uyum sağlaması ile yürümenin iyileşmesi sağlanabilir [106].

Bu çalışmanın sonuçları Armeo Spring robotik rehabilitasyonun üst ekstremité fonksiyonelliğini iyileştirdiğini bildiren çalışmaların bulgularıyla uyumludur. Bu nedenle uSP'li bireylerde daha iyi sonuçlar elde etmek için konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak robotik terapinin uygulanması önerilmektedir.

Doerbeck ve arkadaşlarının 22 SP'li bireyle yaptığı ve 12 seans Armeo Spring rehabilitasyonu uygulanan bireylerin motivasyonunun yüksek olduğu bildirilmiştir [399]. Mevcut çalışma sonucunda tüm katılımcılar ve ebevenlerinin robotik rehabilitasyon için motivasyonlarının klinik gözlem olarak yüksek olduğu belirlendi. Ebeynlerin tümü bu tedaviyi tekrar almak istediklerini bildirdiler.

Sonuç olarak mevcut çalışma, uSP'li bireylerin rehabilitasyon programlarına üst ekstremité robotik rehabilitasyonun eklenmesi statik gövde kontrolünü, üst ekstremité kas tonusu, eklem hareket açıklığı ve selektivitesini ayrıca yürümenin alt parametrelerini geliştirmede faydalı olduğunu doğrulamaktadır. Mevcut çalışma, uSP'li bireylerin rehabilitasyon programlarına yeni bir bakış açısı kazandırmakta ve yürüme rehabilitasyonu için yapılan müdahalelerin odak noktasını, alt ekstremité rehabilitasyonundan üst ekstremitelerin de dâhil edildiği rehabilitasyon programlarına kaydırabileceği düşünülmektedir.

Bu çalışmanın önemli bir limitasyonu, tedavi sonrası görülen iyileşmelerin daha sonra tekrar değerlendirilememiş olmasıdır. Bu nedenle gelecekte çalışmaların bu durumu göz önünde bulundurarak planlanması gerektiği düşünülmektedir. Robotik rehabilitasyon uygulamalarının son yıllarda yaygınlaşmasına rağmen bu tedavilerin süresi ve yoğunluğu hala net değildir. Çalışmaların süre ve yoğunluğundaki değişiklikler çalışmanın etkilerini de değiştirebilir.

Çalışmaya dâhil edilen bireylerin demografik verilerinin gruplar arasında benzerlik göstermesi ve grupların rastgele bir şekilde oluşturulması çalışmamızın güçlü yanlarındanır. Prospektif randomize ve kontrollü olarak yapılan ve konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak uygulanan üst ekstremité robotik rehabilitasyonunun etkinliğinin araştırıldığı bu çalışmada bireylerin 18 seans terapi alması ve bir kontrol grubunun olması çalışmamızın güçlü

yanlarındandır. Çalışmanın güç analizinin yapılması ve yeterli katılımcı sayısına ulaşılmış olması da çalışmanın güçlü yanlarındandır.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Unilateral SP'li bireylerde konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak uygulanan üst ekstremité robotik rehabilitasyon yaklaşımının üst ekstremité işlevlerine, gövde kontrolüne, yaşam kalitesine ve yürüme parametrelerine olan etkisini incelemek amacıyla yaptığımız çalışma sonucunda H1₁, H2₁, H3₁ ve H4₁ numaralı hipotezlerimiz kısmen doğrulanmıştır. Mevcut çalışmanın sonuçları aşağıda verilmiştir;

- Konvansiyonel fizyoterapiye ek olarak uygulanan robotik rehabilitasyonun üst ekstremité fonksiyonları üzerine olumlu etkisi olduğu bulundu. Bu nedenle Üst ekstremité robotik rehabilitasyonunun uSP'li bireylerin tedavi programlarına eklenmesinin önemli olduğu düşünülmektedir.
- Unilateral SP'li bireylerin rehabilitasyonunda konvansiyonel fizyoterapi yaklaşımının etkili olduğu, buna ilave olarak uygulanan robotik rehabilitasyon yaklaşımlarının bu etkileri artırabileceği sonucuna varıldı.
- Yürümenin sadece alt ekstremiteleri ilgilendirdiği düşünülse de yürümenin dört ekstremitenin koordinasyonu ile ilişkili olduğu kanıtlanmıştır. Çalışmamızın sonuçları üst ekstremitéye uygulanan müdahalelerin yürüme parametreleri üzerine etkileri için kanıt oluşturmuştur.
- Uygulanan müdahale yöntemlerinin başarısı nöroplastisitenin sağlanması ile ilişkilidir. Rehabilitasyon sürecinde nöroplastisitenin gerçekleşmesi için ise geri bildirimlerin, yoğun tekrarın ve aktif katılımın sağlanması gerekmektedir. Robotik rehabilitasyonun görsel ve işitsel geri bildirimler, yoğun tekrar ile aktif katılıma imkân sağlaması uSP'li bireylerde tedavinin başarısını artırmıştır.
- Serebral palsili bireylerin rehabilitasyon süreçleri uzun yıllar devam eder ve bu süreçte sadece konvansiyonel programlarının uygulanması rehabilitasyonun sürdürülebilirliğini zorlaştırır. Çalışmamızda uzun yıllar devam eden tedavilerin robotik rehabilitasyonla desteklenmesi, ailelerin memnuniyet düzeylerini artırdığı görüldü.
- Unilateral SP'li bireylerin tedavi programlarına robotik rehabilitasyonun eklenmesinin biyopsikososyal açıdan bakıldığında olumlu etkileri görüldüğünden bu uygulamaların sosyal güvenlik kurumu tarafından geri ödeme planına alınmasının ve yaygınlaştırılmasının önemli olduğu ve bu konuyla ilgili uygun politika ve stratejilerin geliştirilmesinde ilgili bakanlık, kurum ve kuruluşların mevzuat çalışmalarına yol gösterici olacağı kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

1. Rosenbaum, P., N. Paneth, A. Levinton, M. Goldstein, M. Bax, D. Damiano and B. Jacobsson (2006). The definition and classification of cerebral palsy. *NeoReviews*, 7(11): p. e569.
2. Bartels, E.M., L. Korbo and A.P. Harrison, (2020). Novel insights into cerebral palsy. *Journal of Muscle Research and Cell Motility*, 41(1): p. 265–267
3. Stanley, F.J., E. Blair and E. Alberman (2000). *Cerebral palsies: Epidemiology and Causal Pathways*. Cambridge University Press.
4. Styer-Acevedo, J., Physical Therapy for the Child. *Pediatric Physical Therapy*, 1999: p. 107.
5. Chen, Y.-P. and A.M. Howard, Effects of robotic therapy on upper-extremity function in children with cerebral palsy: a systematic review. *Developmental Neurorehabilitation*, 2016. 19(1): p. 64-71.
6. Karch D, Heinemann K, *Physiotherapeutic Interventions: Bobath, Vojta, and Motor Learning Approaches*. In: Christos P. Panteliadis (ed.), Cerebral palsy. A multidisciplinary approach, 3th edition, 2018; 16: 155-164.
7. Sakzewski, L., A. Gordon and A.-C. Eliasson, The state of the evidence for intensive upper limb therapy approaches for children with unilateral cerebral palsy. *Journal of Child Neurology*, 2014. 29(8): p. 1077-1090.
8. Fonseca, S.r.T., K.G. Holt, L. Feters and E. Saltzman (2004). Dynamic resources used in ambulation by children with spastic hemiplegic cerebral palsy: relationship to kinematics, energetics, and asymmetries. *Physical Therapy*, 84(4): p. 344-354.
9. Chiou, I.-I.L. and C.N. Burnett, Values of activities of daily living: a survey of stroke patients and their home therapists. *Physical Therapy*, 1985. 65(6): p. 901-906.
10. Bayon, C., O. Ramírez, M. Velasco, J.I. Serrano, S.L. Lara, I. Martinez-Caballero and E. Rocon. (2016). *Pilot study of a novel robotic platform for gait rehabilitation in children with cerebral palsy*. in 2016 6th IEEE International Conference on Biomedical Robotics and Biomechatronics (BioRob), 6(6): p. 35-52.
11. Juenger, H., N. Kuhnke, C. Braun, F. Ummenhofer, M. Wilke, M. Walther, I. Koerte, I. Delvendahl, N.H. Jung and S. Berweck (2013). Two types of exercise-induced neuroplasticity in congenital hemiparesis: A transcranial magnetic stimulation, functional MRI, and magnetoencephalography study. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 55(10): p. 941-951.
12. Collins, S.H., P.G. Adamczyk and A.D. Kuo (2009). Dynamic arm swinging in human walking. *Proceedings of the Royal Society. Biological Sciences*, 276(1673): p. 3679-3688.
13. Meyns, P., S.M. Bruijn and J. Duysens (2013). The how and why of arm swing during human walking. *Gait and Posture*, 38(4): p. 555-562.

14. Plasschaert, V.F., J.E. Vriezekolk, P.B. Aarts, A.C. Geurts and C.H. Van den Ende (2019). Interventions to improve upper limb function for children with bilateral cerebral palsy: a systematic review. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 61(8): p. 899-907.
15. Fasoli, S.E., B. Ladenheim, J. Mast and H.I. Krebs (2012). New horizons for robot-assisted therapy in pediatrics. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 91(11): p. 280-289.
16. Jakob, I., A. Kollreider, M. Germanotta, F. Benetti, A. Cruciani, L. Padua and I. Aprile (2018). Robotic and sensor technology for upper limb rehabilitation. *The Journal of Injury, Function and Rehabilitation*, 10: p. 189-197.
17. Organization, W.H. (2007). *International Classification of Functioning, Disability, and Health: Children and Youth Version: ICF-CY*. World Health Organization. p. 6-16.
18. Krebs, H.I., B. Ladenheim, C. Hippolyte, L. Monterroso and J. Mast (2009). Robot-assisted task-specific training in cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 51: p. 140-145.
19. Lang, C.E., J.R. MacDonald, D.S. Reisman, L. Boyd, T.J. Kimberley, S.M. Schindler-Ivens, T.G. Hornby, S.A. Ross and P.L. Scheets (2009). Observation of amounts of movement practice provided during stroke rehabilitation. *Archives Of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(10): p. 1692-1698.
20. Lo, A.C., P.D. Guarino, L.G. Richards, J.K. Haselkorn, G.F. Wittenberg, D.G. Federman, R.J. Ringer, T.H. Wagner, H.I. Krebs and B.T. Volpe (2010). Robot-assisted therapy for long-term upper-limb impairment after stroke. *New England Journal of Medicine*, 362(19): p. 1772-1783.
21. Gassert, R. and V. Dietz (2018). Rehabilitation robots for the treatment of sensorimotor deficits: a neurophysiological perspective. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 15(1): p. 1-15.
22. Sung-U, S., B.U. Nisa, K. Yotsumoto and R. Tanemura (2021). Effectiveness of robotic-assisted therapy for upper extremity function in children and adolescents with cerebral palsy: a systematic review protocol. *BMJ open*, 11(5): p. 045-051.
23. Rosenbaum, P., N. Paneth, A. Leviton, M. Goldstein, M. Bax, D. Damiano, B. Dan and B. Jacobsson (2007). A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Developmental Medicine Child Neurology Supplement*, 109(suppl 109): p. 8-14.
24. Little, W.J. (1966). On the influence of abnormal parturition, difficult labours, premature birth, and asphyxia neonatorum, on the mental and physical condition of the child, especially in relation to deformities. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 46: p. 7-22.
25. Tarsuslu, T. and A. Livanelioglu (2010). Relationship between quality of life and functional status of young adults and adults with cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation*, 32(20): p. 1658-1665.

26. Cans, C. (2000). Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 42(12): p. 816-824.
27. Reddihough, D.S. and K.J. Collins (2003). The epidemiology and causes of cerebral palsy. *Australian Journal of Physiotherapy*, 49(1): p. 7-12.
28. Oskoui, M., F. Coutinho, J. Dykeman, N. Jette and T. Pringsheim (2013). An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 55(6): p. 509-519.
29. Serdaroğlu, A., A. Cansu, S. Özkan and S. Tezcan (2006). Prevalence of cerebral palsy in Turkish children between the ages of 2 and 16 years. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48(6): p. 413-416.
30. Himmelmann, K., V. McManus, G. Hagberg, P. Uvebrant, I. Krägeloh-Mann and C. Cans (2009). Dyskinetic cerebral palsy in Europe: trends in prevalence and severity. *Archives of Disease in Childhood*, 94(12): p. 921-926.
31. Pakula, A.T., K.V.N. Braun and M. Yeargin-Allsopp (2009). Cerebral palsy: classification and epidemiology. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*, 20(3): p. 425-452.
32. Krigger, K. W. (2006). Cerebral palsy: an overview. *American family physician*, 73(1), p. 91-100.
33. Erkin, G., S.U. Delialioglu, S. Ozel, C. Culha and H. Sirzai (2008). Risk factors and clinical profiles in Turkish children with cerebral palsy: analysis of 625 cases. *International Journal of Rehabilitation Research*, 31(1): p. 89-91.
34. Mukherjee, S. and G.-S. Deborah, (2007). Cerebral Palsy In: Braddom Randall L: *Physical Medicine and Rehabilitation*, 6 (1): p. 17.
35. Morris, C. (2007). Definition and classification of cerebral palsy: a historical perspective. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 49: p. 3-7.
36. Cans, C., H. Dolk, M.J. Platt and A. Colver (2007). Recommendations from the SCPE collaborative group for defining and classifying cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 49(1): p. 35-36.
37. Johnson A. (2002). Prevalence and characteristics of children with cerebral palsy in Europe. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 44(9): p. 633-640.
38. Miller, F. (2005). *Cerebral palsy*. Publisher Springer Science and Business Media, New York, p. 387
39. Miller, F. (2007). *Physical therapy of cerebral palsy*. Publisher Springer Science and Business Media, New York, p. 27-50.
40. Elbasan, B. (2019). *Pediatric Fizyoterapi Rehabilitasyon*. İstanbul. İstanbul Tıp Kitapevleri. 3. baskı, p. 124-137.

41. Jones, M.W., E. Morgan, J.E. Shelton and C. Thorogood (2007). Abnormal signs associated with cerebral palsy. *Journal of Pediatric Health Care*, 3(21): p. 146-152.
42. Krägeloh-Mann, I. and C. Cans (2009). Cerebral palsy update. *Brain and Development*, 31(7): p. 537-544.
43. Eriman, E.O., A. Icagasioglu, E. Demirhan, S. Kolukisa, H. Aras, S. Haliloglu and H.S. Baklacioglu (2009). Demographic data and clinical characteristics of 202 cerebral palsy cases/Serebral palsili 202 olgunun demografik verileri ve klinik ozellikler. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*: p. 94-98.
44. Love, R.J. (2000). *Childhood motor speech disability*. Pearson College Division. 2. Edition. p. 43-58
45. Shevell, M.I., L. Dagenais, N. Hall and R. Consortium (2009). The relationship of cerebral palsy subtype and functional motor impairment: a population-based study. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 51(11): p. 872-877.
46. Murphy, N. and T. Such-Neibar (2003). Cerebral palsy diagnosis and management: the state of the art. *Current problems in pediatric and adolescent health care*, 33(5): p. 146-169.
47. Folkerth, R.D. (2005). Neuropathologic substrate of cerebral palsy. *Journal of Child Neurology*, 20(12): p. 940-949..
48. Wu, Y.W., C.E. Lindan, L.H. Henning, C.K. Yoshida, H.J. Fullerton, D.M. Ferriero, A.J. Barkovich and L.A. Croen (2006). Neuroimaging abnormalities in infants with congenital hemiparesis. *Pediatric Neurology*, 35(3): p. 191-196.
49. Uvebrant, P. (1988). Hemiplegic cerebral palsy aetiology and outcome. *Acta Paediatrica*, 77: p. 1-100.
50. McIntyre, S., C. Morgan, K. Walker and I. Novak (2011). Cerebral palsy—don't delay. *Developmental Disabilities Research Reviews*, 17(2): p. 114-129.
51. Güner, B., *Hemiparetik Serebral Palsili çocuklarda üst ekstremitte fonksiyonelliğinin gövde kontrolü, denge ve yürümeye olan etkisinin incelenmesi*. İstanbul Aydın Üniversitesi. Yüksek Lisans Tezi. p. 47-56
52. Galli, M., V. Cimolin, C. Rigoldi, N. Tenore and G. Albertini (2010). Gait patterns in hemiplegic children with cerebral palsy: comparison of right and left hemiplegia. *Research in Developmental Disabilities*, 31(6): p. 1340-1345.
53. Donker, S.F., A. Ledebt, M. Roerdink, G.J. Savelsbergh and P.J. Beek (2008). Children with cerebral palsy exhibit greater and more regular postural sway than typically developing children. *Experimental Brain Research*, 184(3): p. 363-370.
54. Held, J. (1987). Recovery of function after brain damage: theoretical implications for therapeutic intervention. *Movement sciences: Foundations for Physical Therapy in Rehabilitation*: p. 155-177.

55. Papavasiliou, A.S. (2009). Management of motor problems in cerebral palsy: a critical update for the clinician. *European Journal of Paediatric Neurology*, 13(5): p. 387-396.
56. De Roode, C.P., M.A. James and A.E. Van Heest (2010). Tendon transfers and releases for the forearm, wrist, and hand in spastic hemiplegic cerebral palsy. *Techniques in Hand and Upper Extremity Surgery*, 14(2): p. 129-134.
57. Pearson, T.S., R. Pons, R. Ghaoui and C.M. Sue (2019). Genetic mimics of cerebral palsy. *Movement Disorders*, 34(5): p. 625-636.
58. Dabbous, O.A., Y.M. Mostafa, H.A. El Noamany, S.A. El Shennawy and M.A. El Bagoury (2016). Laser acupuncture as an adjunctive therapy for spastic cerebral palsy in children. *Lasers in Medical Science*, 31(6): p. 1061-1067.
59. Nielsen, J.B., N.T. Petersen, C. Crone and T. Sinkjaer (2005). Stretch reflex regulation in healthy subjects and patients with spasticity. *Neuromodulation: Technology at the Neural Interface*, 8(1): p. 49-57.
60. Bar-On, L., G. Molenaers, E. Aertbeliën, A. Van Campenhout, H. Feys, B. Nuttin and K. Desloovere (2015). Spasticity and its contribution to hypertonia in cerebral palsy. *BioMed Research International*, 7(1) p. 1-10
61. Peck, J., I. Urits, H. Kassem, C. Lee, W. Robinson, E.M. Cornett, A.A. Berger, J. Herman, J.W. Jung, A.D. Kaye and O. Viswanath (2020). Interventional Approaches to Pain and Spasticity Related to Cerebral Palsy. *Psychopharmacology Bulletin*, 50(41): p. 108-120.
62. Gage, J.R. and T.F. Novacheck (2001). An update on the treatment of gait problems in cerebral palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics Part B*, 10(4): p. 265-274.
63. Morrell, D.S., J.M. Pearson and D.D. Sauser (2002). Progressive bone and joint abnormalities of the spine and lower extremities in cerebral palsy. *Radiographics*, 22(2): p. 257-268.
64. Pierce, S.R., L.A. Prosser, S.C. Lee and R.T. Lauer (2012). The relationship between spasticity and muscle volume of the knee extensors in children with cerebral palsy. *Pediatric physical therapy: the official publication of the Section on Pediatrics of the American Physical Therapy Association*, 24(2): p. 177.
65. Smith, M. and M.A. Kurian (2012). The medical management of cerebral palsy. *Paediatrics and Child Health*, 22(9): p. 372-376.
66. Nonnekes, J., N. Benda, H. Van Duijnhoven, F. Lem, N. Keijsers, J.W.K. Louwerens, A. Pieterse, B. Renzenbrink, V. Weerdesteyn and J. Buurke (2018). Management of gait impairments in chronic unilateral upper motor neuron lesions: a review. *JAMA Neurology*, 75(6): p. 751-758.
67. Rose, J., J.G. Martin, L. Torburn, L.A. Rinsky and J.G. Gamble (1999). Electromyographic differentiation of diplegic cerebral palsy from idiopathic toe walking: involuntary coactivation of the quadriceps and gastrocnemius. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 19(5): p. 677.

68. Sanger, T.D., D. Chen, M.R. Delgado, D. Gaebler-Spira, M. Hallett, J.W. Mink and T.o.C.M. Disorders (2006). Definition and classification of negative motor signs in childhood. *Pediatrics*, 118(5): p. 2159-2167.
69. Cahill-Rowley, K. and J. Rose (2014). Etiology of impaired selective motor control: emerging evidence and its implications for research and treatment in cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 56(6): p. 522-528.
70. Kuo, H.C., K.M. Friel and A.M. Gordon (2018). Neurophysiological mechanisms and functional impact of mirror movements in children with unilateral spastic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 60(2): p. 155-161.
71. Fahr, A., J.W. Keller and H.J. Van Hedel (2020). A systematic review of training methods that may improve selective voluntary motor control in children with spastic cerebral palsy. *Frontiers in Neurology*, 11: p. 572038.
72. Heyrman, L., K. Desloovere, G. Molenaers, G. Verheyden, K. Klingels, E. Monbaliu and H. Feys (2013). Clinical characteristics of impaired trunk control in children with spastic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 34(1): p. 327-334.
73. De Graaf-Peters, V.B., C.H. Blauw-Hospers, T. Dirks, H. Bakker, A.F. Bos and M. Hadders-Algra (2007). Development of postural control in typically developing children and children with cerebral palsy: possibilities for intervention? *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 31(8): p. 1191-1200.
74. Winter, D.A. (1995). Human balance and posture control during standing and walking. *Gait and Posture*, 3(4): p. 193-214
75. Romkes, J., W. Peeters, A.M. Oosterom, S. Molenaar, I. Bakels and R. Brunner (2007). Evaluating upper body movements during gait in healthy children and children with diplegic cerebral palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics B*, 16(3): p. 175-180.
76. Prosser, L.A., S.C. Lee, M.F. Barbe, A.F. VanSant and R.T. Lauer (2010). Trunk and hip muscle activity in early walkers with and without cerebral palsy—a frequency analysis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20(5): p. 851-859.
77. Steenbergen, B. and R. Meulenbroek (2003). Signs of long-term adaptation to permanent brain damage as revealed by prehension studies of children with spastic hemiparesis. *Latash, M.L.; Levin, M.(ed.), Progress in Motor Control III: Effects of Age, Disorder and Rehabilitation*: p. 207-234.
78. Öhrvall, A.-M., L. Krumlinde-Sundholm and A.-C. Eliasson (2013). Exploration of the relationship between the Manual Ability Classification System and hand-function measures of capacity and performance. *Disability and Rehabilitation*, 35(11): p. 913-918.
79. Arnould, C., Y. Bleyenheuft and J.-L. Thonnard (2014). Hand functioning in children with cerebral palsy. *Frontiers in Neurology*, 5: p. 48.
80. Artilheiro, M.C., J.C.F. Correa, V. Cimolin, M.O. Lima, M. Galli, W. de Godoy and P.R.G. Lucareli (2014). Three-dimensional analysis of performance of an upper limb

- functional task among adults with dyskinetic cerebral palsy. *Gait and Posture*, 39(3): p. 875-881..
81. Heyrman, L., H. Feys, G. Molenaers, E. Jaspers, D. Monari, A. Nieuwenhuys and K. Desloovere (2014). Altered trunk movements during gait in children with spastic diplegia: compensatory or underlying trunk control deficit? *Research in Developmental Disabilities*, 35(9): p. 2044-2052.
 82. Tseng, M.-H., K.-L. Chen, J.-Y. Shieh, L. Lu and C.-Y. Huang (2011). The determinants of daily function in children with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 32(1): p. 235-245.
 83. Majnemer, A., M. Shevell, P. Rosenbaum, M. Law and C. Poulin (2007). Determinants of life quality in school-age children with cerebral palsy. *The Journal of Pediatrics*, 151(5): p. 470-475.
 84. Group, W. (1993). Study protocol for the World Health Organization project to develop a Quality of Life assessment instrument (WHOQOL). *Quality of Life Research*, 2: p. 153-159.
 85. Glenn, S., C. Cunningham, H. Poole, D. Reeves and M. Weindling (2009). Maternal parenting stress and its correlates in families with a young child with cerebral palsy. *Child: Care, Health and Development*, 35(1): p. 71-78.
 86. Sigurdardottir, S., M.S. Indredavik, A. Eiriksdottir, K. Einarsdottir, H.S. Gudmundsson and T. Vik (2010). Behavioural and emotional symptoms of preschool children with cerebral palsy: a population-based study. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 52(11): p. 1056-1061.
 87. Gilson, K.M., E. Davis, D. Reddihough, K. Graham and E. Waters (2014). Quality of life in children with cerebral palsy: implications for practice. *Journal of Child Neurology*, 29(8): p. 1134-1140.
 88. Büyükturan, B., (2012). *Spastik diparetik ve hemiparetik serebral palsili çocuklarda alt ekstremitte duyu bozukluklarının motor performans üzerine etkilerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Bolu.
 89. Uzun Akkaya, K. and B. Elbasan (2021). An investigation of the effect of the lower extremity sensation on gait in children with cerebral palsy. *Gait and Posture*, 85: p. 25-30.
 90. Song, S., K. Lee, S. Jung, S. Park, H. Cho and G. Lee (2018). Effect of Horizontal Whole-Body Vibration Training on Trunk and Lower-Extremity Muscle Tone and Activation, Balance, and Gait in a Child with Cerebral Palsy. *The American Journal of Case Reports*, 19: p. 1292-1300.
 91. Ross, S.A. and J.R. Engsberg (2007). Relationships between spasticity, strength, gait, and the GMFM-66 in persons with spastic diplegia cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(9): p. 1114-1120.

92. Dallmeijer, A.J., E.A. Rameckers, H. Houdijk, S. de Groot, V.A. Scholtes and J.G. Becher (2017). Isometric muscle strength and mobility capacity in children with cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation*, 39(2): p. 135-142.
93. Gordon, A.M., Y. Bleyenheuft and B. Steenbergen (2013). Pathophysiology of impaired hand function in children with unilateral cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 55: p. 32-37.
94. Krigger, K.W. (2006). Cerebral palsy: an overview. *American Family Physician*, 73(1): p. 91-100.
95. Greaves, S., C. Imms, K. Dodd and L. Krumlinde-Sundholm (2010). Assessing bimanual performance in young children with hemiplegic cerebral palsy: a systematic review. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 52(5): p. 413-421.
96. Taub, E., G. Uswatte and T. Elbert (2002). New treatments in neurorehabilitation founded on basic research. *Nature Reviews Neuroscience*, 3(3): p. 228-236.
97. Kuhtz-Buschbeck, J.P., L.K. Sundholm, A.-C. Eliasson and H. Forssberg (2000). Quantitative assessment of mirror movements in children and adolescents with hemiplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 42(11): p. 728-736.
98. Charles, J. and A.M. Gordon (2005). A critical review of constraint-induced movement therapy and forced use in children with hemiplegia. *Neural Plasticity*, 12(2-3): p. 245-261.
99. Makki, D., J. Duodu and M. Nixon (2014). Prevalence and pattern of upper limb involvement in cerebral palsy. *Journal of Children's Orthopaedics*, 8(3): p. 215-219.
100. Taub, E., G. Uswatte and R. Pidikiti (1999). Constraint-induced movement therapy: a new family of techniques with broad application to physical rehabilitation-a clinical review. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 36(3): p. 237-251.
101. Hoare, B., Imms, C., Carey, L., and Wasiak, J. (2007). Constraint-induced movement therapy in the treatment of the upper limb in children with hemiplegic cerebral palsy: a Cochrane systematic review. *Clinical Rehabilitation*, 21(8), p. 675-685.
102. Steenbergen, B. and A.M. Gordon (2006). Activity limitation in hemiplegic cerebral palsy: evidence for disorders in motor planning. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48(9): p. 780-783.
103. Eagleton, M., A. Iams, J. McDowell, R. Morrison and C.L. Evans (2004). The effects of strength training on gait in adolescents with cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy*, 16(1): p. 22-30.
104. Rose, S.A., S. Öunpuu and P.A. DeLuca (1991). Strategies for the assessment of pediatric gait in the clinical setting. *Physical Therapy*, 71(12): p. 961-980.
105. Berger, W. (1998). Characteristics of locomotor control in children with cerebral palsy. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 22(4): p. 579-582.

106. Donker, S.F., P.J. Beek, R. Wagenaar and T. Mulder (2001). Coordination between arm and leg movements during locomotion. *Journal of Motor Behavior*, 33(1): p. 86-102.
107. Park, J. (2008). Synthesis of natural arm swing motion in human bipedal walking. *Journal of Biomechanics*, 41(7): p. 1417-1426.
108. Meyns, P., K. Desloovere, L. Van Gestel, F. Massaad, B. Smits-Engelsman and J. Duysens (2012). Altered arm posture in children with cerebral palsy is related to instability during walking. *European Journal of Paediatric Neurology*, 16(5): p. 528-535.
109. Bax, M., M. Goldstein, P. Rosenbaum, A. Leviton, N. Paneth, B. Dan, B. Jacobsson and D. Damiano (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47(8): p. 571-576.
110. Coker, P., T. Karakostas, C. Dodds and S. Hsiang (2010). Gait characteristics of children with hemiplegic cerebral palsy before and after modified constraint-induced movement therapy. *Disability and Rehabilitation*, 32(5): p. 402-408.
111. Dietz, V., K. Fouad and C. Bastiaanse (2001). Neuronal coordination of arm and leg movements during human locomotion. *European Journal of Neuroscience*, 14(11): p. 1906-1914.
112. Delwaide, P. and P. Crenna (1984). Cutaneous nerve stimulation and motoneuronal excitability. II: Evidence for non-segmental influences. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 47(2): p. 190-196.
113. Pang, M.Y. and J.F. Yang (2001). Interlimb co-ordination in human infant stepping. *The Journal of Physiology*, 533(2): p. 617-625.
114. Gans, C., A.S. Gaunt and P.W. Webb (2010). Vertebrate locomotion. *Comprehensive Physiology*: p. 55-213.
115. Delabastita, T., K. Desloovere and P. Meyns (2016). Restricted arm swing affects gait stability and increased walking speed alters trunk movements in children with cerebral palsy. *Frontiers in Human Neuroscience*, 10: p. 354.
116. Beauchet, O. and G. Berrut (2006). [Gait and dual-task: definition, interest, and perspectives in the elderly]. *Psychol Neuropsychiatr Vieil*, 4(3): p. 215-225.
117. Jacquelin Perry, M. (2010). Gait analysis: normal and pathological function. *The Journal of Sports Science and Medicine*, 9(2): p. 353.
118. El-Shamy, S.M. and A.A.M. Abdelaal (2016). WalkAide efficacy on gait and energy expenditure in children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 95(9): p. 629-638.
119. Dequeker, G., A. Van Campenhout, H. Feys and G. Molenaers (2018). Evolution of self-care and functional mobility after single-event multilevel surgery in children and adolescents with spastic diplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 60(5): p. 505-512.

120. Krätschmer, R., H. Böhm and L. Döderlein (2019). Kinematic adaptation and changes in gait classification in running compared to walking in children with unilateral spastic cerebral palsy. *Gait and Posture*, 67: p. 104-111.
121. Bjornson, K.F., B. Belza, D. Kartin, R. Logsdon and J.F. McLaughlin (2007). Ambulatory physical activity performance in youth with cerebral palsy and youth who are developing typically. *Physical Therapy*, 87(3): p. 248-257.
122. Shewokis, P., S. Pierce, C. Stackhouse, B. Smith and J. McCarthy (2004). The use of principles of motor learning in a fcs gait training program for children with hemiplegic cerebral palsy: a pilot study. in *9th Annual Conference of the International FES Society September*, p. 1-3.
123. Maturana, C.S., L.S.T. Silva, E.S.M. Gaetan and D.C.L. Ribeiro (2013). Plantar pressure distribution in children with hemiparetic and diparetic cerebral palsy: case control study. *Terapia Manuel Posturologia*, 11(54): p. 481-487.
124. Tecklin, J.S. (1999). Physical therapy for the child with cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy* (4). p. 11-57
125. Perry, J. and J.M. Burnfield (2010). Gait analysis. Normal and pathological function 2nd ed. *California: Slack*. p. 21-130
126. Ford, M.P., R.C. Wagenaar and K.M. Newell (2007). Phase manipulation and walking in stroke. *Journal of Neurologic Physical Therapy*, 31(2): p. 85-91.
127. Galli, M., V. Cimolin, G. Albertini, L. Piccinini, A.C. Turconi, J. Romkes and R. Brunner (2014). Kinematic analysis of upper limb during walking in diplegic children with Cerebral Palsy. *European Journal of Paediatric Neurology*, 18(2): p. 134-139.
128. Lewek, M.D., R. Poole, J. Johnson, O. Halawa and X. Huang (2010). Arm swing magnitude and asymmetry during gait in the early stages of Parkinson's disease. *Gait and Posture*, 31(2): p. 256-260.
129. Su, K.-J., W.-J. Hwang, C.-y. Wu, J.-J. Fang, I.-F. Leong and H.-I. Ma (2014). Increasing speed to improve arm movement and standing postural control in Parkinson's disease patients when catching virtual moving balls. *Gait and Posture*, 39(1): p. 65-69.
130. Tester, N.J., D.R. Howland, K.V. Day, S.P. Suter, A. Cantrell and A.L. Behrman (2011). Device use, locomotor training and the presence of arm swing during treadmill walking after spinal cord injury. *Spinal Cord*, 49(3): p. 451-456.
131. Bonnefoy-Mazure, A., Y. Sagawa Jr, P. Lascombes, G. De Coulon and S. Armand (2014). A descriptive analysis of the upper limb patterns during gait in individuals with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 35(11): p. 2756-2765.
132. Sutherland, D.H., R. Olshen, L. Cooper and S.L. Woo (1980). The development of mature gait. *Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*, 62(3): p. 336-353.
133. Ledebt, A. (2000). Changes in arm posture during the early acquisition of walking. *Infant Behavior and Development*, 23(1): p. 79-89.

134. Kubo, M. and B. Ulrich (2006). A biomechanical analysis of the ‘high guard’ position of arms during walking in toddlers. *Infant Behavior and Development*, 29(4): p. 509-517.
135. Cappellini, G., Y.P. Ivanenko, N. Dominici, R.E. Poppele and F. Lacquaniti (2010). Motor patterns during walking on a slippery walkway. *Journal of Neurophysiology*, 103(2): p. 746-760.
136. Vaughan, C.L., Davis, B.L., O’Connor, J.C., (1992). *Dynamics of Human Gait*. Human Kinetics Publishers, Champaign, IL, p. 26.
137. Neumann, D.A., (2018). *Kas-İskelet Sistemi Kinezyolojisi: Rehabilitasyon için Temeller*. Ankara: Hipokrat Kitabevi. p. 597-625
138. Bonnefoy-Mazure, A., Y. Sagawa Jr, P. Lascombes, G. De Coulon and S. Armand (2013). Identification of gait patterns in individuals with cerebral palsy using multiple correspondence analysis. *Research in Developmental Disabilities*, 34(9): p. 2684-2693.
139. Gage, J.R., M.H. Schwartz, S.E. Koop and T.F. Novacheck (2009). The identification and treatment of gait problems in cerebral palsy, *Journal of Children's Orthopaedics*, 4(2): p. 177-178
140. Winters, T., J. Gage and R. Hicks (1987). Gait patterns in spastic hemiplegia in children and young adults. *Journal of Bone and Joint Surgery American Volume*, 69(3): p. 437-441.
141. Johnston, M.V., A. Ishida, W.N. Ishida, H.B. Matsushita, A. Nishimura and M. Tsuji (2009). Plasticity and injury in the developing brain. *Brain and Development*, 31(1): p. 1-10.
142. Cramer, S.C., at al. (2011). Harnessing neuroplasticity for clinical applications. *Brain*, 134(Pt 6): p. 1591-1609.
143. Staudt, M., C. Gerloff, W. Grodd, H. Holthausen, G. Niemann and I. Krägeloh-Mann (2004). Reorganization in congenital hemiparesis acquired at different gestational ages. *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*, 56(6): p. 854-863.
144. Dobkin, B.H. (2004). Neurobiology of rehabilitation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1038(1): p. 148-170.
145. Feys, H., W. De Weerd, G. Verbeke, G.C. Steck, C. Capiat, C. Kiekens, E. Dejaeger, G. Van Hoydonck, G. Vermeersch and P. Cras (2004). Early and repetitive stimulation of the arm can substantially improve the long-term outcome after stroke: a 5-year follow-up study of a randomized trial. *Stroke*, 35(4): p. 924-929.
146. Molteni, F., G. Gasperini, G. Cannaviello and E. Guanziroli (2018). Exoskeleton and end-effector robots for upper and lower limbs rehabilitation: narrative review. *The Journal of Injury, Function and Rehabilitation*, 10(9): p. 174-188.

147. Aisen, M.L., D. Kerkovich, J. Mast, S. Mulroy, T.A. Wren, R.M. Kay and S.A. Rethlefsen (2011). Cerebral palsy: clinical care and neurological rehabilitation. *The Lancet Neurology*, 10(9): p. 844-852.
148. Garvey, M.A., M.L. Giannetti, K.E. Alter and P.S. Lum (2007). Cerebral palsy: new approaches to therapy. *Current Neurology and Neuroscience Reports*, 7(2): p. 147-155.
149. Krebs, H.I., J.J. Palazzolo, L. Dipietro, M. Ferraro, J. Krol, K. Ranekleiv, B.T. Volpe and N. Hogan (2003). Rehabilitation robotics: Performance-based progressive robot-assisted therapy. *Autonomous Robots*, 15(1): p. 7-20.
150. Frascarelli, F., L. Masia, G. Di Rosa, P. Cappa, M. Petrarca, E. Castelli and H.I. Krebs (2009). The impact of robotic rehabilitation in children with acquired or congenital movement disorders. *European journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 45(1): p. 135-141.
151. Levin, M.F. and D. Piscitelli (2022). Motor Control: A Conceptual Framework for Rehabilitation. *Motor Control*, 26(4): p. 497-517.
152. Van Dijk, L., C. van der Sluis and R.M. Bongers (2017). Reductive and emergent views on motor learning in rehabilitation practice. *Journal of Motor Behavior*, 49(3): p. 244-254.
153. Schmidt, R.A., T.D. Lee, C. Winstein, G. Wulf and H.N. Zelaznik (2018). *Motor control and learning: A behavioral emphasis*. (6th ed.). Human kinetics. p. 225-260
154. Kleim, J.A. and T.A. Jones (2008). Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage. *Journal of Speech Language and Hearing Research*, 51(1): p. 225-239
155. Sakzewski, L., J. Ziviani and R.N. Boyd (2014). Efficacy of upper limb therapies for unilateral cerebral palsy: a meta-analysis. *Pediatrics*, 133(1): p. 175-204.
156. Kitago, T. and J.W. Krakauer (2013). Motor learning principles for neurorehabilitation. *Handbook of Clinical Neurology*, 110: p. 93-103.
157. Lennon, S. and A. Ashburn (2000). The Bobath concept in stroke rehabilitation: a focus group study of the experienced physiotherapists' perspective. *Disability Rehabilitation*, 22(15): p. 665-674.
158. Magill, R. and D. Anderson (2010). *Motor learning and control*. McGraw-Hill Publishing New York. 12th Edition. p. 56-78.
159. Schoenmaker, J., H. Houdijk, B. Steenbergen, H.A. Reinders-Messelink and M.M. Schoemaker (2022). Effectiveness of different extrinsic feedback forms on motor learning in children with cerebral palsy: a systematic review. *Disability Rehabilitation*: p. 1-14..
160. Fitts, P. M., and Posner, M. I. (1967). *Human performance*. Brooks. Cole, Belmont, CA, p. 7-16.

161. Trabacca, A., T. Vespino, A. Di Liddo and L. Russo (2016). Multidisciplinary rehabilitation for patients with cerebral palsy: improving long-term care. *Journal of Multidisciplinary Healthcare*, 9: p. 455.
162. Boyd, R., M. Morris and H. Graham (2001). Management of upper limb dysfunction in children with cerebral palsy: a systematic review. *European Journal of Neurology*, 8: p. 150-166.
163. Sakzewski, L., J. Ziviani and R. Boyd (2009). Systematic review and meta-analysis of therapeutic management of upper-limb dysfunction in children with congenital hemiplegia. *Pediatrics*, 123(6): p. 1111-1122.
164. Novak, I., S. McIntyre, C. Morgan, L. Campbell, L. Dark, N. Morton, E. Stumbles, S.A. Wilson and S. Goldsmith (2013). A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 55(10): p. 885-910.
165. Pin, T., P. Dyke and M. Chan (2006). The effectiveness of passive stretching in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48(10): p. 855-862.
166. James, S.F., M (2001). Contractures in orthopaedic and neurological conditions: a review of causes and treatment. *Disability and Rehabilitation*, 23(13): p. 549-558.
167. Gracies, J.-M. (2001). Pathophysiology of impairment in patients with spasticity and use of stretch as a treatment of spastic hypertonia. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 12(4): p. 747-768.
168. De Deyne, P.G. (2001). Application of passive stretch and its implications for muscle fibers. *Physical Therapy*, 81(2): p. 819-827.
169. Morton, R.E., J. Hankinson and J. Nicholson (2004). Botulinum toxin for cerebral palsy; where are we now? *Archives of Disease in Childhood*, 89(12): p. 1133-1137.
170. Albavera-Hernández, C., J.M. Rodríguez and A.J. Idrovo (2009). Safety of botulinum toxin type A among children with spasticity secondary to cerebral palsy: a systematic review of randomized clinical trials. *Clinical Rehabilitation*, 23(5): p. 394-407.
171. Dursun, N., T. Gokbel, M. Akarsu, M. Bonikowski, W. Pyrzanowska and E. Dursun (2021). Intermittent serial casting for wrist flexion deformity in children with spastic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 63(6): p. 743-747.
172. Bly L (1996). What is the role of sensation in motor learning? What is the role of feedback and feedforward. *Neurodevelopmental Treatment Association Network* 1996; 5(5): p. 1-7.
173. Bobath, K. (1984). The neuro-developmental treatment. *Management of Motor Disorders of Children with Cerebral Palsy*, 1(1): p. 6-18.
174. Webb, M. (2008). A rapid review of the evidence for the effectiveness of Bobath therapy for children and adolescents with cerebral palsy. *Cardiff, UK: National Public*

- Health Services for Wales/Gwasanaeth Iechyd Cyhoeddus Cenedlaethol Cymru*: p. 1-29.
175. Singhi, P.D. (2004). Cerebral palsy-management. *The Indian Journal of Pediatrics*, 71(7): p. 635-639.
 176. Zanon, M.A., R.L. Pacheco, C.d.O.C. Latorraca, A.L.C. Martimbianco, D.V. Pachito and R. Riera (2019). Neurodevelopmental treatment (Bobath) for children with cerebral palsy: a systematic review. *Journal of Child Neurology*, 34(11): p. 679-686.
 177. Anttila, H., I. Autti-Rämö, J. Suoranta, M. Mäkelä and A. Malmivaara (2008). Effectiveness of physical therapy interventions for children with cerebral palsy: a systematic review. *BMC Pediatrics*, 8(1): p. 1-10.
 178. Duff, S.V. and A.M. Gordon (2003). Learning of grasp control in children with hemiplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 45(11): p. 746-757.
 179. Wu, C.-y., L.-l. Chuang, K.-c. Lin, H.-c. Chen and P.-k. Tsay (2011). Randomized trial of distributed constraint-induced therapy versus bilateral arm training for the rehabilitation of upper-limb motor control and function after stroke. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 25(2): p. 130-139.
 180. Gordon, A.M., J. Charles and S.L. Wolf (2005). Methods of constraint-induced movement therapy for children with hemiplegic cerebral palsy: development of a child-friendly intervention for improving upper-extremity function. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 86(4): p. 837-844.
 181. Schwartz, D. (2009). Improving Hand Function in Children with Cerebral Palsy: Theory, Evidence and Intervention. *Journal of Hand Therapy*, 22(4): p. 382-383.
 182. Jeannerod, M. (1984). The timing of natural prehension movements. *Journal of Motor Behavior*, 16(3): p. 235-254.
 183. Eyre, J.A., M. Smith, L. Dabydeen, G.J. Clowry, E. Petacchi, R. Battini, A. Guzzetta and G. Cioni (2007). Is hemiplegic cerebral palsy equivalent to amblyopia of the corticospinal system? *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*, 62(5): p. 493-503..
 184. Winstein, C., A. Wing and J. Whittall (2003). Motor control and learning principles for rehabilitation of upper limb movements after brain injury. *Handbook of Neuropsychology*, 9: p. 79-138.
 185. Charles, J. and A.M. Gordon (2006). Development of hand-arm bimanual intensive training (Habit) for improving bimanual coordination in children with hemiplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine Child Neurology*, 48(11): p. 931-936.
 186. Ouyang, R. G., Yang, C. N., Qu, Y. L., Koduri, M. P., and Chien, C. W. (2020). Effectiveness of hand-arm bimanual intensive training on upper extremity function in children with cerebral palsy: A systematic review. *European Journal of Paediatric Neurology*, 25(1): p. 17-28.

187. Dennis, R., R. Christian and M. Palokas (2019). Effectiveness of financial incentives for long-acting injectable antipsychotic adherence in patients with psychotic and bipolar disorders: a systematic review protocol. *JBIR Database System Reviews Implementation Reports*, 17(1): p. 43-48.
188. Weiss, P.L., D. Rand, N. Katz and R. Kizony (2004). Video capture virtual reality as a flexible and effective rehabilitation tool. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 1(1): p. 1-12.
189. Lopes, J.B.P., N.d.A.C. Duarte, R.D. Lazzari and C.S. Oliveira (2020). Virtual reality in the rehabilitation process for individuals with cerebral palsy and Down syndrome: A systematic review. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 24(4): p. 479-483.
190. Page, S.J., P. Levine, S. Sisto, Q. Bond and M.V. Johnston (2002). Stroke patients' and therapists' opinions of constraint-induced movement therapy. *Clinical Rehabilitation*, 16(1): p. 55-60.
191. Harris, K. and D. Reid (2005). The influence of virtual reality play on children's motivation. *Canadian Journal of Occupational Therapy*, 72(1): p. 21-29.
192. Freeman, D., S. Reeve, A. Robinson, A. Ehlers, D. Clark, B. Spanlang and M. Slater (2017). Virtual reality in the assessment, understanding, and treatment of mental health disorders. *Psychological Medicine*, 47(14): p. 2393-2400.
193. Kwakkel, G., B.J. Kollen and H.I. Krebs (2008). Effects of robot-assisted therapy on upper limb recovery after stroke: a systematic review. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 22(2): p. 111-121.
194. Maciejasz, P., J. Eschweiler, K. Gerlach-Hahn, A. Jansen-Troy and S. Leonhardt (2014). A survey on robotic devices for upper limb rehabilitation. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 11(1): p. 1-29.
195. Jennings, K.D., R.E. Connors and C.E. Stegman (1988). Does a physical handicap alter the development of mastery motivation during the preschool years? *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 27(3): p. 312-317.
196. Messier, J., F. Ferland and A. Majnemer (2008). Play behavior of school age children with intellectual disability: Their capacities, interests and attitude. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 20(2): p. 193-207.
197. Sveistrup, H. (2004). Motor rehabilitation using virtual reality. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 1(1): p. 1-8.
198. Sandlund, M., S. McDonough and C. Häger-Ross (2009). Interactive computer play in rehabilitation of children with sensorimotor disorders: a systematic review. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 51(3): p. 173-179.
199. Miguel Cruz, A., A.M. Rios Rincon, W.R. Rodriguez Dueñas, D.A. Quiroga Torres and A.F. Bohórquez-Heredia (2017). What does the literature say about using robots on children with disabilities? *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 12(5): p. 429-440.

200. Huang, V.S. and J.W. Krakauer (2009). Robotic neurorehabilitation: a computational motor learning perspective. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 6(1): p. 1-13.
201. Iandolo, R., F. Marini, M. Semprini, M. Laffranchi, M. Mugnosso, A. Cherif, L. De Michieli, M. Chiappalone and J. Zenzeri (2019). Perspectives and challenges in robotic neurorehabilitation. *Applied Sciences*, 9(15): p. 3183.
202. Birkenmeier, R.L., E.M. Prager and C.E. Lang (2010). Translating animal doses of task-specific training to people with chronic stroke in 1-hour therapy sessions: a proof-of-concept study. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 24(7): p. 620-635.
203. Fasoli, S.E., M. Fragala-Pinkham, R. Hughes, N. Hogan, H.I. Krebs and J. Stein (2008). Upper limb robotic therapy for children with hemiplegia. *American Journal Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(11): p. 929-936.
204. Friel, K.M., P. Lee, L.V. Soles, A.R. Smorenburg, H.-C. Kuo, D. Gupta and D.J. Edwards (2017). Combined transcranial direct current stimulation and robotic upper limb therapy improves upper limb function in an adult with cerebral palsy. *NeuroRehabilitation*, 41(1): p. 41-50.
205. Reid, L.B., S.E. Rose and R.N. Boyd (2015). Rehabilitation and neuroplasticity in children with unilateral cerebral palsy. *Nature Reviews Neurology*, 11(7): p. 390-400.
206. Eliasson, A.-C. (2005). Improving the use of hands in daily activities: aspects of the treatment of children with cerebral palsy. *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics*, 25(3): p. 37-60.
207. Lemmens, R.J., Y.J. Janssen-Potten, A.A. Timmermans, A. Defesche, R.J. Smeets and H.A. Seelen (2014). Arm hand skilled performance in cerebral palsy: activity preferences and their movement components. *BMC Neurology*, 14(1): p. 1-10.
208. Wu, Y.-N., M. Hwang, Y. Ren, D. Gaebler-Spira and L.-Q. Zhang (2011). Combined passive stretching and active movement rehabilitation of lower-limb impairments in children with cerebral palsy using a portable robot. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 25(4): p. 378-385.
209. Fluet, G.G., Q. Qiu, D. Kelly, H.D. Parikh, D. Ramirez, S. Saleh and S.V. Adamovich (2010). Interfacing a haptic robotic system with complex virtual environments to treat impaired upper extremity motor function in children with cerebral palsy. *Developmental Neurorehabilitation*, 13(5): p. 335-345.
210. Aurich-Schuler, T., F. Grob, H.J. van Hedel and R. Labruyère (2017). Can Lokomat therapy with children and adolescents be improved? An adaptive clinical pilot trial comparing Guidance force, Path control, and FreeD. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 14(1): p. 1-14.
211. Wood, K.C., C.E. Lathan and K.R. Kaufman (2012). Feasibility of gestural feedback treatment for upper extremity movement in children with cerebral palsy. *IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering*, 21(2): p. 300-305.

212. Drużbicki, M., W. Rusek, M. Szczepanik, J. Dudek and S. Snela (2010). Assessment of the impact of orthotic gait training on balance in children with cerebral palsy. *Acta of Bioengineering and Biomechanics*, 12(3): p. 53-58.
213. Gilliaux, M., A. Renders, D. Dispa, D. Holvoet, J. Sapin, B. Dehez, C. Detrembleur, T.M. Lejeune and G. Stoquart (2015). Upper limb robot-assisted therapy in cerebral palsy: a single-blind randomized controlled trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 29(2): p. 183-192.
214. Qiu, Q., D. Ramirez, S. Saleh, G. Fluet, H. Parikh and D. Kelly (2009). SV" Adamovich, The New Jersey Institute of Technology Robot-Assisted Virtual Rehabilitation (NJIT-RAVR) system for children with cerebral palsy: A feasibility study. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 16(6): p. 1-10.
215. Reid, D.T. (2002). The use of virtual reality to improve upper-extremity efficiency skills in children with cerebral palsy: a pilot study. *Technology and Disability*, 14(2): p. 53-61.
216. Wille, D., K. Eng, L. Holper, E. Chevrier, Y. Hauser, D. Kiper, P. Pyk, S. Schlegel and A. Meyer-Heim (2009). Virtual reality-based paediatric interactive therapy system (PITS) for improvement of arm and hand function in children with motor impairment—a pilot study. *Developmental Neurorehabilitation*, 12(1): p. 44-52.
217. Sale, P., V. Lombardi and M. Franceschini (2012). Hand robotics rehabilitation: feasibility and preliminary results of a robotic treatment in patients with hemiparesis. *Stroke Research and Treatment*, 2012(1): p. 1-5
218. Preston, N., A. Weightman, J. Gallagher, R. Holt, M. Clarke, M. Mon-Williams, M. Levesley and B. Bhakta (2016). Feasibility of school-based computer-assisted robotic gaming technology for upper limb rehabilitation of children with cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation: Assistive Technology*, 11(4): p. 281-288.
219. Chen, Y.-P., L.-J. Kang, T.-Y. Chuang, J.-L. Doong, S.-J. Lee, M.-W. Tsai, S.-F. Jeng and W.-H. Sung (2007). Use of virtual reality to improve upper-extremity control in children with cerebral palsy: a single-subject design. *Physical Therapy*, 87(11): p. 1441-1457.
220. Meyer-Heim, A. and H.J. van Hedel (2013). Robot-assisted and computer-enhanced therapies for children with cerebral palsy: current state and clinical implementation. *Seminars in Pediatric Neurology*, 20(2): 139-145.
221. Turconi, A.C., E. Biffi, C. Maghini, E. Peri and C. Gagliardi (2015). Can new technologies improve upper limb performance in grown-up diplegic children? *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 52(5): p. 672-681.
222. Bartolo, M., A.M. De Nunzio, F. Sebastiano, F. Spicciato, P. Tortola, J. Nilsson and F. Pierelli (2014). Arm weight support training improves functional motor outcome and movement smoothness after stroke. *Functional Neurology*, 29(1): p. 15.

223. Calabrò, R.S., M. Russo, A. Naro, D. Milardi, T. Balletta, A. Leo, S. Filoni and P. Bramanti (2016). Who may benefit from artemio power treatment? A neurophysiological approach to predict neurorehabilitation outcomes. *The Journal of Injury, Function and Rehabilitation*, 8(10): p. 971-978.
224. Schiariti, V., A.F. Klassen, A. Cieza, K. Sauve, M. O'Donnell, R. Armstrong and L.C. Mâsse (2014). Comparing contents of outcome measures in cerebral palsy using the International Classification of Functioning (ICF-CY): a systematic review. *European Journal of Paediatric Neurology*, 18(1): p. 1-12.
225. Eliasson, A.-C., L. Krumlinde-Sundholm, B. Rösblad, E. Beckung, M. Arner, A.-M. Öhrvall and P. Rosenbaum (2006). The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48(7): p. 549-554.
226. Rosenbaum, P.L., S.D. Walter, S.E. Hanna, R.J. Palisano, D.J. Russell, P. Raina, E. Wood, D.J. Bartlett and B.E. Galuppi (2002). Prognosis for gross motor function in cerebral palsy: creation of motor development curves. *Jama*, 288(11): p. 1357-1363.
227. Palisano, R.J., S.E. Hanna, P.L. Rosenbaum, D.J. Russell, S.D. Walter, E.P. Wood, P.S. Raina and B.E. Galuppi (2000). Validation of a model of gross motor function for children with cerebral palsy. *Physical Therapy*, 80(10): p. 974-985.
228. Morris, C. and D. Bartlett (2004). Gross motor function classification system: impact and utility. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 46(1): p. 60-65.
229. Otman, A.S., H. (2014). Demirel and A. Sade, *Tedavi Hareketlerinde Temel Değerlendirme Prensipleri*, Pelikan yayıncılık, p.71-111.
230. Beyazova, M. and Y.G. Kutsal (2016). *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, 3. baskı, p. 124-137.
231. Rw, B. and M. Smith (1987). Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Physical Therapy*, 67(2): p. 206-207.
232. Charalambous, C.P. (2014). Interrater reliability of a modified Ashworth scale of muscle spasticity. *Classic Papers in Orthopaedics Springer*, 67(2): p. 415-417.
233. Taylor, N., P. Sand and R. Jebsen (1973). Evaluation of hand function in children. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 54(3): p. 129-135.
234. Eliasson, A.-C., K. Shaw, E. Ponten, R. Boyd and L. Krumlinde-Sundholm (2009). Feasibility of a day-camp model of modified constraint-induced movement therapy with and without botulinum toxin A injection for children with hemiplegia. *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics*, 29(3): p. 311-333.
235. Charles, J.R., S.L. Wolf, J.A. Schneider and A.M. Gordon (2006). Efficacy of a child-friendly form of constraint-induced movement therapy in hemiplegic cerebral palsy: a randomized control trial. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48(8): p. 635-642.

236. Niesche, R. and M. Haase (2012). Emotions and ethics: A Foucauldian framework for becoming an ethical educator. *Educational Philosophy and Theory*, 44(3): p. 276-288.
237. Hackel, M.E., G.A. Wolfe, S.M. Bang and J.S. Canfield (1992). Changes in hand function in the aging adult as determined by the Jebsen Test of Hand Function. *Physical Therapy*, 72(5): p. 373-377.
238. Sears, E.D. and K.C. Chung (2010). Validity and responsiveness of the jebsen–taylor hand function test. *The Journal of Hand Surgery*, 35(1): p. 30-37.
239. Chiu, H.-C., L. Ada and H.-M. Lee (2014). Upper limb training using Wii Sports Resort™ for children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized, single-blind trial. *Clinical Rehabilitation*, 28(10): p. 1015-1024.
240. DeMatteo, C., M. Law, D. Russell, N. Pollock, P. Rosenbaum and S. Walter (1993). The reliability and validity of the Quality of Upper Extremity Skills Test. *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics*, 13(2): p. 1-18.
241. Law, M., D. Cadman, P. Rosenbaum, S. Walter, D. Russell and C. DeMatteo (1991). Neurodevelopmental therapy and upper-extremity inhibitive casting for children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 33(5): p. 379-387.
242. Thorley, M., N. Lannin, A. Cusick, I. Novak and R. Boyd (2012). Reliability of the quality of upper extremity skills test for children with cerebral palsy aged 2 to 12 years. *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics*, 32(1): p. 4-21.
243. Arnould, C., M. Penta, A. Renders and J.-L. Thonnard (2004). Abilhand-kids: a measure of manual ability in children with cerebral palsy. *Neurology*, 63(6): p. 1045-1052.
244. Şahin, E., B. Dilek, A. Karakaş, O. Engin, S. Gülbahar, Ö.F. Dadaş, M.Ö. Peker and Ö. El (2020). Reliability and validity of the Turkish version of the ABILHAND-kids survey in children with cerebral palsy. *Turkish Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 66(4): p. 444.
245. Oksuz, C., M. Kilinc, Ý. Alemdaroglu, S. Karahan, H. Demirhan, O. Yilmaz and S. Yildirim (2013). P. 10.2 Rasch measurement model to investigate the Turkish version of Abilhand-kids questionnaire in neuromuscular disease. *Neuromuscular Disorders*, 23(9): p. 789.
246. Wagner, L.V., J.R. Davids and J.W. Hardin (2016). Selective Control of the Upper Extremity Scale: validation of a clinical assessment tool for children with hemiplegic cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 58(6): p. 612-617.
247. Yildiz, A., R. Yildiz, H.I. Celik, O.F. Manzak and B. Elbasan (2020). Construct and discriminative validity and reliability of the Selective Control of the Upper Extremity Scale (SCUES) in children with unilateral cerebral palsy. *Physiotherapy Theory and Practice*: p. 1-9.
248. Heyrman, L., G. Molenaers, K. Desloovere, G. Verheyden, J. De Cat, E. Monbaliu and H. Feys (2011). A clinical tool to measure trunk control in children with cerebral palsy:

- the Trunk Control Measurement Scale. *Research in Developmental Disabilities*, 32(6): p. 2624-2635.
249. Ozal, C., G. Ari and M.K. Gunel (2019). Inter–intra observer reliability and validity of the Turkish version of Trunk Control Measurement Scale in children with cerebral palsy. *Acta Orthopaedica et Traumatologica Turcica*, 53(5): p. 381-384.
 250. Sperle, P.A., K.J. Ottenbacher, S.L. Braun, S.J. Lane and S. Nochajski (1997). Equivalence reliability of the Functional Independence Measure for Children (WeeFIM®) administration methods. *The American Journal of Occupational Therapy*, 51(1): p. 35-41.
 251. Chen, C.C., R.K. Bode, C.V. Granger and A.W. Heinemann (2005). Psychometric properties and developmental differences in children's ADL item hierarchy: a study of the WeeFIM instrument. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(9): p. 671-679.
 252. Serghiou, M., M. Rose, F. Pidcock, P. Esselman, L. Engrav, K. Kowalske and D. Lezotte (2008). The WeeFIM [R] instrument—a paediatric measure of functional independence to predict longitudinal recovery of paediatric burn patients. *Developmental Neurorehabilitation*, 11(1): p. 39-50.
 253. Long, C., J. Blackman, W. Farrell, M. Smolkin and M. Conaway (2005). A comparison of developmental versus functional assessment in the rehabilitation of young children. *Pediatric Rehabilitation*, 8(2): p. 156-161.
 254. Üneri, Ö. and M. NÇ (2007). Çocuklarda yaşam kalitesi kavramı ve yaşam kalitesi ölçeklerinin gözden geçirilmesi. *Çocuk ve Gençlik Ruh Sağlığı Dergisi*, 14(1): p. 48-56.
 255. Uneri, O.S., B. Agaoglu, A. Coskun and N.C. Memik (2008). Validity and reliability of Pediatric Quality of Life Inventory for 2-to 4-year-old and 5-to 7-year-old Turkish children. *Quality of Life Research*, 17(2): p. 307-315.
 256. Varni, J.W., M. Seid and P.S. Kurtin (2001). PedsQL™ 4.0: Reliability and validity of the Pediatric Quality of Life Inventory™ Version 4.0 Generic Core Scales in healthy and patient populations. *Medical Care*: p. 800-812.
 257. Scholz, M., R. Haase, D. Schriefer, I. Voigt and T. Ziemssen (2021). Electronic health interventions in the case of multiple sclerosis: From theory to practice. *Brain Sciences*, 11(2): p. 180.
 258. Degenhardt, B.F.; Starks, Z.; Bhatia, S (2020). Reliability of the DIERS Formetric 4D Spine Shape Parameters in Adults without Postural Deformities. *BioMed Research International*, 2020(1): p. 1–10.
 259. Liu, X., X.S. Yang, L. Wang, M. Yu, X.G. Liu and Z.J. Liu (2020). Usefulness of a combined approach of DIERS Formetric 4D® and QUINTIC gait analysis system to evaluate the clinical effects of different spinal diseases on spinal-pelvic-lower limb motor function. *Journal of Orthopaedic Science*, 25(4): p. 576-581.

260. Tabard-Fougère, A., A. Bonnefoy-Mazure, S. Hanquinet, P. Lascombes, S. Armand and R. Dayer (2017). Validity and reliability of spine rasterstereography in patients with adolescent idiopathic scoliosis. *Spine*, 42(2): p. 98-105.
261. Trentzsch, K., Schumann, P., Śliwiński, G., Bartscht, P., Haase, R., Schriefer, D., and Ziemssen, T. (2021). Using machine learning algorithms for identifying gait parameters suitable to evaluate subtle changes in gait in people with multiple sclerosis. *Brain Sciences*, 11(8): p. 1049.
262. Trentzsch, K., P. Schumann, G. Śliwiński, P. Bartscht, R. Haase, D. Schriefer, A. Zink, A. Heinke, T. Jochim and H. Malberg (2021). Using machine learning algorithms for identifying gait parameters suitable to evaluate subtle changes in gait in people with multiple sclerosis. *Brain Sciences*, 11(8): p. 1049.
263. Barry, M.J. (1996). Physical therapy interventions for patients with movement disorders due to cerebral palsy. *Journal of Child Neurology*, 11(1): p. 51-60.
264. Campbell, S.K. (1990). Efficacy of physical therapy in improving postural control in cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy*, 2(3): p. 135-140.
265. Seveck, M., E. Eklund, A. Mensch, M. Foreman, J. Standeven and J. Engsborg (2016). Using free internet videogames in upper extremity motor training for children with cerebral palsy. *Behavioral Sciences*, 6(2): p. 10.
266. Damiano, D.L. (2006). Activity, activity, activity: rethinking our physical therapy approach to cerebral palsy. *Physical Therapy*, 86(11): p. 1534-1540.
267. Zimmerli, L., C. Krewer, R. Gassert, F. Müller, R. Riener and L. Lünenburger (2012). Validation of a mechanism to balance exercise difficulty in robot-assisted upper-extremity rehabilitation after stroke. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 9(1): p. 1-13.
268. Gordon, A.M. and K.M. Friel (2009). Intensive training of upper extremity function in children with cerebral palsy. *Sensorimotor control of grasping: Physiology and Pathophysiology*: p. 438-457.
269. Martin, J.H., K.M. Friel, I. Salimi and S. Chakrabarty (2007). Activity-and use-dependent plasticity of the developing corticospinal system. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 31(8): p. 1125-1135.
270. Sakzewski, L., J. Ziviani and R.N. Boyd (2014). Efficacy of upper limb therapies for unilateral cerebral palsy: a meta-analysis. *Pediatrics*, 133(1): p. 175-204.
271. Ouyang, R.G., C.N. Yang, Y.L. Qu, M.P. Koduri and C.W. Chien (2020). Effectiveness of hand-arm bimanual intensive training on upper extremity function in children with cerebral palsy: A systematic review. *European Journal of Paediatric Neurology*, 25: p. 17-28.
272. Fandim, J.V., B.T. Saragiotto, G.J.M. Porfirio and R.F. Santana (2021). Effectiveness of virtual reality in children and young adults with cerebral palsy: a systematic review of randomized controlled trial. *Brazilian Journal of physical Therapy*, 25(4): p. 369-386.

273. Mumford, N. and P.H. Wilson (2009). Virtual reality in acquired brain injury upper limb rehabilitation: evidence-based evaluation of clinical research. *Brain Injury*, 23(3): p. 179-191.
274. Black, L. and D. Gaebler-Spira (2018). Nonsurgical treatment options for upper limb spasticity. *Hand Clinics*, 34(4): p. 455-464.
275. Masia, L., F. Frascarelli, P. Morasso, G. Di Rosa, M. Petrarca, E. Castelli and P. Cappa (2011). Reduced short term adaptation to robot generated dynamic environment in children affected by Cerebral Palsy. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 8(1): p. 1-13.
276. Fasoli, S.E., M. Fragala-Pinkham, R. Hughes, N. Hogan, H.I. Krebs and J. Stein (2008). Upper limb robotic therapy for children with hemiplegia. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(11): p. 929-936.
277. Burgess, A., S. Reedman, M.D. Chatfield, R.S. Ware, L. Sakzewski and R.N. Boyd (2022). Development of gross motor capacity and mobility performance in children with cerebral palsy: a longitudinal study. *Developmental Medicine Child Neurology*, 64(5): p. 578-585.
278. Blair, E. and F.J. Stanley (1988). Intrapartum asphyxia: a rare cause of cerebral palsy. *The Journal of Pediatrics*, 112(4): p. 515-519.
279. Bayazit, Z. *Serebral palsili hastaların demografik, klinik ve laboratuvar özelliklerinin değerlendirilmesi*. Tıpta Uzmanlık Tezi, Erciyes Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı. Kayseri.
280. Johnston, M.V. and H. Hagberg (2007). Sex and the pathogenesis of cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 49(1): p. 74-78.
281. Jacquemont, S., B.P. Coe, M. Hersch, M.H. Duyzend, N. Krumm, S. Bergmann, J.S. Beckmann, J.A. Rosenfeld and E.E. Eichler (2014). A higher mutational burden in females supports a “female protective model” in neurodevelopmental disorders. *The American Journal of Human Genetics*, 94(3): p. 415-425.
282. MacLennan, A.H., S.C. Thompson and J. Gecz (2015). Cerebral palsy: causes, pathways, and the role of genetic variants. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 213(6): p. 779-788.
283. Riad, J., T. Finnbogason and E. Broström (2020). Anatomical and dynamic rotational alignment in spastic unilateral cerebral palsy. *Gait Posture*, 81: p. 153-158.
284. Gordon, A.M., Y.-C. Hung, M. Brandao, C.L. Ferre, H.-C. Kuo, K. Friel, E. Petra, A. Chinnan and J.R. Charles (2011). Bimanual training and constraint-induced movement therapy in children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized trial. *Neurorehabilitation and Neural Repair*, 25(8): p. 692-702.
285. Kabakuş, N., Y. Açıık, A. Kurt, D.Ş. Özdiller, A. Kurt and A.D. Aygün (2005). Serebral palsili hastalarımızın demografik, etiyolojik ve klinik özellikleri. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 48(2): p. 125-129.

286. Ruiz Brunner, M.d.l.M., E. Cuestas, F. Heinen and A.S. Schroeder (2022). Growth in infants, children and adolescents with unilateral and bilateral cerebral palsy. *Scientific Reports*, 12(1): p. 1-9.
287. Böhm, H., P. Wanner, R. Rethwilm and L. Döderlein (2018). Prevalence and predictors for the ability to run in children and adolescents with cerebral palsy. *Clinical Biomechanics*, 58: p. 103-108.
288. Brady, K., D. Kiernan and A. Marron (2022). The progression of BMI status over time in Irish ambulant children with cerebral palsy. *Irish Journal of Medical Science*, 191(2): p. 793-799.
289. Kiernan, D., C. Nikolopoulou and K. Brady (2021). Prevalence of overweight and obesity in Irish ambulant children with cerebral palsy. *Irish Journal of Medical Science* (1971-), 190(1): p. 225-231.
290. Himmelmann, K. and P. Uvebrant (2018). The panorama of cerebral palsy in Sweden part XII shows that patterns changed in the birth years 2007–2010. *Acta paediatrica*, 107(3): p. 462-468.
291. Güven, A., D. Gülhis, U. KARAGÜL and S. Uysal (1999). Serebral palsy: 61 olgunun değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 52(1): p. 1-5.
292. Sinha, G., P. Corry, D. Subesinghe, J. Wild and M.I. Levene (1997). Prevalence and type of cerebral palsy in a British ethnic community: the role of consanguinity. *Developmental Medicine Child Neurology*, 39(4): p. 259-262.
293. Misirlioğlu, E.D., D. Aliefendioğlu, K. Fidan, F.N. Çakmak and A. Haberal (2006). Sağlık Bakanlığı Ankara Etlik Doğumevi ve Kadın Hastalıkları Eğitim ve Araştırma Hastanesinde doğum yapan annelerin antenatal bakım hizmetlerinden yararlanma durumunun değerlendirilmesi. *Perinatoloji Dergisi*, 14(1): p. 7-13.
294. Jeffries, L.M., A. LaForme Fiss, S. Westcott McCoy, D. Bartlett, L. Avery, S. Hanna and O.T.S. Team (2019). Developmental trajectories and reference percentiles for range of motion, endurance, and muscle strength of children with cerebral palsy. *Physical Therapy*, 99(3): p. 329-338.
295. Brændvik, S.M., A.-K.G. Elvrum, B. Vereijken and K. Roeleveld (2013). Involuntary and voluntary muscle activation in children with unilateral cerebral palsy—Relationship to upper limb activity. *European Journal of Paediatric Neurology*, 17(3): p. 274-279.
296. Koman, L.A., R.H. Gelberman, E.B. Toby and G.G. Poehling (1990). Cerebral palsy. Management of the upper extremity. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, (253): p. 62-74.
297. Cimolin, V., C. Germiniasi, M. Galli, C. Condoluci, E. Beretta and L. Piccinini (2019). Robot-Assisted upper limb training for hemiplegic children with cerebral palsy. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 31(1): p. 89-101.
298. Naro, A., A. Leo, M. Russo, C. Casella, A. Buda, A. Crespantini, B. Porcari, L. Carioti, L. Billeri and A. Bramanti (2017). Breakthroughs in the spasticity management: Are

- non-pharmacological treatments the future? *Journal of Clinical Neuroscience*, 39: p. 16-27.
299. Bhimani, R. and L. Anderson (2014). Clinical understanding of spasticity: implications for practice. *Rehabilitation Research and Practice*. p. 74-81.
 300. Chin, T.Y. and H.K. Graham (2003). Botulinum toxin A in the management of upper limb spasticity in cerebral palsy. *Hand Clinics*, 19(4): p. 591-600.
 301. Skoff, H. and D. Woodbury (1985). Management of the upper extremity in cerebral palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 5(5): p. 627.
 302. Bourke-Taylor, H. (2003). Melbourne assessment of unilateral upper limb function: construct validity and correlation with the pediatric evaluation of disability inventory. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 45(2): p. 92-96.
 303. Park, H., J.Y. Choi, S.-h. Yi, E.S. Park, D. Shim, T.Y. Choi and D.-w. Rha (2021). Relationship between the more-affected upper limb function and daily activity performance in children with cerebral palsy: a cross-sectional study. *BMC Pediatrics*, 21(1): p. 1-8.
 304. Sinkjær, T., J.B. Andersen, J.F. Nielsen and H.J. Hansen (1999). Soleus long-latency stretch reflexes during walking in healthy and spastic humans. *Clinical Neurophysiology*, 110(5): p. 951-959.
 305. Bar-On, L., E. Aertbeliën, G. Molenaers, B. Dan and K. Desloovere (2014). Manually controlled instrumented spasticity assessments: a systematic review of psychometric properties. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 56(10): p. 932-950.
 306. Meseguer-Henarejos, A.-B., J. Sanchez-Meca, J.-A. Lopez-Pina and R. Carles-Hernandez (2017). Inter-and intra-rater reliability of the Modified Ashworth Scale: a systematic review and meta-analysis. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 54(4): p. 576-590.
 307. Shumway-Cook, A. and M.H. Woollacott (2007). *Motor control: translating research into clinical practice*. Lippincott Williams and Wilkins. p.49-159
 308. Raine, S. (2009). The Bobath concept: developments and current theoretical underpinning. *Bobath Concept*, p. 1.
 309. Glavić, J., S. Rutović, N. Cvitanović, P. Burić and A. Petrović (2016). Technology-enhanced upper limb physical rehabilitation in hemiplegic cerebral palsy. *International Journal of Neurorehabilitation*, 3(225): p. 2376-0281.
 310. Fasoli, S.E., M. Fragala-Pinkham, R. Hughes, H.I. Krebs, N. Hogan and J. Stein (2008). Robotic therapy and botulinum toxin type A: a novel intervention approach for cerebral palsy. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(12): p. 1022-1026.
 311. El-Shamy, S.M. (2018). Efficacy of Armeo® Robotic Therapy Versus Conventional Therapy on Upper Limb Function in Children With Hemiplegic Cerebral Palsy. *American Journal of Physical Medicine Rehabilitation*, 97(3): p. 164-169.

312. Adomavičienė, A., K. Daunoravičienė, R. Kubilius, L. Varžaitytė and J. Raistenskis (2019). Influence of new technologies on post-stroke rehabilitation: a comparison of arneo spring to the kinect system. *Medicina*, 55(4): p. 98.
313. Taveggia, G., A. Borboni, L. Salvi, C. Mulé, S. Fogliaresi, J.H. Villafañe and R. Casale (2016). Efficacy of robot-assisted rehabilitation for the functional recovery of the upper limb in post-stroke patients: a randomized controlled study. *European Journal of Physical Rehabilitation Medicine*, 52(6): p. 767-773.
314. Fazekas, G., M. Horvath, T. Troznai and A. Toth (2007). Robot-mediated upper limb physiotherapy for patients with spastic hemiparesis: a preliminary study. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 39(7): p. 580-582.
315. Pin, T., P. Dyke and M. Chan (2006). The effectiveness of passive stretching in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48(10): p. 855-862.
316. Ayala, L., S. Winter, R. Byrne, D. Fehlings, A. Gehred, L. Letzkus, G. Noritz, M.C.B. Paton, L. Pietruszewski, N. Rosenberg, K. Tanner, J. Vargus-Adams, I. Novak and N.L. Maitre (2021). Assessments and Interventions for Spasticity in Infants With or at High Risk for Cerebral Palsy: A Systematic Review. *Pediatric Neurology*, 118: p. 72-90.
317. Klingels, K., I. Demeyere, E. Jaspers, P. De Cock, G. Molenaers, R. Boyd and H. Feys (2012). Upper limb impairments and their impact on activity measures in children with unilateral cerebral palsy. *European Journal of Paediatric Neurology*, 16(5): p. 475-484.
318. Di Pino, G., G. Pellegrino, G. Assenza, F. Capone, F. Ferreri, D. Formica, F. Ranieri, M. Tombini, U. Ziemann and J.C. Rothwell (2014). Modulation of brain plasticity in stroke: a novel model for neurorehabilitation. *Nature Reviews Neurology*, 10(10): p. 597-608.
319. Sakzewski, L., J. Ziviani and R. Boyd (2010). The relationship between unimanual capacity and bimanual performance in children with congenital hemiplegia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 52(9): p. 811-816.
320. Bishop, L., A.M. Gordon and H. Kim (2017). Hand robotic therapy in children with hemiparesis: a pilot study. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 96(1): p. 1-7.
321. Kuo, F.-L., H.-C. Lee, H.-Y. Hsiao and J.-C. Lin (2020). Robotic-assisted hand therapy for improvement of hand function in children with cerebral palsy: a case series study. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 56(2): p. 237-242.
322. Picelli, A., E. La Marchina, A. Vangelista, E. Chemello, A. Modenese, M. Gandolfi, E.F.M. Ciceri, A. Bucci, G. Zoccatelli and L. Saltuari (2017). Effects of robot-assisted training for the unaffected arm in patients with hemiparetic cerebral palsy: a proof-of-concept pilot study. *Behavioural Neurology*, 2017(1): p. 3-17.

323. Staudt, M., W. Grodd, C. Gerloff, M. Erb, J. Stitz and I. Krägeloh-Mann (2002). Two types of ipsilateral reorganization in congenital hemiparesis: a TMS and fMRI study. *Brain*, 125(10): p. 2222-2237.
324. Gijbels, D., I. Lamers, L. Kerkhofs, G. Alders, E. Knippenberg and P. Feys (2011). The Armeo Spring as training tool to improve upper limb functionality in multiple sclerosis: a pilot study. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 8(1): p. 5.
325. Keller, J.W. and H.J. Van Hedel (2017). Weight-supported training of the upper extremity in children with cerebral palsy: a motor learning study. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, 14(1): p. 1-13.
326. Mackey, A.H., S.E. Walt and N.S. Stott (2006). Deficits in upper-limb task performance in children with hemiplegic cerebral palsy as defined by 3-dimensional kinematics. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(2): p. 207-215.
327. Reid, D. and K. Campbell (2006). The use of virtual reality with children with cerebral palsy: a pilot randomized trial. *Therapeutic Recreation Journal*, 40(4): p. 255.
328. Jannink, M.J., G.J. Van Der Wilden, D.W. Navis, G. Visser, J. Gussinklo and M. Ijzerman (2008). A low-cost video game applied for training of upper extremity function in children with cerebral palsy: a pilot study. *Cyberpsychology and Behavior*, 11(1): p. 27-32.
329. Krebs, H.I., S.E. Fasoli, L. Dipietro, M. Fragala-Pinkham, R. Hughes, J. Stein and N. Hogan (2012). Motor learning characterizes habilitation of children with hemiplegic cerebral palsy. *Neurorehabilitation Neural Repair*, 26(7): p. 855-860.
330. Biffi, E., C. Maghini, B. Cairo, E. Beretta, E. Peri, D. Altomonte, D. Mazzoli, M. Giacobbi, P. Prati and A. Merlo (2018). Movement velocity and fluidity improve after Armeo® Spring rehabilitation in children affected by acquired and congenital brain diseases: an observational study. *BioMed Research International*, 1(4): p. 12-24
331. Bleyenheuft, Y., A.M. Gordon, E. Rameckers, J.L. Thonnard and C. Arnould (2017). Measuring changes of manual ability with Abilhand-kids following intensive training for children with unilateral cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 59(5): p. 505-511.
332. Acar, G., G.P. Altun, S. Yurdalan and M.G. Polat (2016). Efficacy of neurodevelopmental treatment combined with the Nintendo® Wii in patients with cerebral palsy. *Journal of Physical Therapy Science*, 28(3): p. 774-780.
333. Roberts, H., A. Shierk, N.J. Clegg, D. Baldwin, L. Smith, P. Yeatts and M.R. Delgado (2020). Constraint induced movement therapy camp for children with hemiplegic cerebral palsy augmented by use of an exoskeleton to play games in virtual reality. *Physical and Occupational Therapy In Pediatrics*, 41(2): p. 150-165.
334. Østensjø, S., E.B. Carlberg and N.K. Vøllestad (2004). Motor impairments in young children with cerebral palsy: relationship to gross motor function and everyday activities. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 46(9): p. 580-589.

335. Adler, C., S. Berweck, K. Lidzba, T. Becher and M. Staudt (2015). Mirror movements in unilateral spastic cerebral palsy: specific negative impact on bimanual activities of daily living. *European Journal of Paediatric Neurology*, 19(5): p. 504-509.
336. Sukal-Moulton, T., D. Gaebler-Spira and K.J. Krosschell (2021). Clinical characteristics associated with reduced selective voluntary motor control in the upper extremity of individuals with spastic cerebral palsy. *Developmental Neurorehabilitation*, 24(4): p. 215-221.
337. Bryanton, C., J. Bosse, M. Brien, J. Mclean, A. McCormick and H. Sveistrup (2006). Feasibility, motivation, and selective motor control: virtual reality compared to conventional home exercise in children with cerebral palsy. *Cyberpsychology and Behavior*, 9(2): p. 123-128.
338. Jung, J.W., J.G. Her and J. Ko (2013). Effect of strength training of ankle plantarflexors on selective voluntary motor control, gait parameters, and gross motor function of children with cerebral palsy. *Journal of Physical Therapy Science*, 25(10): p. 1259-1263.
339. Adler, C., M. Hessenauer, J. Lipp, S. Kunze, C. Geigenberger, A. Hörning, M. Schauddeck, S. Berweck and M. Staudt (2019). Learning to cope with mirror movements in unilateral spastic cerebral palsy: a brief report. *Developmental Neurorehabilitation*, 22(2): p. 141-146.
340. Kim, D.H., D.-H. An and W.-G. Yoo (2018). The relationship between trunk control and upper limb function in children with cerebral palsy. *Technology and Health Care*, 26(3): p. 421-427.
341. Brundavanam, I., L. Gadde, N. Balne and A. Purohit (2015). Effect of dynamic sitting balance on upper extremity motor skills in children having spastic diplegia: A correlational study. *Indian Journal of Cerebral Palsy*, 1(2): p. 70-72.
342. Butler, E.E., A.L. Ladd, S.A. Louie, L.E. LaMont, W. Wong and J. Rose (2010). Three-dimensional kinematics of the upper limb during a Reach and Grasp Cycle for children. *Gait and posture*, 32(1): p. 72-77.
343. Jaspers, E., K. Desloovere, H. Bruyninckx, K. Klingels, G. Molenaers, E. Aertbeliën, L. Van Gestel and H. Feys (2011). Three-dimensional upper limb movement characteristics in children with hemiplegic cerebral palsy and typically developing children. *Research in Developmental Disabilities*, 32(6): p. 2283-2294.
344. Hung, Y.-C., M.B. Brandão and A.M. Gordon (2017). Structured skill practice during intensive bimanual training leads to better trunk and arm control than unstructured practice in children with unilateral spastic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 60: p. 65-76.
345. Schneiberg, S., P.A. McKinley, H. Sveistrup, E. Gisell, N.E. Mayo and M.F. Levin (2010). The effectiveness of task-oriented intervention and trunk restraint on upper limb movement quality in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 52(11): p. 245-253.

346. Roostaei, M., P. Raji, K.K. Kalantari, E. Faghihzadeh and M. Fragala-Pinkham (2022). Effect of upper extremity constraints on functional and dynamic postural control in children with hemiplegic cerebral palsy. *Developmental Neurorehabilitation*, 25(4): p. 281-288.
347. Waller, S.M. and M.G. Prettyman (2012). Arm training in standing also improves postural control in participants with chronic stroke. *Gait and posture*, 36(3): p. 419-424.
348. Boström, K.J., T. Dirksen, K. Zentgraf and H. Wagner (2018). The contribution of upper body movements to dynamic balance regulation during challenged locomotion. *Frontiers in Human Neuroscience*, 12(1): p. 8-9
349. Schmit, J.M., M. Riley, S. Cummins-Sebree, L. Schmitt and K. Shockley (2016). Functional task constraints foster enhanced postural control in children with cerebral palsy. *Physical Therapy*, 96(3): p. 348-354.
350. Hung, Y.-C. and G.S. Meredith (2014). Influence of dual task constraints on gait performance and bimanual coordination during walking in children with unilateral cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 35(4): p. 755-760.
351. Yildiz, A., R. Yildiz and B. Elbasan (2018). Trunk control in children with cerebral palsy and its association with upper extremity functions. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 30(5): p. 669-676.
352. Balzer, J., P. Marsico, E. Mitteregger, M.L. van der Linden, T.H. Mercer and H.J.A. van Hedel (2018). Influence of trunk control and lower extremity impairments on gait capacity in children with cerebral palsy. *Disability Rehabilitation*, 40(26): p. 3164-3170.
353. Sæther, R., J.L. Helbostad, L. Adde, S. Braendvik, S. Lydersen and T. Vik (2015). The relationship between trunk control in sitting and during gait in children and adolescents with cerebral palsy. *Developmental Medicine Child Neurology*, 57(4): p. 344-350.
354. Attias, M., A. Bonnefoy-Mazure, M. Lempereur, P. Lascombes, G. De Coulon and S. Armand (2015). Trunk movements during gait in cerebral palsy. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 30(1): p. 28-32.
355. Numanoğlu, A. (2016). *Spastik Serebral Palsili Çocuklarda Fonksiyonel Gövde Eğitiminin Üst ve Alt Ekstremit Motor Fonksiyonları Üzerine Etkisinin Araştırılması*. Doktora Tezi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü. Ankara.
356. Lindsay, S. (2016). Child and youth experiences and perspectives of cerebral palsy: a qualitative systematic review. *Child: Care, Health and Development*, 42(2): p. 153-175.
357. Mei, C., S. Reilly, D. Reddihough, F. Mensah, J. Green, L. Pennington and A.T. Morgan (2015). Activities and participation of children with cerebral palsy: parent perspectives. *Disability and Rehabilitation*, 37(23): p. 2164-2173.

358. Akyol, B. and M. Güllü (2014). Serebralpalsili Çocuklarda Elbecerilerinin Kaba Motor Seviyeye Ve Özürlülük Durumuna Etkisinin İncelenmesi. *İnönü Üniversitesi Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksek Okulu Dergisi*, 2(1): p. 22-30.
359. Wimalasundera, N. and V.L. Stevenson (2016). Cerebral palsy. *Practical Neurology*, 16(3): p. 184-194.
360. Maher, C.A., T. Olds, M.T. Williams and A.E. Lane (2008). Self-reported quality of life in adolescents with cerebral palsy. *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics*, 28(1): p. 41-57.
361. Chen, K.L., M.H. Tseng, J.Y. Shieh, L. Lu and C.Y. Huang (2014). Determinants of quality of life in children with cerebral palsy: a comprehensive biopsychosocial approach. *Research in Developmental Disabilities*, 35(2): p. 520-528.
362. Tonmukayakul, U., C. Imms, C. Mihalopoulos, D. Reddihough, R. Carter, B. Mulhern and G. Chen (2020). Health-related quality of life and upper-limb impairment in children with cerebral palsy: developing a mapping algorithm. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 62(7): p. 854-860.
363. Sakzewski, L., S. Carlon, N. Shields, J. Ziviani, R.S. Ware and R.N. Boyd (2012). Impact of intensive upper limb rehabilitation on quality of life: a randomized trial in children with unilateral cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 54(5): p. 415-423
364. Redman, T.A., J.C. Finn, A.P. Bremner and J. Valentine (2008). Effect of upper limb botulinum toxin-A therapy on health-related quality of life in children with hemiplegic cerebral palsy. *Journal of Paediatrics and Child Health*, 44(7-8): p. 409-414.
365. Taravati, S., K. Capaci, H. Uzumcugil and G. Tanigor (2022). Evaluation of an upper limb robotic rehabilitation program on motor functions, quality of life, cognition, and emotional status in patients with stroke: a randomized controlled study. *Neurological Sciences*, 43(2): p. 1177-1188.
366. Galli, M., V. Cimolin, M. Crivellini, J. Romkes, G. Albertini and R. Brunner (2012). Quantification of upper limb motion during gait in children with hemiplegic cerebral palsy. *Journal of Developmental and Physical Disabilities*, 24(1): p. 1-8.
367. Meyns, P., J. Duysens and K. Desloovere (2016). The arm posture in children with unilateral Cerebral Palsy is mainly related to antero-posterior gait instability. *Gait and Posture*, 49: p. 132-135.
368. Bell, K.J., S. Öunpuu, P.A. DeLuca and M.J. Romness (2002). Natural progression of gait in children with cerebral palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 22(5): p. 677-682.
369. Kim, C.J. and S.M. Son (2014). Comparison of spatiotemporal gait parameters between children with normal development and children with diplegic cerebral palsy. *Journal of Physical Therapy Science*, 26(9): p. 1317-1319.
370. Elftman, H. (1939). The function of the arms in walking. *Human Biology*, 11(4): p. 529.

371. Dietz, V. (2002). Do human bipeds use quadrupedal coordination? *Trends in Neurosciences*, 25(9): p. 462-467.
372. Wannier, T., C. Bastiaanse, G. Colombo and V. Dietz (2001). Arm to leg coordination in humans during walking, creeping and swimming activities. *Experimental Brain Research*, 141(3): p. 375-379.
373. Baldissera, F., P. Cavallari and L. Leocani (1998). Cyclic modulation of the H-reflex in a wrist flexor during rhythmic flexion-extension movements of the ipsilateral foot. *Experimental Brain Research*, 118(3): p. 427-430.
374. Yang, J.F., M.J. Stephens and R. Vishram (1998). Transient disturbances to one limb produce coordinated, bilateral responses during infant stepping. *Journal of Neurophysiology*, 79(5): p. 2329-2337.
375. Pang, M.Y. and J.F. Yang (2000). The initiation of the swing phase in human infant stepping: importance of hip position and leg loading. *The Journal of Physiology*, 528(2): p. 389-404.
376. Dietz, V. (1992). Human neuronal control of automatic functional movements: interaction between central programs and afferent input. *Physiological Reviews*, 72(1): p. 33-69.
377. Dietz, V. (1997). Neurophysiology of gait disorders: present and future applications. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 103(3): p. 333-355.
378. Grillner, S. (2011). Control of locomotion in bipeds, tetrapods, and fish. *Comprehensive Physiology*: p. 1179-1236.
379. Grillner, S. (1986). Interaction between sensory signals and the central networks controlling locomotion in lamprey, dogfish and cat. *Neurobiology of Vertebrate Locomotion*: p. 505-512.
380. Sidiropoulos, A.N., S. Chen, T.R. Kaminski and A.M. Gordon (2019). Modulation of gait inter-limb coordination in children with unilateral spastic cerebral palsy after intensive upper extremity intervention. *Experimental Brain Research*, 237(6): p. 1409-1419.
381. Riad, J., S. Coleman, D. Lundh and E. Broström (2011). Arm posture score and arm movement during walking: a comprehensive assessment in spastic hemiplegic cerebral palsy. *Gait Posture*, 33(1): p. 48-53.
382. Ortega, J.D., L.A. Fehلمان and C.T. Farley (2008). Effects of aging and arm swing on the metabolic cost of stability in human walking. *Journal of Biomechanics*, 41(16): p. 3303-3308.
383. Bonnefoy-Mazure, A., Y. Sagawa Jr, P. Lascombes, G. De Coulon and S. Armand (2014). A descriptive analysis of the upper limb patterns during gait in individuals with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 35(11): p. 2756-2765.

384. Bruijn, S.M., P. Meyns, I. Jonkers, D. Kaat and J. Duysens (2011). Control of angular momentum during walking in children with cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, 32(6): p. 2860-2866.
385. Meyns, P., G. Molenaers, K. Desloovere and J. Duysens (2014). Interlimb coordination during forward walking is largely preserved in backward walking in children with cerebral palsy. *Clinical Neurophysiology*, 125(3): p. 552-561.
386. Gage, J. (2004). The treatment of Gait Problems. *Cerebral Palsy*: p. 406-422.
387. Martins, E., R. Cordovil, R. Oliveira, J. Pinho, A. Diniz and J.R. Vaz (2019). The immediate effects of a dynamic orthosis on gait patterns in children with unilateral spastic cerebral palsy: A kinematic analysis. *Frontiers in Pediatrics*, 7: p. 42.
388. Meyns, P., L. Van Gestel, F. Massaad, K. Desloovere, G. Molenaers and J. Duysens (2011). Arm swing during walking at different speeds in children with Cerebral Palsy and typically developing children. *Research in Developmental Disabilities*, 32(5): p. 1957-1964.
389. Riad, J. and F. Miller (2007). Arm posturing during walking in children with spastic hemiplegic cerebral palsy. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 27(2): p. 137-141.
390. Chakraborty, S., A. Nandy and T.M. Kesar (2020). Gait deficits and dynamic stability in children and adolescents with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis. *Clinical Biomechanics*, 71: p. 11-23.
391. Bourgeois, A.B., B. Mariani, K. Aminian, P. Zambelli and C. Newman (2014). Spatio-temporal gait analysis in children with cerebral palsy using, foot-worn inertial sensors. *Gait and Posture*, 39(1): p. 436-442.
392. Abdel-Aziem, A.A. and H.M. El-Basatiny (2017). Effectiveness of backward walking training on walking ability in children with hemiparetic cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Clinical Rehabilitation*, 31(6): p. 790-797.
393. Craik, R., R. Herman and F. Finley (1976). Human solutions for locomotion II. Interlimb coordination. Neural control of locomotion. *Springer*. p. 51-64.
394. Webb, D., R.H. Tuttle and M. Baksh (1994). Pendular activity of human upper limbs during slow and normal walking. *American Journal of Physical Anthropology*, 93(4): p. 477-489.
395. Gillick, B.T. and A. Koppes (2010). Gross motor outcomes in children with hemiparesis involved in a modified constraint-induced therapy program. *Journal of Pediatric Rehabilitation Medicine*, 3(3): p. 171-175.
396. Cohen-Holzer, M., G. Sorek, S. Schless, J. Kerem and M. Katz-Leurer (2016). The influence of a constraint and bimanual training program using a variety of modalities, on upper extremity functions and gait parameters among children with hemiparetic cerebral palsy: a case series. *Physical and Occupational Therapy in Pediatrics*, 36(1): p. 17-27.

397. Zipp, G.P. and S. Winning (2012). Effects of constraint-induced movement therapy on gait, balance, and functional locomotor mobility. *Pediatric Physical Therapy*, 24(1): p. 64-68.
398. Esquenazi, A., N. Mayer and R. Garreta (2008). Influence of botulinum toxin type A treatment of elbow flexor spasticity on hemiparetic gait. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation*, 87(4): p. 305-311.
399. Doerbeek, V., A. Nallinger, H. Burger, V. Rosner, K. Machuta, S. Gruender, T. Nastulla, S. Schroeder and S. Berweck (2012). Integration of Armeo Spring Pediatrics in inpatient Rehabilitation of children and adolescents with Hemiparesis. *Neuropediatrics*, 43(02): p. 14-11.

EKLER

EK-1. Etik Komisyon Onayı

Evrak Tarih ve Sayısı: 01.06.2021-E.94440



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Etik Komisyonu

Sayı : E-77082166-302.08.01-94440
Konu : Bilimsel ve Eğitim Amaçlı

01.06.2021

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi : 27.04.2021 tarihli ve 14574941-302.08.01- 81833 sayılı yazı.

İlgi yazınız ile göndermiş olduğunuz, Enstitünüz Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Doktora Öğrencisi Mustafa BURAK'ın, Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Öğretim Üyesi Prof.Dr.Bülent ELBASAN ile Ankara Şehir Hastanesi Prof.Dr.Evren YAŞAR'ın danışmanlığında yürüttüğü "*Serebral Palsili Bireylerde Üst Ekstremitte Robotik Rehabilitasyonun Üst Ekstremitte Fonksiyonları ve Yürüme Parametreleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi*" adlı tez çalışması ile ilgili konu Komisyonumuzun 04.05.2021 tarih ve 08 sayılı toplantısında görüşülmüş olup,

İlgilinin çalışmasının, yapılması planlanan yerlerden izin alınması koşuluyla yapılmasında etik açıdan bir sakınca bulunmadığına oybirliği ile karar verilmiş ve karara ilişkin imza listesi ekte gönderilmiştir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Araştırma Kod No: 2021 -591

Prof. Dr. İsmail KARAKAYA
Komisyon Başkanı

Ek:1 Liste



EK-1. (devam). Etik Komisyon Onayı

GAZİ ÜNİVERSİTESİ ETİK KOMİSYONU KATILIM LİSTESİ	
TOPLANTI TARİHİ : 04.05.2021	TOPLANTI SAYISI : 08
ADI – SOYADI	İMZA
Prof. Dr. İsmail KARAKAYA BAŞKAN	
Prof.Dr.Kemal ÖZTEMEL BAŞKAN YRD.	
Prof.Dr.C.Haluk BODUR	
Prof.Dr.Seçil ÖZKAN	
Prof.Dr.Cevriye TEMEL GENCER	
Prof.Dr.İsmet YÜKSEL	
Prof.Dr.Aymelek GÖNENÇ	
Prof.Dr.Gülây BAYRAMOĞLU	
Prof.Dr.Makbule GEZMEN KARADAĞ	
Prof.Dr.Zehra GÖÇMEN BAYKARA	
Doç.Dr.İlyas OKUR	
Doç.Dr.Nihan KAFA	
Doç.Dr.Melek Gülşah ŞAHİN	

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : BURAK, Mustafa
Uyruğu : T.C.

Eğitim Derecesi	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Doktora	Gazi Üniversitesi / Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı	Devam Ediyor
Yüksek Lisans	Pamukkale Üniversitesi / Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı	2018
Lisans	Dokuz Eylül Üniversitesi / Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu	2013
Lise	Silvan Lisesi	2006

İş Deneyimi, Yıl	Çalıştığı Yer	Görev
2018-devam ediyor	Gazi Üniversitesi	Araştırma Gör.
2017-2018	Pamukkale Üniversitesi	Araştırma Gör.
2013-2017	Salih Dede-Birsan Gümüşçay Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi	Fizyoterapist

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

- Burak, M., and Kavlak, E. (2019). Investigation of the relationship between quality of life, activity participation and environmental factors in adolescents with cerebral palsy. *NeuroRehabilitation*, 45(4), 555-565.
- Kavlak, E., Tekin, F., and Burak, M. (2019). Investigation of the relationship between neuromotor behavior and pain, comfort, apgar score and clinical factors in premature neonates.
- Akkaya, K. U., Burak, M., Erturan, S., Yildiz, R., Yildiz, A., and Elbasan, B. (2022). An investigation of body awareness, fatigue, physical fitness, and musculoskeletal problems in young adults with hypermobility spectrum disorder. *Musculoskeletal Science and Practice*, 62, 102642.

4. Erturan, S., Burak, M., and Elbasan, B. (2022). Eylem Gözlem Terapisi ile Unilateral Serebral Palsili Çocuklarda Üst Ekstremitte Fonksiyonelliğinin Geliştirilmesi. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, (18), 1052-1069.



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..