

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HEMİPARETİK SEREBRAL PALSİLİ
ÇOCUKLARDA ROBOTİK YÜRÜME EĞİTİMİNİN
ETKİLERİNİN İNCELENMESİ**

Uzm. Fzt. Meltem YAZICI

**Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı
DOKTORA TEZİ**

ANKARA

2017

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HEMİPARETİK SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA
ROBOTİK YÜRÜME EĞİTİMİNİN ETKİLERİNİN
İNCELENMESİ**

Uzm. Fzt. Meltem YAZICI

**Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı
DOKTORA TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
Prof. Dr. Ayşe LİVANELİOĞLU**

ANKARA

2017

HEMİPARETİK SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA ROBOTİK YÜRÜME EĞİTİMİNİN ETKİLERİNİN İNCELENMESİ

Uzm. Fzt. Meltem YAZICI

Bu çalışma 10/03/2017 tarihinde jürimiz tarafından “Hacettepe Üniversitesi, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı” nda doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:

Prof. Dr. Ayşe KARADUMAN

Hacettepe Üniversitesi



Tez Danışmanı:

Prof. Dr. Ayşe LİVANELİOĞLU

Hacettepe Üniversitesi



Üye:

Prof. Dr. Yavuz YAKUT

Hasan Kalyoncu Üniversitesi



Üye:

Doç. Dr. Akmer MUTLU

Hacettepe Üniversitesi



Üye:

Doç. Dr. Bülent ELBASAN

Gazi Üniversitesi



ONAY

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun bulunmuş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararıyla onaylanmıştır.



Prof. Dr. Diclehan Orhan

Enstitü Müdürü

YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI

Enstitü tarafından onaylanan lisansüstü tezimin/raporumun tamamını veya herhangi bir kısmını, basılı (kağıt) ve elektronik formatta arşivleme ve aşağıda verilen koşullarla kullanıma açma iznini Hacettepe Üniversitesine verdiğimi bildiririm. Bu izinle Üniversiteye verilen kullanım hakları dışındaki tüm fikri mülkiyet haklarım bende kalacak, tezimin tamamının ya da bir bölümünün gelecekteki çalışmalarda (makale, kitap, lisans ve patent vb.) kullanım hakları bana ait olacaktır.

Tezin kendi orijinal çalışmam olduğunu, başkalarının haklarını ihlal etmediğimi ve tezimin tek yetkili sahibi olduğumu beyan ve taahhüt ederim. Tezimde yer alan telif hakkı bulunan ve sahiplerinden yazılı izin alınarak kullanılması zorunlu metinlerin yazılı izin alınarak kullandığımı ve istenildiğinde suretlerini Üniversiteye teslim etmeyi taahhüt ederim.

Tezimin/Raporumun 01.03.2019 tarihine kadar erişime açılmasını ve fotokopi alınmasını (İç kapak, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) istemiyorum.

10 /03/2017

Meltem YAZICI

ETİK BEYAN

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında zgn olduğunu, Tez Danışmanının Prof. Dr. Ayşe LİVANELİOğLU danışmanlığında tarafımdan üretildiğini ve Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Yönergesine göre yazıldığını beyan ederim.

Uzm. Fzt. Meltem YAZICI

TEŞEKKÜR

Akademik eğitimim boyunca bilgi ve tecrübesinden yararlandığım insani ve ahlaki değerleriyle örnek aldığım, desteğini her zaman hissettiğim saygıdeğer hocam ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ayşe LİVANELİOĞLU'na,

Okulumuzun bütün imkânlarından faydalanmamı sağlayan, akademik anlamda desteklerini esirgemeyen Bölüm Başkanımız Sayın Prof. Dr. Ayşe KARADUMAN'a,

Çalışmamın planlanma aşamasında fikirlerini, yürütme sürecinde olanaklarını paylaşarak çalışmamıza büyük katkı sağlayan Sayın Prof. Dr. Kıvılcım GÜCÜYENER'e,

Çalışmamın istatistiksel analiz ve sonuçlarının değerlendirilmesinde akademik bilgisi ve deneyimiyle yol gösterici olan Sayın Prof. Dr. Yavuz YAKUT'a,

Çalışmamın yürütülmesine olanak sağlayan Sayın Dr. Erkan SÜMER'e,

Çalışmanın değerlendirme aşamasında emeğini, bilgisini ve desteğini samimiyetle paylaşan Sayın Dr. Leman TEKİN'e,

Çalışmanın planlanması ve yürütülmesindeki katkılarıyla Sayın Doç. Dr. Bülent ELBASAN'a,

Çalışmanın yürüyüşle ilgili değerlendirmelerinde merkezin olanaklarını kullanımımıza sunan Bilim Ortopedi Merkezi'ne,

Çalışmanın yapılabilmesi için tüm olanaklarını paylaşan, çalışmanın her aşamasında büyük destek sağlayan Bilge Özel Eğitim Merkezi kurucuları Sayın Yavuz YARAR ve sevgili arkadaşım Ayça ELBASAN'a,

Çalışma süresince verdikleri destek ve paylaşımlarla hayatımı kolaylaştıran çalışma arkadaşlarıma,

Tezimin gerçekleşebilmesi için gruplarının oluşturulmasına destek sağlayan sevgili arkadaşlarım sayın Fzt. Pınar DÜZGÜN'e, sayın Fzt. Zekiye GEZGİN'e, sayın Fzt. Erhan KARADENİZ'e,

Tezim süresince hayatımı kolaylaştıran, inancımı yükselten ve varlıklarına minnettar olduğum aileme,

Tez çalışmama gönüllü olarak katılan tüm çocuklara ve ailelerine;

En içten teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

YAZICI M., Hemiparetik Serebral Palsili Çocuklarda Robotik Yürüme Eğitiminin Etkilerinin İncelenmesi, Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı Doktora Tezi, Ankara, 2017. Bu çalışma robotik yürüme rehabilitasyonunun hemiparetik serebral palsili çocukların yürüyüşü, dengesi ve motor fonksiyonları üzerine etkisini araştırmaktadır. Çalışmaya düzenli olarak haftada 3 kez fizyoterapi ve rehabilitasyon (FTR) programına devam eden 5-12 yaş arasındaki 24 çocuk dahil edildi. Robotik eğitime katılmayı kabul eden ailelerin çocukları çalışma grubunu (n=12), diğer çocuklar (n=12) ise kontrol grubunu oluşturdu. Tüm çocuklar 12 hafta boyunca haftada 3 kez FTR programına katılırken, çalışma grubundaki çocuklar ayrıca 30X3 dk/hf *Innowalk Pro* ile yürüme eğitime katıldılar. Çocukların dinamik pedobarograf ile yürüyüşleri, istirahat ve egzersiz sırasında vastus lateralis kasının oksijenasyonu, periferik oksijen saturasyonu ve kalp hızındaki değişim near infrared spektroskopi ile değerlendirildi. Ayrıca çocuklar tek ayak üstünde durma süresi, pediatrik denge testi, 10 m ve 6 dk'lık yürüme testi, kaba motor fonksiyon ölçümü, alt ekstremitte fonksiyonel kas testi ve fonksiyonel değerlendirme anketi-yürüme skalası ile değerlendirildi. Tüm değerlendirmeler tedavi öncesinde, tedavi sonrasında ve tedavi tamamlandıktan 3 ay sonra her iki gruba tekrarlandı. Her iki gruptaki çocukların tedavi öncesi değerlendirmeleri benzerdi ($p<0,05$). Tedavi sonrası çalışma grubunda dinamik ayak açısının azaldığı, yürüme hız ve enduransının arttığı, denge becerilerinin ve fonksiyonel performanslarının geliştiği ve periferik O_2 saturasyonunda artış olduğu görüldü ($p<0,05$). Bu gelişimlerin tedavi tamamlandıktan 3 ay sonra da denge ve fonksiyonel performans becerilerinde korunduğu bulundu ($p<0,05$). Kontrol grubunda ise 6 dk yürüme mesafesinde, kısmen kaba motor fonksiyonel beceriler ve fonksiyonel kas gücünde artış olduğu ($p<0,05$) ancak kazanılan becerilerin tedavi tamamlandıktan sonra korunmadığı görüldü ($p>0,05$). Sonuç olarak; hemiparetik serebral palsili çocukların yürüyüş hız ve enduranslarının, denge ve fonksiyonel becerilerinin geliştirilmesinde robotik rehabilitasyonun kullanılabileceği gösterilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hemiparetik serebral palsy, yürüyüş hızı, yürüyüş enduransı.

ABSTRACT

YAZICI M., Investigation of the effects of robotic walking training on children who have hemiparetic cerebral palsy, Hacettepe University, Institute of Health Sciences, Department of Physical Therapy and Rehabilitation Doctoral Thesis, Ankara, 2017. This study investigates the effects of robotic walking rehabilitation on walking, balance and motor functions in children with hemiparetic cerebral palsy. Twenty-four children between ages 5-12 years who regularly attend physical therapy and rehabilitation (PTR) program 3 times a week are included in the study. The children from families who accepted the robotic training (n=12) form the study group while others (n=12) form the control group. All children participated PTR program 3 times a week during 12 week whereas the children in the study group also attended walking training with 30X3 dk/hf *Innowalk Pro*. Walking of the children were measured with dynamic pedobarograph, oxygenation of the vastus lateralis muscle, peripheral oxygen saturation and change in heart rhythm were measured with near infrared spectroscopy during rest and exercise. Moreover, children were evaluated with stopping times on one-foot test, gross motor function test, pediatric balance test, 10 m-6 mins walking test, lower extremity functional muscular test and functional assessment questionnaire-walking scale test. All evaluations were repeated before and after treatment and 3 months after from the treatment for both groups. The test results were similar for both groups of children prior to treatment ($p<0,05$). After treatment, dynamic foot angle decreased, speed and endurance of walking and peripheric O₂ saturation increased, balance abilities and functional performance evaluations are improved comparing pre treatment ($p<0,05$). Improvements in balance and functional performance were generally preserved after 3 months ($p<0,05$). An increase is found in 6 min walking distance, partially in gross motor functions and functional muscle strength ($p<0,05$) in control group, however, those abilities were not preserved after the treatment ($p>0,05$). As a result, usage of robotic rehabilitation in improving walking speed and endurance, balance and functional abilities of children with spastic hemiparetic cerebral palsy has shown.

Key Words: Hemiparetic cerebral palsy, walking speed, walking endurance

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	iii
YAYIMLAMA VE FİKRİ MÜLKİYET HAKLARI BEYANI.....	iv
ETİK BEYAN	v
TEŞEKKÜR.....	vi
ÖZET	vii
ABSTRACT	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER ve KISALTMALAR	xi
ŞEKİLLER.....	xiii
TABLolar	xiv
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Motor Sisteme Genel Bakış	3
2.2. Motor Kontrol ve Gelişim Teorileri.....	3
2.2.1. Dinamik Sistem Teorisi.....	4
2.2.2. Ekolojik Teori.....	4
2.2.3. Motor Programlama Teorisi	5
2.2.4. Nöranal Grup Seçim Teorisi.....	5
2.3. Mobilitenin, Lokomasyonun Gelişimi	5
2.4. Serebral Palsi.....	7
2.4.1. Serebral Palsi Tanımı	7
2.4.2. Serebral Palsi Sınıflandırması	8
2.5. Spastik Tip SP	10
2.6. Unilateral Serebral Palsi (U-SP)/ Hemiparetik Serebral Palsi (hSP).....	11
2.7. Hemiparetik Serebral Palsili Çocuklarda Yürüme ve Denge.....	13
2.8. Yürüyüşün Genel Özellikleri	14
2.8.1. Yürüyüşün Zaman ve Mesafe Karakteristikleri	16
2.9. Hemiparetik SP'de görülen Yürüme Bozuklukları.....	16
2.10. Yürüyüş ve Denge Bozukluklarının Rehabilitasyonu.....	17
2.10.1. Geleneksel Tedavi yöntemleri.....	18

2.10.2. Nörofasilitasyon Yöntemleri	20
2.10.3. SP’de Destekleyici Yaklaşımlar	21
2.10.4. Teknoloji Destekli Uygulamalar ve Robotik Rehabilitasyon.....	22
3. BİREYLER VE YÖNTEM.....	25
3.1. Bireyler.....	25
3.2. Yöntem.....	27
3.2.1. Çalışma Dizaynı	27
3.2.2. Tedavi Uygulamaları.....	28
3.2.3. Değerlendirme Yöntemleri.....	31
3.3. İstatistiksel Analiz.....	45
4. BULGULAR	46
4.1. Çocukların Demografik Özellikleri.....	46
4.2. Araştırma Bulguları.....	47
4.2.1. Grupların Tedavi Öncesindeki Bulgularının Karşılaştırılması.....	47
4.2.2. Grupların Tedavi Öncesi ve Sonrası Değerlendirmelerinin Karşılaştırılması.....	47
4.2.3. Gruplarda Tedavi Etkinliğinin Tedavi Sonrası ve Tedaviden 3 Ay Sonra Karşılaştırılması	51
5. TARTIŞMA	55
6. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	65
7. KAYNAKLAR	67
8. EKLER	
EK-1: Tez Çalışması ile İlgili Etik Kurul İzinleri	
EK-2: Tez Çalışması ile İlgili Bildiriler, Yayınlar	
EK-3: Tez Çalışması İle İlgili Değerlendirme Formları	
9. ÖZGEÇMİŞ	

SİMGELER VE KISALTMALAR

A	: Ayak
AÜD	: Ayak Üstünde Durma
B- SP	: Bilateral Serebral Palsi
BKİ	: Beden Kitle İndeksi
CIMT	: Constraint-Induced Movement Therapy- Kısıtlandırılmış-Zorlayıcı Hareket Terapisi
Cof	: Gövdenin-pelvisin ayaklar üstünde merkezden uzaklaşma açısı
CPG	: Central Pattern Generator
D	: Dinamik
EGZVL	: Egzersiz Sırasında Vastus Lateralis
FAQ-WL	: Fonksiyonel Değerlendirme Anketi -Yürüme Skalası
GMFCS	: Gross Motor Function Classification System-Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi
GMFM	: Gross Motor Function Measurement- Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü
HABIT	: Hand-Arm Bimanuel Intensive Therapy-Bimanuel Yoğunlaştırılmış Üst Ekstremité Terapisi
hSP	: Hemiparetik Serebral Palsi
ICF	: İşlevsellik, Yetiyitimi ve Sağlığın Uluslararası Sınıflandırması
İİVL	: İlk İstirahat sırasında Vastus Lateralis,
KH	: Kalp Hızı
Kihy	: Kendi istediği hızda yürüme
Mhy	: Maksimum hızda yürüme
NGST	: Nöronal Grup Seçim Teorisi
NGT	: Nörogelişimsel Terapi
NIRS	: Near Infrared spektroskopisi
Np	: Paretik Olmayan
P/p	: Paretik
RYE	: Robotik Yürüme Eğitimi
SD	: Standart Sapma

SİVL	: Son İstirahat sırasında Vastus Lateralis
SP	: Serebral Palsi
SpO ₂	: Periferik Kanın Oksijen Saturasyonu
SSS	: Santral Sinir Sistemi
St	: Statik
TS3	: Tedaviden 3 ay sonra,
U-SP	: Unilateral Serebral Palsi
VL	: Vastus Lateralis
X	: Aritmetik Ortalama
Y	: Yürüme
Yük	: Yüklenme oranı

ŞEKİLLER

Şekil	Sayfa
3.1. Çalışmaya katılım diagramı	27
3.2. Denge tahtasında denge eğitimi	28
3.3. Basamak çıkma çalışması	29
3.4. Squat egzersiz çalışması	29
3.5. <i>Innowalk Pro</i> ile yürüme eğitimi	31
3.6. Yan basamak çıkma testi	33
3.7. Fonksiyonel oturup ve kalkma testi	34
3.8. Fonksiyonel yarım diz üstünden kalkma testi	35
3.9. Tek ayak üstünde durma	36
3.10. Berg denge ölçeği - Bir ayak önde iken bağımsız ayakta durma	37
3.11. Ayakta statik analiz	38
3.12. Pedobarograf ile yürüme değerlendirmesi	39
3.13. 10 m ve 6 dk yürüme testi	40
3.14. Kullanılan NIRS cihazı	43
3.15. İstirahatte NIRS değerlendirmesi	43
3.16. Egzersiz sırasında NIRS değerlendirmesi	44

TABLOLAR

Tablo	sayfa
4.1. Çalışmaya Katılan Çocukların Demografik Özellikleri	46
4.2. Çalışmaya Katılan Çocukların Klinik Özellikleri	47
4.3. Grupların Tedavi Öncesi ve Sonrasındaki Yürüme Değerlendirmelerinin Karşılaştırılması	48
4.4. Grupların Statik ve Denge Değerlendirmelerinin Tedavi Öncesi ve Sonrasında Karşılaştırılması	49
4.5. Grupların Fonksiyonel Performans Düzeylerinin Tedavi Öncesi ve Sonrasında Karşılaştırılması	50
4.6. Grupların Egzersiz ve İstirahatte Görülen Fizyolojik Değişimlerin Tedavi Öncesi ve Sonrasında Karşılaştırılması	51
4.7. Grupların Tedavi Öncesi, Tedavi Sonrası ve Eğitim Bittikten 3 Ay Sonraki Değerlendirmelerinin Karşılaştırılması	52
4.8. Grupların Tedavi Süresince Gelişim Gösterdikleri Performansların Karşılaştırılması	53

1. GİRİŞ

Serebral Palsi (SP), prenatal, perinatal veya postnatal dönemde immatür beynin değişik nedenlerle etkilenmesi sonucu ortaya çıkan kalıcı, ilerleyici olmayan bir bozukluktur. Unilateral üst ve alt ekstremitenin motor ve/veya duysal hasarıyla karakterize olan hemiparetik SP en sık görülen spastik SP tipidir (1,2). Hemiparetik SP'li çocukların sağlıklı yaşlılarına göre yürüyüş hızlarının daha düşük olduğu ve asimetrik yürüyüş paternleri gösterdikleri bilinir. Bu durum rehabilitasyonun temel amacı olan hayata katılımı ve yaşam kalitesini bozar (3–5).

Son dönemlerde araştırmacılar, beyin lezyonuyla ilişkili fonksiyonel kayıplarda unilateral veya bilateral eğitimin kortikal reorganizasyondaki etkilerini araştırmaya odaklanmışlardır (6,7). Araştırmalarda, beynin unilateral etkilenimi söz konusu olsa dahi kontralateral hemisferden gelen düzenleyici etkilerin yeterli olmaması nedeniyle sağlam taraf ekstremitte hareketlerinin de kalitesinde kayıp olduğu gösterilmektedir. Unilateral etkilenimi olan çocuklarda bilateral eğitimin beynin reorganizasyonu üzerine daha etkin sonuçları olduğu birçok çalışma ile desteklenmektedir (6–8).

Unilateral etkilenimi olan çocukların yürüyüş paternlerinin normalden saptığı, yürüyüş hızının, dengesinin ve ileri düzey fonksiyonel becerilerdeki yeterliliğinin sağlıklı yaşlılarına göre düşük olduğu bilinmektedir. Hemiparetik çocuklarda yürüyüşün kalitesinin bozulması ve asimetrik yürüyüş paterninin baskınlığı, bu paternin sürekli tekrarlanması hız gerektiren aktivitelerde asimetrinin daha da belirginleşmesine yol açar (9). Çoğunlukla bağımsız yürüyebilen hemiparetik çocukların yürüyüş paternleri zaman içinde giderek daha çok asimetrik bir hal alır. Bu nedenle hemiparetik çocuklarda yürüme paterninin geliştirilmesi önem kazanmakta ve tüm vücut koordinasyonunu ve postural düzgünlüğünü içeren, alt ekstremitelerin birbirine uyumlu hız ve açılarında adımlamanın sağlandığı yürüyüş paternlerinin tekrarlanmasında robotik yardımcı cihazlar kullanılmaktadır (10–12)

Çalışmamızda üst ekstremitelerin katılımını sağlayarak koordine ve uygun hızda, postural düzgünlükle yürümenin çalışılabilmesine olanak sağlayan “*Made for*

Movement” tarafından geliştirilen *Innowalk Pro* robotik yürüme cihazı terapinin bir parçası olarak kullanılmıştır (13).

Bu çalışmanın amacı robotik yürüme rehabilitasyonun spastik hemiparetik çocukların yürüyüş, denge ve motor fonksiyonları üzerine etkisini araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda çalışmamız aşağıda belirtilen hipotezlere dayanarak planlanmıştır.

1. Hipotez (H_1): Spastik hemiparetik serebral palsili çocuklarda robotik yürüme rehabilitasyonu yürüyüşün zaman mesafe karakteristikleri üzerine etkilidir.
2. Hipotez (H_1): Spastik hemiparetik serebral palsili çocuklarda robotik yürüme rehabilitasyonu denge ve fonksiyonel performans üzerine etkilidir.
3. Hipotez (H_1): Spastik hemiparetik serebral palsili çocuklarda robotik yürüme rehabilitasyonu kasların oksijenasyonu üzerine etkilidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1.Motor Sisteme Genel Bakış

Hareketin istemli olarak yapılabilmesi, beyin tarafından kontrolü sağlanan karmaşık sistemsel bir yapıyla sağlanır. İstemli hareket beynin motor korteks, orta beyin, talamus, bazal ganglion, serebellum ve spinal kord yapılarıyla birlikte oluşturduğu emirlerin inen yollarla distal kas gruplarına ulaştırılması, denetlenmesi ve düzenlenmesiyle sağlanır. Kortikospinal yol primer motor korteksten başlayarak ve spinal kordda direk nöronal bağlantılar yaptıktan sonra ilgili motor sistem komponentlerine uyarıyı ileterek bu döngüyü oluşturur (14).

Kortikospinal sistem, motor sistemin en son gelişen sistemidir. En yüksek düzeyde beceri ve esneklik gerektiren hareketlerin kontrolünü sağlayan motor sistemin temel parçasıdır (15). Hareketin oluşturulması için premotor ve primer motor korteksten alınan emir veya uyarı kortikospinal yol aracılığıyla motor sistemin diğer komponentlerinden gelen propriyoseptif, taktıl, görsel uyarılarla modüle edilerek hareketin düzenlenmesi sürekli olarak sağlanır. Serebellum ve bazal ganglionlardan alınan bilgilerle hareketin düzgünlüğü ve zamanlaması ayarlanırken talamustaki nukleuslar ile düzenlenmiş bu motor bilgi frontal motor bölgeye aktarılır (14).

2.2.Motor Kontrol ve Gelişim Teorileri

Motor kontrol hareketin temel mekanizmasının yönlendirilmesi veya düzenlenebilme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Motor kontrol teorileri beynin, hareket kontrolü üzerine etkilerini farklı açılardan incelemektedir. Bu teoriler hareketin nöral komponentleriyle ilişkili olarak farklı düşüncelere dayanmakta, bazı teoriler hareket kontrolünde periferik etkileri, bazıları merkezi etkileri, bazıları ise çevreden alınan bilginin önemini vurgulamaktadır. Günümüzde rehabilitasyon çalışmalarına da temel oluşturan ve bizim çalışma hedefimizi belirlememize sebep oluşturan temel teoriler bu bölümde kısaca açıklanacaktır.

2.2.1. Dinamik Sistem Teorisi

Bu sistemin teorileri Rus bir bilim adamı olan Nicolai Bernstein'in çalışmalarına dayanır. Sistem teorileri Thelen, Horak, Heriza, Shumway–Cook ve Wollacott gibi çok sayıda araştırmacı tarafından geliştirilmiştir (16–19). Dinamik sistem gelişimde longitüdinale ve hiyerarşik bir sıranın olmadığını, fetusun ve çocuğun gelişiminin non-linear bir şekilde hem içsel hem de dışsal faktörlerden etkilenecek şekilde olduğunu savunur (18,19). Tüm sistemlerin katkısının olduğu bu teoride santral sinir sistemi önemli bir faktör olarak gelişimi yönetir, organize eder ve düzenler. Hareketin yalnızca kasın spesifik bir motor programın ya da reflekslerin sonucu olmadığını aynı zamanda algı, kognisyon ve hareket sistemleri arasındaki dinamik etkileşimden kaynaklandığını savunur (17-19).

Dinamik sistem teorisinde varyabilitenin bir hata sonucu olarak ortaya çıkmadığı ve optimal fonksiyon için mutlaka olması gerektiği savunulur (20,21). Optimal varyabilite esneklik, adaptif stratejiler oluşturma, çevresel değişikliklere uyum sağlama ve normal hareketin temel özelliklerini sağlamaktadır. Araştırmacıların bildirdiklerine göre, varyabilitedeki artış çocukların ve yetişkinlerin yeni beceriler edinme sırasında ilk olarak yeni ve daha stabil davranış paternlerini ortaya çıkarmaktadır (20–22).

2.2.2. Ekolojik Teori

1960'larda bir psikolog James Gibson'ın başlattığı araştırmalar öğrencileri tarafından genişletildi ve motor kontrolün ekolojik yaklaşımı olarak bilinir hale geldi (23–25). Araştırmacılar hareketin organizasyonunun, spesifik bir çevre içerisinde spesifik bir amaca yönelik olarak sağlandığını gösterdiler (24). Gibson insanda duyunun tek başına önemli olmadığını algının daha önemli olduğunu vurgulamıştır. Algının çevredeki bilgiyi belirlemeye odaklandığını ve bu bilgiyle amaca yönelik hareketin başarılılabildiğini açıklamıştır (26). Bu teoride, organizmanın çevredeki bilgiyi nasıl belirlediği, bu bilgiyi nasıl aldığı, modifiye ettiği, hareketi kontrol etmek için nasıl kullandığının hareketle ilişkisi gösterilmektedir (24).

2.2.3. Motor Programlama Teorisi

Aynı zamanda *Central Pattern Generator* (CPG) modeli olarak da adlandırılan bu teori, Forsberg and Hirschfeldt tarafından geliştirilmiştir. *Central Pattern Generators*, lokomasyon gibi ritmik hareketlerin açığa çıkartılmasından sorumlu nöronal devrelerdir (27). Periferik afferent geri bildirim ve bilinçli bir çaba olmaksızın sinir hücrelerinin ağları ritmik hareketler üretir. Beyin sapında çiğneme, yutma, solunum gibi ritmik fonksiyonlarla ilişkili spinal kord da fonksiyonel lokomasyonla ilişkili CPG'ler bulunmaktadır (27,28). Normal lokomasyonun oluşması için herhangi bir duyuşal geribildirim gerek yoktur. Afferent inputların yokluğunda CPG lokomasyon gibi ritmik stereotipik hareketleri üretir. Duyuşal uyarıların hareketin oluşumu için temel gereksinim olmadığını ancak hareketin modülasyonunda (düzenlenmesinde) önemli olduğunu göstermektedir ve deneysel kanıtlara sahiptir (26,29).

2.2.4. Nöronal Grup Seçim Teorisi

Nöronal grup seçim teorisine (NGST) göre motor gelişim üzerinde genetik, içsel ve çevresel faktörler eşit şekilde etki gösterirler. NGST'ye göre normal motor gelişim varyabilitenin iki fazıyla karakterizedir (30). Primer varyabilite fazında motor davranıştaki varyasyonlar çevresel faktörlere göre düzenlenmez. Yani yenidoğan bebekte görülen genel hareketler (GMs) gibi spontan, aktivitenin kendiliğinden üretildiği primer nöral bağlantılarla oluşmasıdır (30,31). Bu fazda görülen hareketler çevreye adapte olmayan, amaca yönelmeyen, karmaşık ve bol varyasyon içeren karakterdedir (30). İlk fazda fazlaca görülen rastgele varyasyonlar gelişimle birlikte yavaş yavaş azalır ve ikinci varyabilite fazı gelişir. İkinci varyabilite fazı geniş bir motor repertuara ulaşmış olan çocuğun duruma uygun olarak en iyi motor stratejiyi seçebilme yeteneğine ulaşmasıdır (30).

2.3. Mobilitenin, Lokomasyonun Gelişimi

Motor gelişim başlangıçta hiyerarşik veya nöral maturasyon teorisiyle santral sinir sisteminin maturasyonunun sağlanmasına bağlanarak açıklanmaya çalışılsa da günümüzde hareket deneyimlerinin motor gelişime etkisi ortaya konmaktadır.

Deneyimin önemi hem dinamik sistem teorisinde hemde nöranal grup seçim teorisinde gösterilmektedir (20–22,30,32). Bu teorilere göre gelişim genetik, yetenek, çevresel faktörler ve deneyimler ile sağlanabilmektedir (26,30,33).

Lokomosyon hareket içindeki statik postürlerin değişimiyle oluşan dinamik postürler sayesinde sağlanmaktadır. Lokomasyondaki bu statik ve dinamik postürler, motor sınır taşları olarak kabul edilmektedir (33). İyi bir lokomosyon için 3 ana komponentin gerektiği vurgulanmaktadır. Bu komponentler;

1. Progresyon: Ritmik adımlama paterni
2. Stabilitate: Dengenin kontrolü
3. Adaptasyon: Yürümenin değişken koşullara göre ayarlanabilmesidir (26,31).

Lokomotor davranışların gelişimi prenatal dönemde başlar ve yürüyüşün maturasyonu sağlanıncaya, yaklaşık 7 yaşa kadar devam eder (25,26,31-34). Bebeğin ritmik tekmeleme hareketleri en erken dönemde görülen hareketlerdir. Duruş stabilitesi ilk yılın sonunda veya ikinci yılın başında gelişmektedir. Yürüme paternindeki en önemli değişim bağımsız yürümenin 4. - 5. aylarında oluşur ve bu değişimler lokomosyon ile denge kontrolünün entegrasyonunu gösterir. Dengenin kontrolü patern jeneratörlerinden daha üst seviyelerdeki kortikal kontrolü gerektirir. Yürümedeki proaktif ve reaktif entegrasyon sistemlerinin adaptasyonu sağlandıkça yürümede denge kontrolü gelişir (26,34,35).

Yürümenin ilk 4 ayında çift destek faz süresi önemli derecede azalır ve bu azalmanın bağımsız yürümenin 35. haftasına kadar devam ettiği görülmektedir. Yürümenin ilk 4 haftasında adım uzunluğunda artış ve yürümeden sonraki 10 aya kadar adım genişliğinde azalma görülür. Yürümeye yeni başlayan çocukta yürüme hızı düşük, sallanma fazı oldukça kısadır. Daha sonra dengeyi kazanabilmek için çift destek fazına ihtiyaç duyması nedeniyle çift destek süresi uzamaktadır (26).

Sutherland ve ark. yürüme paternlerinin 3 yaşına kadar iyi düzeyde geliştiğini göstermişlerdir (36). Üç yaşındaki çocuğun yürüyüş parametrelerinin yetişkin

yürüyüşüne benzemeye başladığı ancak yürüyüşün yedi yaşlarında daha gelişmiş bir paterne ulaştığı bilinmektedir (37). Daha sonraki çalışmalarda ise adım uzunluğu, yürüme hızı gibi temel yürüyüş parametrelerinin 5-13 yaşlar arasında gelişmeye devam ettiği ancak 7 yaştan sonra olan değişimlerin daha az olduğu gösterilmiştir. (37-39). 7 yaşında yetişkinlerdeki gibi bir yürüyüşü sağlayacak nöromusküler maturitenin henüz oluşmadığı Gangley ve Powers tarafından gösterilmiştir (40). Bununla birlikte 7 yaştan sonra adım uzunluğunun normal değerlerine ulaştığı ve yürümenin 5-13 yaşları arasında stabilize olduğu kabul edilmektedir (37-39). Çocuklarla yetişkinlerin yürüyüşleri karşılaştırıldığında tek destek sürelerinin daha az, çift destek periyodu ve duruş fazındaki sürelerinin ise daha çok olduğu bulunmuştur (39). Ayrıca, yürüme döngüsünün normal değerlerine ulaştıktan sonra yürüme simetrisinin yaştan ve hızdan etkilenmediği gösterilmektedir (39,41).

2.4. Serebral Palsi

2.4.1. Serebral Palsi Tanımı

Henüz gelişimini tamamlamamış (immatür) fetal veya infant beyinde meydana gelen hasarlar nedeniyle aktivitede kısıtlanmaya, postür ve hareket gelişiminde bozulmaya yol açan kalıcı ama ilerleyici olmayan bir grup bozukluğun ismi olarak açıklanmaktadır. Ayrıca Serebral Palsi (SP) de görülen motor bozukluğa duyu, algı, iletişim, kognitif, davranış bozuklukları, epilepsi ve ikincil kas iskelet sistemi bozuklukları eşlik etmektedir (42). Benzer şekillerde değişik tanımlamalar olmasına rağmen SP'nin bir grup bozukluğu tanımlayan şemsiye bir terim olarak kullanılmasındaki ortak noktalar ;

- Motor fonksiyon, postür ve hareket bozukluğuna sebep olması,
- SP'nin geçici bir bozukluk olmaması/ kalıcı ve değişmez olması,
- Lezyonun/anormalliğin ilerleyici olmaması,
- Lezyonun/anormalliğin gelişmekte olan (immatür) beyinde meydana gelmesidir (43).

Serebral Palsinin birçok etkene bağlı olarak % 70-80 prenatal, % 10-20 natal ve % 10 postnatal nedenlerden kaynaklandığı bilinmektedir (Tablo 1) (44).

Tablo 1. Serebral Palsinin Nedenleri

Prenatal	Natal	Postnatal
Genetik nedenler	Prematüre doğum;< 37 hf	Doğum sonrası travmalar
Kromozomal bozukluklar	Düşük veya yüksek doğum ağırlığı (<2500 gr, >4000 gr)	Enfeksiyon(menenjit,ensefalit, beyin apseleri)
Konjenital enfeksiyonlar	Doğum asfiksisi	Anoksi (boğulma, zehirlenme vb.)
Serebral gelişim bozuklukları	Travma	Yüksek ateşli hastalıklar
Periventriküler lökomalazi	Enfeksiyon	Zehirlenmeler
Plesantal yetmezlik Travma	Zor-müdahaleli doğum	Tümörler
İlaç,sigara,alkol kullanımı	Bradikardi ve hipoksi	Hiperbilirubinemi
Radyasyon	İntakranial kanama	Respiratuar distres sendromu
Toksemi	Plasenta previa	
Prenatal beyin kanaması	Mekonyum aspirasyonu	
Komplikasyonlu gebelikler	Plesanta ablasyonu	

Serebral Palsi görülme sıklığının her 1000 canlı doğumda 2-3 oranında olduğu belirtilmektedir. Bu oran düşük doğum ağırlığı veya erken doğum haftasına sahip bebekler arasında her 1000 doğumda 40-100 değerlerine yükselmektedir (45). Serdaroğlu ve ark. Yaptıkları bir çalışmayla Türkiye’de SP görülme sıklığının 1000 canlı doğumda 4.4 olduğunu bildirmiştir (46).

2.4.2. Serebral Palsi Sınıflandırması

Kognitif, davranışsal, duyuşsal bozukluklar gibi birçok bozukluğun bir arada görüldüğü SP, motor fonksiyonda ve postürde bozulmalar nedeniyle nörolojik olarak tanımlanmaya ihtiyaç duymaktadır. Avrupa Serebral Palsi İzlem grubu (Surveillance of Cerebral Palsy in Europe/SCPE) serebral palsiyi nörolojik bulgularına göre 3 alt gruba ayırmaktadır. Bu gruplandırmaya göre SP; spastik, diskinetik ve ataksik olarak sınıflandırılmaktadır (43). Daha önceleri SP sınıflandırmasında yer alan hipotonik tip SP, saf bir hipotoni özelliği göstermemesi nedeniyle günümüzde bu sınıflandırmada yer almamaktadır (47). Miks tip SP ise baskın görülen tonus ve hareket anormallliği tanımlanmasıyla SP sınıflaması içerisinde kategorize edilebilmektedir (42).

Serebral palside spastik tipin yaklaşık % 70, diskinetik tipin % 20, ataksik tipin % 10 oranlarında görüldüğü belirtilmektedir (48).

SCPE Spastik SP'yi anatomik tutulum özelliklerine göre; unilateral SP (U-SP), bilateral SP (B-SP) olarak sınıflandırılırken, ekstremitte dağılımına göre tetraplejik, diplejik ve hemiplejik olarak gruplandırmaktadır (44,47).

Tablo 2. SCPE'nin nörolojik bulgulara göre SP sınıflandırması

Nörolojik bulgulara göre SP sınıflandırması		
SPASTİK SP	Bilateral Spastik	Tetraparezi, Diparezi
	Unilateral Spastik	Hemiparezi
DİSKİNETİK SP	Distonik	
	Korea-Atetoid	
ATAKSİK SP		

SP: Serebral Palsi

SP'li çocukların motor fonksiyonlarına göre sınıflandırılması ve engel seviyesinin belirlenmesi amacıyla Palisano ve ark. tarafından geliştirilmiş Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi-KMFSS), (Gross Motor Function Classification System - GMFCS) kullanılmaktadır. GMFCS, çocukların motor fonksiyonlarını yaşa bağlı gelişimlerine göre değerlendirerek fonksiyonelliklerini sınıflandırmaktadır. Gelişimi 0-2 yaş, 2-4 yaş, 4-6 yaş, 6-12 yaş, 12-18 yaş aralıklarında ayrı ayrı tanımlayarak SP'li çocukların motor fonksiyonelliklerini 5 seviyede değerlendirmektedir (49–51).

Seviye I: Kısıtlanma olmadan yürürler. İleri düzey kaba motor becerilerde kısıtlılıkları vardır.

Seviye II: Yardımcı cihaz olmadan yürür. Dışarıda ve toplum içinde yürümede kısıtlılıkları vardır.

Seviye III: Elle tutulan hareketlilik araçlarını kullanarak yürürler. Dışarıda ve toplum içinde yürümede kısıtlılık vardır.

Seviye IV: Kendi kendine hareket sınırlanmıştır. Motorlu hareketlilik aracını kullanabilir.

Seviye V: Elle itilen bir tekerlekli sandalyede taşınır (49–51).

2.5. Spastik Tip SP

Spastik tip SP, üst motor nöron lezyon özelliklerini göstermektedir. Simetrik veya asimetrik tutulum gösterir ve bir veya daha fazla ekstremitayı kapsayabilir (52). Genel özelliklerini sıralarsak;

1. SP vakalarının % 70-80' ini kapsar.
2. Başlangıçta bebeklerde hipotoni görülebilir.
3. Spastik Hipertoni: Kas tonusu artmıştır ve hızlı harekete karşı direnç artışı ile karakterize spastik hipertoni görülmektedir. Agonist ve antagonist kaslar arasında oluşan ko-kontraksiyona bağlı olarak istemli hareket sırasında spastik hipertonide artış görülürken istirahat sırasında tonusda azalma görülür.
4. Hiperrefleks: Gerim refleksinin aşırı uyarılması nedeniyle görülür.
5. Kas zayıflığı,
6. Motor kontrol, koordinasyon ve izole hareket kontrol zorlukları,
7. Motor gelişimde gecikme,
8. Normal eklem hareketinde azalma,
9. Denge, postür, tonus, koordinasyon ve koruyucu reaksiyonlarda bozulma,
10. Kas-iskelet sistemi deformiteleri (uzun süren spastisite nedeniyle gelişen),
11. Torakolumbal skolyoz (pelvik obliklikle ilişkili olarak sıklıkla C şeklinde eğri gelişir),
12. Femoral anteversiyon, asetabular displazi, koxa valga ve pelvik obliklik,
13. Kalça subluksasyonu ve dislokasyonu,

14. Kas kontraktürleri ve eklem deformiteleri,
15. Ayaktaki ekinle birlikte kalkaneusun varus veya valgusu,
16. Alt ekstremitte spastisitesi nedeniyle ekin,
17. Uzun süre dizleri fleksiyonda kalan durumlarda patella alta gibi bozukluklar görülebilir (49-52).

Unilateral üst ve alt ekstremitenin motor ve/veya duyuşal hasarıyla karakterize olan spastik tip SP, hemiplejik SP (hSP) veya unilateral SP (U-SP) olarak adlandırılmaktadır (44). Spastik SP' nin alt grupları içinde bilateral SP % 45.7, unilateral SP % 39.2 görülme oranına sahiptir (48). Avrupada düşük doğum ağırlığıyla doğan bebek sayısı gün geçtikçe azalmakta (2500 gr ve üzerinde doğum prevalansı artmaktadır) ve neonatal mortalitede azalmaktadır. Bu etkenlere bağılı olarak bilateral SP oranı azalırken unilateral SP oranının arttığı dikkat çekmekte, bu oranın 0.37'den 0.46 ya yükseldiğı bildirilmektedir (54).

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG) sonuçlarına göre hSP en çok periventriküler beyaz madde lezyonuyla, focal periventriküler gliosis veya post-hemorajik porenselalik lezyon sebebiyle %36, kortikal ya da derin gri madde lezyonuyla, orta serebral arterin enfarktüsü sebebiyle %31, ve beynin gelişim anomalisi, temel kortikal displazi, unilateral şizensefali sebebiyle % 16 oranıyla görülmektedir (48).

2.6. Unilateral Serebral Palsi (U-SP)/ Hemiparetik Serebral Palsi (hSP)

Beyin lezyonunun oluştuğı zamana göre prenatal, perinatal ya da postnatal dönemde ve patolojinin yapısına göre beyin malformasyonu, periventriküler lezyon ve kortikosubkortikal lezyonlar nedeniyle görülebilir (55). Hemiparetik SP'nin en yaygın sebebi olarak perinatal iskemik stroke (PIS) görülmektedir (56,57).

Hemiparetik SP'de ilk görülen klinik semptom motor asimetridir. Asimetri üst ekstremitede, alt ekstremiteye göre daha şiddetli ve belirgindir. Orta serebral arterin enfarktüsü sonucu oluşan hSP'lerde üst ekstremitelerde görülen motor asimetrinin periventriküler bölgeden kaynaklı olana göre daha şiddetli olduğu

gösterilmektedir (58). Periventriküler bölgede inen liflerin motor korteksde alt ekstremitayla ilişkili olan bölgeye yakın olması sebebiyle bu bölgede meydana gelen enfarktüslerde üst ekstremitay motor asimetrisi daha azdır. Sensorimotor korteksde alt ekstremitenin bu somatotopik organizasyonu distal alt ekstremitay yollarının ventiküllerle daha yakın ilişkilerde olduğu ve bu nedenle alt ekstremitenin proksimal kaslarından daha hassas olduğu gösterilmektedir. Spastik SP'de alt ekstremitenin motor disfonksiyonuyla artmış distal hasarın ilişkisi gösterilmektedir (58–60).

Kitai ve ark. orta serebral arter enfarktüsü geçiren çocukların (ortalama 5.9 ay) objelere uzanmaya, kavramaya başladıklarında asimetrik el kullanımını gösterirken periventriküler enfarktüs geçiren çocukların (ortalama 11,6 ay) ayakta durma ve yürümeye başladıktan sonra alt ekstremitay asimetrisini belirginleştirdiklerini göstermişlerdir (58).

Hemiparetik SP etkilenmiş ekstremitenin fonksiyonel yetersizliğinden dolayı motor gelişimde gecikmeye neden olmaktadır. Bu gecikmeye bağlı olarak SP'li birey hareket etme becerisini tüm ekstremitelerin fonksiyonel kompensasyonu ile geliştirmeye yönelmektedir (61). Bu kompensasyon mekanizmalarının kullanılması etkilenmiş ekstremitenin kortikal representasyonunun baskılanmasına ve ileriki dönemde etkilenen ekstremitenin fonksiyonel kullanımının inhibisyonuna neden olmaktadır (62,63).

Hemiparetik ekstremitenin primer motor kontrolü etkilenmiş hemisferin (ipsilateral reorganizasyon), sağlam kalmış dokularıyla ya da etkilenmemiş hemisferin reorganize olmasıyla sağlanmaktadır. Bu kontrol etkilenmemiş hemisferden (kontralezyonel reorganizasyon) hızlı-iletilebilir ipsilateral motor bağlantılar ve etkilenmiş hemisferden çaprazlaşan liflerin çekilmesiyle kurulan bağlantılarla oluşmaktadır (60). Reorganizasyonun tipi meydana gelen hasarın yeri, boyutuyla ilişkili olarak değişebilmektedir. Reorganizasyon etkilenmiş ekstremiteden alınan somatosensorik bilgiler ve etkilenmiş hemisferde sağlam kalmış motor alanlar arasındaki etkileşimler ile sağlanmaktadır (59).

Santral Sinir Sisteminin (SSS) adaptif plastisitesi beyindeki yapısal ve fonksiyonel değişikliklerle gösterilebilmektedir. Öğrenmeyle ilişkili hafızadaki depo

bilgi ve çevresel değişikliklere adapte olabilme yeteneği fonksiyonların geliştirilmesine olanak sağlamaktadır (64). Çevresel uyaranlara oluşturulan cevaplarla belirli bir beyin alanında yapısal değişiklikler sağlanabilmektedir (65). Yetişkin inme sonrası hastalarda nörorehabilitasyon müdahalelerine cevaben oluşan yapısal nöroplastisite gösterilmektedir. İnme geçirmiş hastalarda Kısıtlandırılmış Zorlayıcı Hareket Terapisiyle (CIMT), bazı bölgelerde gri madde hacminde önemli bir artış sağlanabildiği gösterilmektedir (66).

2.7. Hemiparetik Serebral Palsili Çocuklarda Yürüme ve Denge

Motor kontrol ve tonus problemlerinin olduğu her durumda denge bozukluklarıyla karşılaşmaktadır. SP'de bozulmuş kas aktivasyonu, kas-tendon sisteminin mekanisinde meydana gelen değişiklikler nedeniyle postüral düzgünlüğün bozulması, spastisiteye bağlı olarak hareket kontrolünde bozulma ve selektif motor kontrol kaybıyla birlikte ko-kontraksiyon yetersizliği yürüyüşün bozulmasına yol açan ana sebepler olarak gösterilmektedir (67). İyi bir motor beceri performansı, bireyin aktivite boyunca stabilitesini sağlama ve sürdürebilme becerisine bağlıdır (68). Serebral Palside yürüme yeteneği ve fonksiyonel beceri performansının düşük olmasındaki en önemli problemlerdenden birisi denge kontrolündeki yetersizlik olarak görülmektedir (69,70).

Kas koordinasyon problemleri, duyuusal bilginin organizasyonu ile ilgili zorluklar, ekstremitelerde artmış tonus nedeniyle kısıtlanmış fonksiyonel aktiviteler dengeyi etkileyen faktörlerdir (71). Denge, günlük yaşam aktivitelerindeki becerilerin ve hayata katılımın sağlanmasında kaba motor becerilerle birlikte önemli rol oynamaktadır. Stabilitenin devam ettirilebilmesiyle günlük yaşam becerilerinde fonksiyonellik sağlanabilmektedir (72).

Nashner ve ark. (1983) sağlıklı gelişen çocuklarda hareketli platform üzerinde yaptıkları çalışmalarda distal-proksimal kas sinerjilerinin platformda oluşan etkiye cevaben aksi yönde açığa çıktığını ancak SP'de denge stratejilerinin sağlıklı çocuklardan farklı olduğunu göstermişlerdir (73). SP'de sağlıklı çocuklardaki gibi oluşan etkiye cevaben distal-proksimal kaslarda gelişen bir sinerji yerine artmış ko-

kontraksiyon, bozulmuş kas sinerjileri görülmekte ve denge stratejileri oluşturulamamaktadır (72).

Özellikle hSP'de yapılan çalışmalarda kasılmanın zamanlamasıyla ilgili problemlerin ko-kontraksiyona ve kas sinerjilerinin bozulmasına neden olduğu gösterilmektedir (73). hSP'li çocuklar bozulmuş ko-kontraksiyon ve stabilite kaybıyla dengesi zayıf, yavaş ve disorganize bir yürüyüş göstermektedirler (72). Benzer şekilde SP'li çocuklarda denge fonksiyonlarının yürüme becerisiyle ilişkili olduğu çalışmalarda görülmektedir (69,70).

Hemiparetik SP'li çocukların neredeyse hepsinin (% 98) bağımsız yürüyebildiği ve 18-24. aylar arasında bağımsız yürüme becerisine ulaştıkları bilinmektedir (55, 71). hSP'li çocuklarda tek taraflı etkilenime bağlı olarak görülen en büyük problem yapısal ve fonksiyonel asimetridir. Buna bağlı olarak vücut ağırlığı daha çok paretik olmayan ekstremitede taşınmakta, paretik ekstremitte üzerine az ve kısa süreli ağırlık aktarılmaktadır. Aynı zamanda paretik ekstremitelerin pozisyonel olarak retraksiyonda veya arkaya rotasyonda olduğu görülmektedir. Yürüme sırasında oluşması beklenen paretik kol salınımları yetersiz veya eksiktir (75).

Erken yaşta yürüme becerisine ulaştıkları bilinen hSP'li çocuklar yürüyüş sırasında enerji harcamasının azaltılması, yürüyüş kalitesinin artırılması ve hayata katılım düzeylerinin geliştirilmesine ihtiyaç duymaktadırlar (76).

2.8. Yürüyüşün Genel Özellikleri

Yürüme, stabil bir ağırlık aktarma postürüyle tüm vücudun ilerlemesini sağlayan ve alt ekstremitelerin tekrarlı sıralı hareketlerine bağlı olarak gerçekleşen bir eylemdir (34). Düzgün ve eforsuz yürüyüş normal yürüyüş olarak değerlendirilir. Normal yürüyüşün sağlanabilmesi için eklem hareket açıklığının tam olması, kasın uygun zamanlama ve şiddette kasılarak fonksiyon görmesi önemlidir. Normal yürüme fonksiyonu aynı zamanda enerji harcamasının optimal düzeyde korunmasıdır (77). Gravite merkezi yürüyüş sırasında sinüzoidal bir eğri üzerinde yer değiştirir. Yürüme süresince her adımda pelvis frontal düzlemde yukarı ve aşağı, transvers düzlemde ise sağa ve sola pelvik rotasyonlarla hareket eder (77,78). Yavaş yürümede

dengeyi sağlayabilmek için ekstra enerji harcaması söz konusuysen hızlı yürüme ve koşmada daha fazla anaerobik metabolizma gereklidir. Birçok hastalıkta gravite merkezinin vertikale ve laterale yer değiştirmesi artar ve bu durum yürümede aşırı enerji tüketimine neden olur. İyi bir yürüyüşün gerçekleşebilmesi için yürüyüşün ilerleyişi, ayakta stabilizasyon ve enerji tüketiminin fonksiyonel sınırlar içinde sağlanması gereklidir. Yürüyüş bozukluklarında ise bu üç komponentinin rehabilitasyonu ile yürümede fonksiyonellik sağlanabilmektedir (34,78,79).

Bir yürüme döngüsü, duruş ve sallanma olmak üzere iki fazdan, destek noktalarına göre tek destek ve çift destek olmak üzere iki evreden oluşmaktadır (34,78).

Normal yürüyüşün duruş fazı; ilk temas, ayağa yük aktarımı, orta duruş, son duruş ve sallanma öncesi parmak kalkışı olmak üzere 5 aşamadan oluşur (2,80). Yürüme döngüsü ve duruş fazı ayağın yerle ilk teması olan topuk vuruşu ile başlar. Ardından ekstremitenin üzerine ağırlık aktarımı gerçekleştiği ayağa yük aktarım fazı, ağırlığın tek ekstremita üzerinde taşındığı orta duruş fazı, tekrar yük aktarımının azaldığı son duruş fazı ve sallanma öncesi parmak kalkışı fazları ile gerçekleştirilir (80). Son duruş fazında vücut ağırlığı öne aktarılarak yürüme için gerekli ivme oluşturulur, sallanma öncesinde ise ekstremita sallanma fazına hazırlanır (81). Sallanma fazına hazırlanan ekstremitada sallanma fazının başlaması, orta sallanma ve son sallanma fazlarının gerçekleştirilmesi ile bir yürüyüş döngüsü tamamlanmış olur (2,80).

Destek noktaları göz önüne alındığında ise; tek destek fazında sadece tek ayak, çift destek fazında ise her iki ayak zemin ile temas eder. Hızın artması ile çift destek fazı kısalır, tek destek fazı artar. Hızın daha da artması ile çift destek fazı tamamen ortadan kalkar ve “koşma” olarak tanımlanan hareket döngüsü oluşur (79,82).

Bir yürüyüş döngüsünde bireye göre değişen yürüyüş hızı, kat edilen mesafe, tempo ve ritim vardır. Yürüyüşün tanımlanmasında yürüyüşün zaman ve mesafe karakteristiklerinin incelenmesi önemlidir (34).

2.8.1. Yürüyüşün Zaman ve Mesafe Karakteristikleri

Adım uzunluğu: Bir topuğun yere temas eden noktası ile diğer topuğun yere temas eden noktası arasındaki mesafedir. Bu sağ adım uzunluğu veya sol adım uzunluğu şeklinde olur. Çocuklardaki adım uzunluğunu yaklaşık olarak boyun 0.9 katına eşittir.

Çift adım uzunluğu: Bir topuğun yere temas eden noktası ile aynı topuğun yere temas eden noktası arasındaki mesafedir. Sağ ve sol adım uzunluklarının toplamına eşittir. Ortalama 140 cm (75-160) dir .

Adım genişliği: İki topuk orta noktası arasındaki horizontal mesafedir. Ortalama 8 cm'dir. Normalde 7.6-15 cm arasındadır.

Tempo: Belirli bir zamandaki adım sayısıdır. Genellikle dakikadaki adım sayısı olarak hesaplanır.

Ayak açısı: Ayağın uzun eksenini (topuk orta noktası ile 2.-3. parmakların orta noktası arasında uzanan eksen) ile kalkaneusların orta noktasını birleştirmesi ile elde edilen ilerleme hattı arasındaki açıdır. Ortalama 7° dir.

Hız: Belirli bir zaman diliminde vücudun aldığı mesafedir. Normal yürüyüş hızı 80 metre/dakika (m/dk)' dır.

Tek destek süresi: Bir ayağın yere basma süresidir .

Çift destek süresi : İki ayağın birden yere basma süresidir (83,84).

2.9. Hemiparetik SP'de görülen Yürüme Bozuklukları

Hemiparetik SP yürüyüş özelliklerini tanımlamada en çok kabul edilen Winters'in yürüyüş sınıflandırmasıdır. Bu sınıflandırmaya göre hemiparetik yürüyüş 4 tipte değerlendirilmektedir (85).

TİP 1- Düşük Ayak: Salınım fazında zayıf dorsi fleksiyon ve artmış *triaps surae* kas tonusu nedeniyle düşük ayak görülür. Ayak bileğinde kontraktür yoktur, kalça ve diz kontrolü iyidir (86).

TİP 2- Gerçek Ekin: Düşük ayak özelliklerine ek olarak *triceps surae* kontraktürü gelişmiştir. Bu tip kendi içinde diz ekleminin aldığı pozisyona göre 2 başlık altında incelenmektedir.

TİP 2A: Duruş fazında kalça ekstansiyonda, diz nötralde, ayak bileği ekindedir.

TİP 2B: Duruş fazında kalça ekstansiyonda, diz rekurvatumda, ayak bileği ekindedir (76,86).

TİP 3 - Tutuk Diz: Gerçek ekin özelliklerine hamstring ve/veya rectus femoris ko-kontraksiyonu nedeniyle görülen tutuk diz eklenmiştir. Sallanma fazında kısıtlı diz hareketleri, selektif diz kontrolünde kayıp ve artmış rektus femoris kas aktivitesi görülür (85,86).

TİP 4 - Düşük Pelvis: Tutuk diz özelliklerine, spastik kalça fleksörleri, adduktörlerinin etkisi eklenmiştir. Ayakta ekin, tutuk diz, kalçada fleksiyon, adduksiyon, internal rotasyon yönünde artmış tonus, pelviste anterior tilt ve hemipelvik retraksiyon görülür (76,86).

Spastik hemiparetik çocukların sağlıklı çocuklara göre daha uzun bir yürüme döngüsüne, daha yavaş yürüme hızına, daha uzun destek fazına sahip oldukları bilinmektedir. Ayağın yere ilk temasında ve ayak ekstansiyonu sırasında ayak bileği, diz ve kalça eklem açıları sağlıklı çocuklarınkinden önemli derecede farklıdır. Zayıf denge ve motor koordinasyon nedeniyle destek fazı sallanma fazından daha uzun kalmakta, adım uzunlukları kısa tutulmaktadır. Ayrıca çocuklar yürüme hızını sürdürülebilmek için yüksek adım frekansı ile yürümeyi denemektedirler (87).

2.10. Yürüyüş ve Denge Bozukluklarının Rehabilitasyonu

SP bir çok bozukluğu bir arada içermesi nedeniyle rehabilitasyonu da multidisipliner ekip yaklaşımını ve çok yönlü rehabilitasyon yaklaşımlarını

içermektedir (81). Tedavi yaklaşımlarının hiç biri beyinde oluşmuş olan problemi düzeltmeye yönelik olmamakla birlikte günümüz rehabilitasyon yaklaşımları İşlevsellik, Yetiyitimi ve Sağlığın Uluslararası Sınıflandırması (ICF) endeksine göre mevcut fonksiyonel kapasitenin artırılması ve hayata katılımın geliştirilmesi üzerine bireyin ihtiyaçlarına özel oluşturulan yaklaşımları içermektedir. Bu yöntemler geleneksel tedavi yöntemleri ve nörofasilitasyon başlıkları altında gruplandırılırken aynı zamanda destekleyici tedavi yöntemleri de rehabilitasyon yaklaşımlarının parçası olarak bu gruplandırma içinde yer almaktadır (2). Teknolojinin gelişmesiyle birlikte rehabilitatif ve destekleyici yaklaşımların çeşitliliği her geçen gün artmakta ve bu yaklaşımların tartışılması bir ihtiyaç olmaktadır.

2.10.1. Geleneksel Tedavi yöntemleri

SP'li bireylerin motor yeteneğini geliştirmek için kullanılan egzersizleri içermektedir. SP'li bireyin yaşına, klinik özelliklerine uygun olarak planlanmış terapötik egzersiz programlarından oluşturulur.

Pasif ve Aktif Germe Egzersizleri: Yumuşak dokunun fizyolojik gerginliğini korumak için spastik kasa manuel olarak uygulanır. Hareket açıklığının artırılmasında, spastisitesi olan bireylerin yürüme becerilerinin iyileştirilmesinde destekleyici etkiler sağlamaktadır (88).

Kuvvetlendirme Eğitimi: Yürüyebilen SP'li çocuklarda fonksiyonel egzersizler, aerobik anaerobik kapasiteyle kuvvetlendirme eğitimi, fiziksel uygunlukta yoğun aktivite ile yaşam kalitesinde anlamlı kazanımlar sağlanabilmektedir. Amaca yönelik programlanan kuvvetlendirme eğitimiyle motor fonksiyon ve beceriler geliştirilebilmektedir (89). Kuvvetlendirme eğitim programlarının özellikle 4-5 yaşından sonra daha etkin olduğu savunulmakta, kapalı kinetik halka egzersizlerinin kuvvetlenme ve fonksiyona katılımı daha yüksek etkiler oluşturduğu bilinmektedir (90,91). Kasların kuvvetini artırmak için yeterli düzeyde yüklenme yapılması gereklidir. İlerleyici dirence karşı efor gösterilmesi güç üretme kapasitesini artırarak kas performansının ve motor becerilerin geliştirilmesinde önemli olmaktadır. Kuvvetlendirme eğitimiyle kas kuvveti, esneklik, postür ve dengede kazanımlar sağlanmaktadır (88).

Denge Eğitimi: Fonksiyonel denge statik ve dinamik bir kontrolü içermektedir. İyi bir motor beceri için dengenin duysal organizasyon ve hareket koordinasyonu ile iyi bir entegrasyonu gereklidir (81,92). Dengenin ve postural stabilitenin gelişimi ve devamlılığında vestibular, görsel ve somatosensörük sistem görev alır (81,93). Dengenin sağlanabilmesi ve geliştirilebilmesi için bu sistemlerin herbirinin kontrolü üzerinde çalışılması gerekmektedir. Yürüme ve denge reaksiyonlarının ve postural cevapların oluşturulmasında özellikle reaktif denge eğitiminin önemi vurgulanmaktadır (94,95). Motor gelişimin her aşamasında hareketli zemin kullanımı, destek noktasının ve yüzeyinin azaltılması, dirençe karşı dinamik pozisyonlardaki aktiviteler, zıt yönlü kuvvet uygulamaları içeren aktiviteler veya Nintendo-Wii gibi oyun araçları denge gelişiminde kullanılabilir. Gözlerin açık veya kapalı olduğu pozisyonlarda duruşun devam ettirilebilmesi, hıza bağlı değişen yön ve fonksiyonlara uygun cevapların oluşturulması, reaktif denge çalışmaları ile fonksiyonel becerilerdeki stabilitenin ve motor fonksiyonun geliştirildiği çalışmalarda gösterilmektedir (69,70,95,96).

Elektrik Stimülasyonu Teknikleri: Literatürde birçok çalışmada orta ve hafif şiddette etkilenmiş ve iyi düzeyde kognisyonu olan SP'li çocuklarda kullanımı önerilmektedir (81). En yaygın olarak NMES (nöromusküler elektrik stimülasyonu), FES (fonksiyonel elektrik stimülasyonu) ve TES (terapatik elektrik stimülasyonu) uygulamaları kullanılmaktadır (33,81,97). Özellikle kuvvetlendirme yöntemleriyle karşılaştırıldığı çalışmalarda daha yüksek etkinliğe sahip olmadığı gösterilirken kas kuvvetlendirilmesinde, doku özelliğinin korunmasında, fonksiyonun ve istemli hareketin geliştirilmesinde kullanılabilecek bir yöntem olarak kabul edilmektedir. Kas aktivitesinin zamanlamasının geliştirilmesinde duysal etki yaratması sebebiyle el becerileri, ayakta durma, ağırlık aktarma, yürüme gibi fonksiyona yönelik becerilerde terapatik olarak kullanılmaktadır (98).

Ortez Uygulamaları: Kas iskelet sisteminin etkilendiği bozukluklarda ortezler soruna yönelik olarak koruyucu, destekleyici veya fonksiyonu geliştirici amaçlarla kullanılabilir. Alt ekstremité için deformasyonu önlemek, gelişimi desteklemek, immobilize etmek, aksiyal yüklenmenin yönünü değiştirmek gibi pasif amaçlarla kullanılabilirken fonksiyonu üstlenmek, fonksiyona yardım etmek, ağırlık

taşımak gibi dinamik amaçlara da hizmet etmektedir (99,100). Bireyin ihtiyacına göre SP'de en çok kullanılan alt ekstremité ortezleri sırasıyla ayak ayak bileği ortezleri (AFO), diz, ayak bileği eklemi içine alan ortezler (KAFO), kalça, diz, ayak bileğini içine alan (HKAFO) ortezleridir (100).

2.10.2. Nörofasilitasyon Yöntemleri

Santral sinir sistemine gönderilen duysal uyarıların refleks motor yanıt oluşturmaya prensibine dayanmaktadır. Vücudun ekstremiteleri ve proprioseptörlerinin uyarılmasıyla kas gruplarının fasilitasyonu ya da inhibisyonu amaçlanır (101,102). En sık kullanılan terapi yöntemleri aşağıda kısaca örneklendirilmektedir.

Nörogelişimsel Terapi (NGT-Bobath Terapisi): İlk olarak 1940'larda Karl ve Berta Bobath tarafından geliştirilen ve nörogelişimsel terapi olarak tanımlanan yöntem günümüze kadar gelişerek bir değişim süreci geçirmiştir. Temel prensipleri bireyin ihtiyaçlarını göz önünde bulundurarak problem çözmeye odaklanan fonksiyonel bir yaklaşım biçimidir. Bu nedenle "yaşayan bir konsept" olarak kabul edilir ve beynin fonksiyonuyla ilişkili bilgilere adapte olarak gelişir ve değişir (81,102,103). Dinamik sistem teorisine ve motor öğrenmeye dayanan yaklaşım çocuğun tüm gelişimsel ihtiyaçlarına yönelik desteklenmesi gerektiğini savunur (81,88).

Çocuğun aktif katılımını ön planda tutarak bireysel ihtiyaçlarına uygun fonksiyonel aktivitelerle performansın geliştirilmesini hedefler. Terapinin ve çocuğunun ihtiyaçlarının kısa ve uzun vadeli değerlendirilerek ömür boyu bireyin ihtiyaçlarına göre programın değiştirilmesi, geliştirilmesi gerektiğini öngörür. Kuvvetin, esnekliğin, düzgünlüğün geliştirilmesi ve aktif katılımın sağlanmasıyla fonksiyonel performansı geliştirir. Özel tutuş ve taşıma yöntemleri, pozisyonlama, hareketin başlatılması ve kasın fonksiyonuna yönelik aktivasyonu için fasilitasyon tekniklerini ve anahtar noktaları kullanır (33,88,104). Fonksiyon içinde hareketi aktive etmek ve günlük yaşam içinde uygulamaları sürdürmek NGT (Bobath) yaklaşımının temel anlayışıdır (33,88,104). Fasilitasyon, stimülasyon, iletişim önemli prensiplerindendir (105).

Kısıtlayıcı-Zorunlu Hareket Terapisi (Constraint-induced movement therapy/CIMT) : Etkilenmemiş ekstremitenin engellenmesiyle etkilenmiş ekstremitenin hareketlerinin geliştirilmesi temeline dayanan nörogelişimsel tedavi yöntemlerindendir (106,107). Unilateral etkilenimi olan çocuklarda modifiye CIMT uygulamalarıyla etkilenmiş kolun günlük yaşam aktivitelerinde kullanımının geliştirildiği, beyin reorganizasyonunda ve bireyin fonksiyonelliğinde olumlu etkileri birçok çalışmada kanıtlarla gösterilmektedir (62,108–110).

Bimanuel Yoğunlaştırılmış Üst Ekstremit Terapisi (HABIT/Hand-Arm Bimanuel Intensive Therapy): Unilateral etkilenimi olan SP'li çocukların iki elin dahil olduğu yoğun aktivite programıyla geliştirilmesini hedefler (111,112). Hemiparetik SP'li çocukların unilateral bir beyin lezyonuna sahip olmalarına rağmen bimanuel koordinasyonda zorluk yaşadıklarını bu nedenle günlük yaşamdaki fonksiyonelliğin sağlanması için her iki elin koordine olarak çalışılmasının önemini vurgular (112,113). El becerilerinin geliştirilmesinde HABIT'in etkinliği birçok çalışma ile kanıta dayalı olarak gösterilmektedir (113–116).

Hedefe Yönelik Fonksiyonel Terapi (Goal Directed Therapy): Günlük yaşamda geliştirilmeye ihtiyaç duyulan becerilerin öğrenilmesi üzerine odaklanan bir terapi yaklaşımıdır (117). Terapinin amacı çocuk ve ailenin en çok geliştirilmesini istediği beceriye uygun olarak planlanır (118). Çocuğun tolere edebildiği performans düzeyinde aktivitelerle öğrenme potansiyeli zorlanarak yükseltilir. Değişik zorluk derecelerinde basamaklandırılmış hedefleri deneyimleyerek başarması ile fonksiyon geliştirilir (119) .

Hayvan destekli terapiler, su içi terapiler, yardımcı aletlerin kullanılması gibi yaklaşımlar SP rehabilitasyonunda destekleyici yaklaşımlar arasında yer almaktadır (120–122).

2.10.4. Teknoloji Destekli Uygulamalar ve Robotik Rehabilitasyon

a) Sanal gerçeklik Uygulamaları

b) Video bazlı oyunlar

c) Robotik Rehabilitasyon Uygulamaları: Sabit sistemler, yerde yürüyüş sistemleri, giyilebilir robotik yürüme cihazları

Alt ekstremitte eğitim ve rehabilitasyon programlarının çoğu fonksiyonel egzersiz eğitimlerine odaklanmaktadır (123,124). Çünkü SP'li çocukların fonksiyonel performansını ayakta durma ve yürüme becerilerini sağlayan büyük kas gruplarının gücü göstermektedir (5). Büyük kas gruplarının fonksiyonu sürdürme ve hareketi tekrarlayabilme sayısı alt ekstremitte performansını gösteren en iyi belirleyicidir (125,126). Bu bilgilerin ışığında rehabilitasyonun başarı oranını artıran egzersizin yoğunluğu, tekrar sayısı ve özellikle motivasyon olduğu görülmektedir. Bu nedenle son dönem terapi yaklaşımları içinde robotik yürüme yardımcıları, destekli- desteksiz yürüyüş bandı eğitimleri daha çok yer almaktadır (127).

Motor gelişimde gecikme veya kortikospinal yolun disfonksiyonu olan çocuklarda sık tekrarlı eğitimlerin motor gelişim üzerine genel etkiler oluşturduğu bilinmekte ve bağımsız yürümenin başlatılmasında erken dönemlerde sık hareket tekrarının sağlanması önerilmektedir (50).

Pratikte yeni becerilerin kazanılması olarak tanımlanan motor öğrenmenin temeli sensorimotor deneyime dayanmaktadır. SP'li çocuklar için yeni motor fonksiyonların öğrenilmesi veya geliştirilmesinde kullanılan robotik rehabilitasyon yaklaşımlarının sensörimotor deneyimi geliştirerek motor öğrenmeye olanak sağladığı açıklanmaktadır (128,129). Yeni öğrenimler, tekrarlanan/deneyimlenen aktiviteye bağlı olarak gelişen nöral plastisite yoluyla kazanılmaktadır (130,131).

SP'li çocukların motor kontrol becerilerinin tekrarlayıcı görev-odaklı tedavilerle etkilenmiş ekstremitenin hareket ettirilmesiyle geliştirilebildiği bilinmektedir. Robotlar nörolojik hasarlı bireylerin motor rehabilitasyonunda özellikle yürümenin iyileştirilmesinde öne çıkan teknolojik yaklaşımlardır. Robot yardımcı yürüme eğitimlerinin geleneksel veya kısmi destekli treadmill çalışmalarına göre avantajı daha yoğun, kontrollü, tekrarlayıcı ve görev-amaç odaklı eğitime imkan vermesi ve motor öğrenme yoluyla kortikal reorganizasyona yardımcı olmasıdır (132). Daha yüksek nöroplastisiteyle daha iyi sonuçlar alınabilmesi amacıyla robotik rehabilitasyon yaklaşımları pediatrik popülasyonda giderek önem

kazanmaktadır. Tedavinin bütünleyici bir parçası veya alternatifi olarak görülmektedir (127).

Yürüme fonksiyonunun geliştirilmesinde en çok kullanılan alt ekstremite robotları *Lokomat* (Hocoma, Zurich, Switzerland), kısmi olarak vücut ağırlığının alındığı *treadmil* (BWS), *Innowalk* veya *Innowalk Pro* ve *Gait Trainer* adıyla geliştirilmiş cihazlardır (133). Ayrıca son zamanlarda nörolojik hastaların denge ve yürüyüşünün geliştirilmesinde *ReoAmbulator* cihazlar kullanılmaya başlanmıştır. Bu cihazlar robotik uygulamalar ile yürüme eğitim platformu/vücut ağırlığının alındığı *treadmil*/aktif nöromusküler fasilasyon sağlayan sanal gerçeklik/çoklu fonksiyonel özellikleri olan yürüme analizi/ görsel, işitsel uyarıyla koordinasyon eğitimi sağlayan sistemlerin bir arada kullanılmasıyla geliştirilmiş kombine cihazlardır (134).

Alt ekstremite robotik uygulamaları tüm vücut hareketlerinde ritmik paternlerin geliştirilmesini sağlamaktadır. Robotik yardımcıları kazandırılması istenen hareket paternlerini bireyin ihtiyaçlarına ve yeteneğine özel olarak ayarlayabilme özelliklerini sunabilmektedir (135). Ayrıca robotik yardımcıları geliştirilmek istenen yapı veya hareket belirlenerek cihazlar hastanın ihtiyaçlarına özel düzenlenebilmektedir (129). İskelet sistemli robotik yürüme cihazları kısmi olarak vücut ağırlığının alındığı veya alınmadığı *treadmil* çalışmalarıyla karşılaştırıldığında spesifik olarak kalça, diz, ayak bileği hareketlerine terapist veya bir başkasının desteği yerine cihazın rehberlik ve yardım ederek hareketin düzgün patern ve postürle yapılmasını sağlaması avantaj olarak görülmektedir (136).

Mobilite problemi olan hastalarda kullanılan yardımcı robotik cihazlar kabaca alternatif cihazlar ve güçlendirici cihazlar olarak 2 grupta toplanabilir. Yürüme ve mobilite kapasitesi kısıtlı olan bireyler tekerlekli sandalye veya özel mobilite cihazlarını mobilitelerini sağlayabilmek için alternatif cihazlar olarak kullanırlar. Walker veya iskelet sistemli robotlar gibi güçlendirici cihazlar ise residual kapasitelerinin artırılması için kullanılmaktadır. Bu cihazlar aynı zamanda ayakta durma, denge ve lokomasyonun geliştirilmesine yardımcı olan cihazlardır (137). Çalışmamızda kullandığımız yürümenin geliştirilmesine yardımcı olan robotik cihaz

ise son dönemlerde Norveç' te *Made for Movement* tarafından geliştirilmiş olan *Innowalk Pro*'dur.

Innowalk ve *Innowalk-Pro* robotik cihazları sağlıklı yürüme paterninin geliştirmesinde rehabilitasyon programının bir parçası olarak kullanılması önerilen cihazlardır (13). *Innowalk*'un kullanım hedefleri hafif ve orta şiddette etkilenimi olan bireyler için yürüme, gövde ve baş kontrolünde gelişim sağlamaktır. Çocuğun yürüme hareketini robotik özellikler yardımıyla minimum eforla, doğru şekilde ve uzunca bir süre pratik etme kullanım özelliği ve süresine bağlı olarak yürüme becerilerinde, gövde ve baş kontrolünde artış, spastisitenin azalması, kan dolaşımının artışı yada sindirim sisteminin düzgün fonksiyon görmesi gibi etkiler göstermektedir. Ayrıca iyi bir yürüme paterninin geliştirilmesine yardımcıdır (13,138). Vücut boyutlarına uygun olarak ayarlanabilme özelliğiyle oturma ve/veya ayakta durma pozisyonlarında alt ekstremitelerin düzgün pozisyonlanabilmesine olanak sağlar (138).

Robotik yürümeye imkân veren diğer cihazlardan farklı olarak çalışmada *Innowalk Pro*'nun tercih edilme nedenleri değişik boy ve kilodaki çocuklar için cihazın ayarlanma süresinin kısa olması, taşınabilir olması, fizyoterapi ve rehabilitasyon yöntemleri ile entegre edilebilir olmasıdır (135).

3. BİREYLER VE YÖNTEM

Bu çalışma yürümenin gelişmeye devam ettiği 5-12 yaşlar arasında, spastik hSP'li çocukların simetrik, tekrarlayıcı, görev-odaklı yürüyüş eğitimiyle (robotik yürüme eğitimi) yürüme ve denge fonksiyonlarındaki değişimi incelemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla çalışmamız Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümünde Ocak 2016- Ekim 2016 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

Çalışmanın yapılabilmesi ve etik uygunluğu için Hacettepe Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulundan ve Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu Etik Kurulundan gerekli izin ve onay alındı (karar no: 2016/06-34, KA-16045). Çalışmaya dahil edilen çocuklardan, anne ve babalarından yazılı onayla katılım izni alındı.

3.1. Bireyler

Çalışmaya düzenli olarak haftada 3 kez fizyoterapi ve rehabilitasyon programına devam eden 5-12 yaş arasındaki 24 konjenital spastik hSP'li çocuk dahil edildi.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

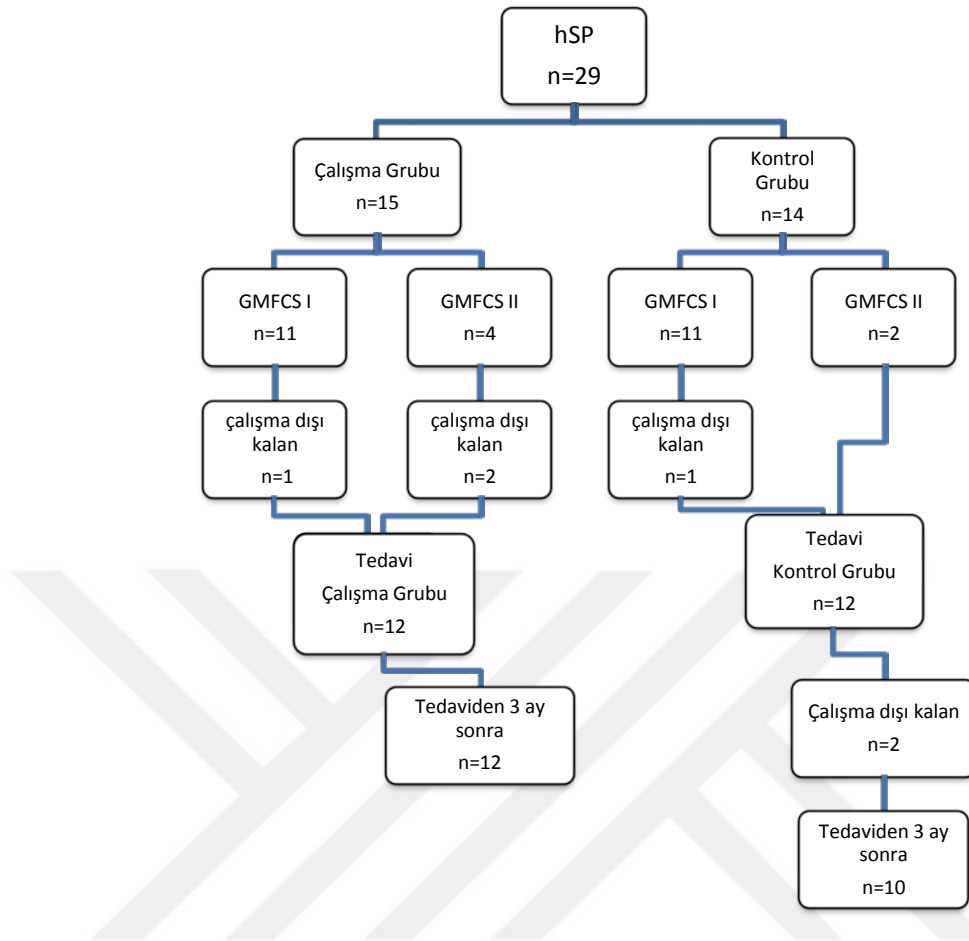
1. 5-12 yaş arasında hemiparetik SP tanısına sahip olmak,
2. Kaba motor fonksiyon sınıflandırma sistemine (GMFCS) göre seviye I veya II düzeyinde olmak,
3. Görme, işitme kaybı olmamak,
4. Kendisiyle iletişime engel olacak derecede mental retardasyonu olmamak (özürlü kurulu sağlık raporuna göre orta-iyi mental kapasitede olan),
5. Haftada 3 gün fizyoterapi ve rehabilitasyon programına devam etmek,
6. Çalışmaya katılmayı kabul edenler

Çalışmadan çıkarılma veya dahil edilmeme kriterleri:

1. 6 aydan kısa süre önce alt ekstremitte kırığı veya kas-tendon ve kemik operasyonu geçirmek, 6 ay içinde spastisiteyi inhibe edecek herhangi bir farmakolojik ajana maruz kalmak,
2. Kardiyak instabilite, solunum problemleri olmak,
3. Robotik yürüme cihazının kullanımına engel olacak alt ekstremitte eklemlerinde kontraktürü olmak olarak belirlendi.

Çalışmaya katılmayı kabul eden 29 spastik hSP'li çocukla çalışmaya başlandı. Çocukların motor fonksiyonel düzeyleri kaba motor fonksiyon sınıflama sistemine (GMFCS) göre belirlendi. Seviye I ve II düzeyindeki çocuklar çalışmaya dahil edildi (Ayrıntılar SP sınıflandırması konusunda detaylandırılmıştır).

Çalışma ve kontrol grubu belirlenirken katılımcıların demografik ve klinik özellikleri açısından homojen dağılım göstermelerine özen gösterildi. Haftada 3 gün robotik yürüme eğitimine katılmaya gönüllü olanlar çalışma grubunu oluşturdu. Çalışma ve kontrol grubunda 12'şer olmak üzere toplam 24 (Seviye I, n=20; Seviye II, n=4) çocuk çalışmaya katıldı ve tedavi 24 çocukla tamamlandı. Tedavi tamamlandıktan sonra kontrol grubunda 1 çocuk alt ekstremitte kaslarına botoks uygulanması nedeniyle 1 çocuk şehir değişikliği nedeniyle çalışmadan ayrıldı. Tedavinin etkinliğinin araştırılması amacıyla tedavi bittikten 3 ay sonra tekrarlanan değerlendirmeler çalışma grubunda 12, kontrol grubunda 10 çocuk üzerinde yapılarak çalışma 22 çocukla tamamlandı. Çalışmaya katılım diagramı şekil 1'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Çalışmaya katılım diagramı

3.2. Yöntem

3.2.1. Çalışma Dizaynı

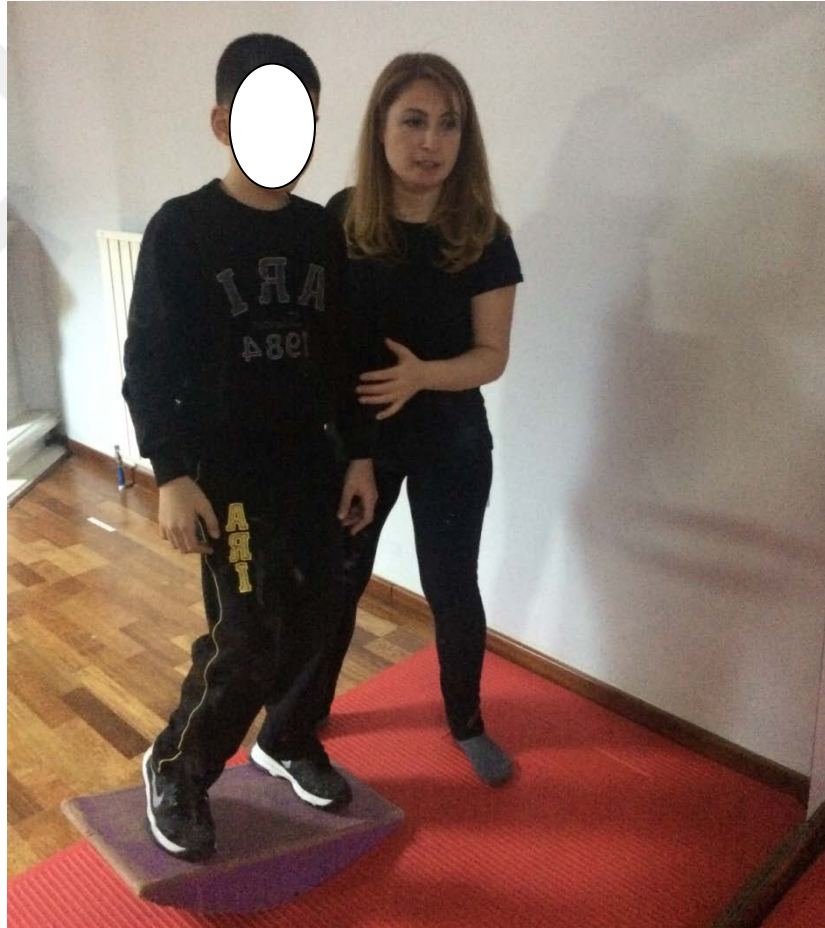
Çalışmamız prospektif kontrollü çalışma olarak yapıldı. Robotik Rehabilitasyon grubundaki çocuklar 3 ay boyunca haftada 3 kez olarak düzenli devam ettikleri fizyoterapi ve rehabilitasyon programının yanında haftada 3 kez 30'ar dakikalık robotik yürüme eğitimine katıldılar. Çalışma grubu haftada 3 kez robotik yürüme eğitimine katılmayı kabul eden ailelerin çocuklarından oluşturuldu. Kontrol grubundaki çocuklar ise haftada 3 kez fizyoterapi ve rehabilitasyon programına devam ettiler. Üç aylık tedavi süresi içinde her iki gruba da standart fizyoterapi ve rehabilitasyon programı uygulandı. Tedavi süresinin başlangıcında ve sonunda denge ve yürüme fonksiyonlarına yönelik klinik değerlendirmeler her iki gruba da yapıldı.

Ayrıca yürüme eğitimi tamamlandıktan 12 hafta sonra tedavinin etkinliğinin devamlılığı veya kaybının araştırılması amacıyla değerlendirmeler 3. kez tekrarlandı.

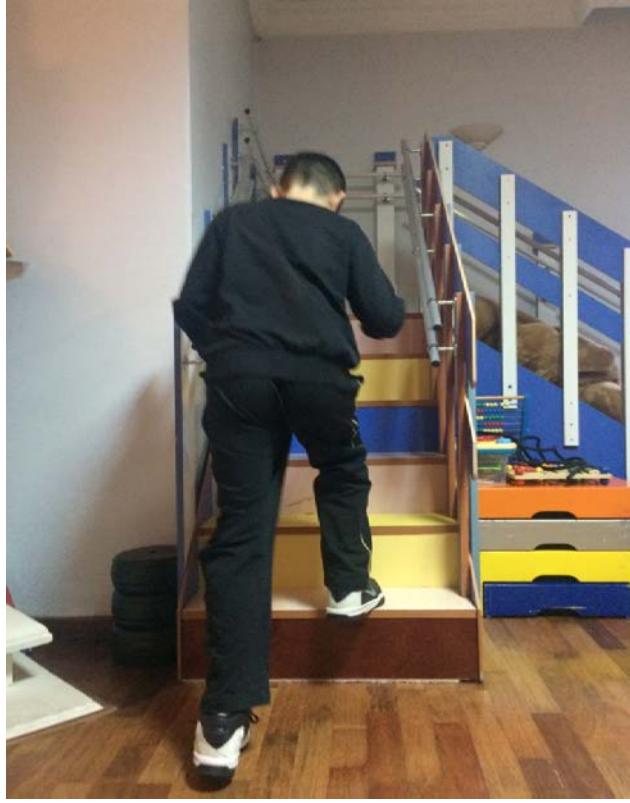
3.2.2. Tedavi Uygulamaları

Standart Fizyoterapi Rehabilitasyon Programı: daha açık belirtilmeli

Kontrol ve çalışma grubunda; yürüme, yürüme hızı, denge becerilerinin geliştirilmesine yönelik fizyoterapi ve rehabilitasyon programı içinde çocukların ihtiyaçlarına göre alt ekstremitelerde antigravite kaslarına kuvvetlendirme egzersizleri, diz ve kalça fleksörlerine, plantar fleksörlere ve adduktör kaslara germe egzersizleri, terminal *squat*, basamak inme-çıkma, fonksiyonel uzanma, denge tahtasında denge eğitimi, tek ayak üstünde durma egzersizleri çalışıldı (Şekil 2-3-4).



Şekil 2. Denge tahtasında denge eğitimi



Şekil 3. Basamak çıkma çalışması



Şekil 4. Squat egzersiz çalışması

Innowalk Pro: Çalışma grubundaki çocukların robotik yürüme eğitiminde (RYE) Norveç' te geliştirilmiş olan *Innowalk Pro* cihazı kullanıldı. Hızı ayarlanabilir, her yürüme döngüsünde devir sayısını ve aldığı mesafeyi gösteren göstergesi, çocuğun aktif katılımına izin verme ve vücut boyutlarına göre ayarlanabilir olma özelliklerine sahiptir. Bu özellikleriyle çocuğun vücut mekaniğine uygun düzenlemeler yapılabilmekte ve postüral düzgünlükle yürüme çalışılabilmektedir (13,135). Diğer yürüme robotlarından farklı olarak kapalı kinetik halka içinde yürüme çalışılabilmesine olanak sağlamaktadır. Yürüme eğitimi sırasında üst ekstremiteler, alt ekstremiteler ve *innowalk pro* hareketleri arasında bir koordinasyon geliştirir. *Innowalk pro* statik bir alettir, kullanım sırasında hareket etmez. Yüz cm. ve 180 cm. boy aralığı ve maksimum 85 kg ağırlığına kadar olan bireyler için egzersiz imkanı tanımaktadır (138). Çalışmamızda *Innowalk pro* orta ve büyük boyu olmak üzere 2 cihaz kullanılmıştır. Orta boyu 100 ve 140 cm boy aralığındaki çocuklar için büyük boyu ise 140 cm. den uzun olan çocuklar için kullanılmıştır.

Robotik yürüme eğitim programı çocuğun yürüyüşe aktif katılımı ile aynı zamanda aerobik bir egzersiz eğitimi olarak verilmiştir. Aerobik egzersiz eğitim programı; 5 dk ısınma, 20 dk artan hızlarla maksimum kalp hızının % 55'i ve 75'i aralığında yürüme eğitimi ve son 5 dk soğuma aşamalarını içeren 30 dk'lık aktif yürüme egzersizinden oluşmaktadır. Şekil 5'de *innowalk Pro* ile yürüme eğitimi gösterilmektedir.



Şekil 5. *Innowalk Pro* ile yürüme eğitimi

3.2.3. Değerlendirme Yöntemleri

Demografik verilerin oluşturulması

Çocukların demografik özellikleri ölçümle, aileden alınan bilgiler ve hastane kayıtları incelenerek elde edildi. Çocukların yaş, boy, vücut ağırlığı, yürüme yaşı, etkilenim tarafı, cinsiyet özellikleri kaydedildi.

Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü (Gross Motor Function Measurement-GMFM)

SP'li çocukların motor performanslarındaki değişimleri ölçmek için düzenlenmiş standardize edilmiş bir testtir. Beş ay ve 16 yaşlar arasındaki çocukların değerlendirmelerinde geçerli olduğu gösterilmiştir (139). Değerlendirmelerimizde GMFM-88 kullanılmıştır. Çocukların motor fonksiyonları A.Sırtüstü, yüzüstü, dönme (17 madde), B.Oturma (20 madde), C.Emekleme-dizüstü (14), D.Ayakta durma (13 madde) ve E.Yürüme-koşma-sıçrama (24 madde) bölümleriyle toplam 88 madde ile puanlandırılmaktadır (140,141). Her bir beceri 0-3 puan aralığında değerlendirilmektedir.

Puanlama

- 0- Hareketi başlatamaz.
- 1- Hareketin bir miktarını aktif olarak başlatır (<%10).
- 2- Hareketi kısmen tamamlar ancak bitiremez (%10 - %90).
- 3- Hareketi bağımsız olarak tamamlar.

GMFM ile her bölüme ait gelişim kendi içerisinde skorlanabilir ve gelişim düzeyi her bölüm için yüzdelik oranda hesaplanabilir veya genel gelişimdeki değişim toplam skor ile gösterilebilmektedir (141).

Fonksiyonel Kas Testi

SP'li çocuklarda fonksiyonel egzersizlerin tekrar sayısının değerlendirilmesi dinamik kas gücünü ölçebilmek için alternatif bir yaklaşım olarak görülmektedir (142). Yürüme ve ayakta durmada fonksiyonu yüksek olan ve büyük kas gruplarını içeren hareketlerin tekrar sayıları fonksiyonel performansı ve fonksiyonel kas gücünü değerlendirmek için kullanılmaktadır (5). Fonksiyonel kas gücünü değerlendirmek için SP'de güvenilirliğinin gösterildiği kapalı kinetik halka içinde yapılan 3 egzersiz değerlendirmede kullanıldı (143). Hareketlerin tekrar sayısı paretik ve paretik olmayan ekstremitelerin performansı olarak kaydedildi.

Tüm hareketlerden önce ayakların aynı hizada paralel olması ve omuz genişliğinde açık pozisyonlanması istendi. İlk olarak hangi bacağı kullanacağı çocuğun tercihinine bırakıldı.

1. Yan Basamak Çıkma Testi : Alt ekstremita kas gücünü değerlendirmek için kullanılan kapalı kinetik zincir egzersizlerindendir (96). Çocuktan 20 cm. yüksekliğindeki basamağa yan olarak çıkması istendi. Adım alan ayağın topuğu veya parmak ucunun yere değdiği her hareket bir sayı olarak değerlendirildi. 30 sn içinde tekrarlanan hareket sayısı kaydedildi (Şekil 6), (143).



Şekil 6. Yan basamak çıkma testi

2. *Otur ve Kalk Testi* : Kalça ve diz ekleminin 90° fleksiyonda olduğu, ayakların yere tam temas ettiği oturma pozisyonundan ayağa kalkması istenir. Çocuğun ellerinden veya vücudunun diğer bölümlerinden destek almadan yapması istendi. 30 sn içindeki tekrar sayısı kaydedildi (Şekil 7), (143).



Şekil 7. Fonksiyonel oturup kalkma testi

3. *Yarım Diz Üstünden Ayağa Kalkma Testi (kolları kullanmaksızın)*: Teste yarım dizüstü pozisyonda başlandı ve bu pozisyondan tutunmadan ayağa kalkması istendi. 30 sn içinde tekrarladığı hareket sayısı kaydedildi (Şekil 8), (143).



Şekil 8. Fonksiyonel yarım diz üstünden kalkma testi

Denge Değerlendirmesi

Dengenin değerlendirilmesinde çocukların paretik ve paretik olmayan ekstremitelerinde tek ayaküstünde durma süreleri kaydedildi ve pediatrik denge skalası kullanıldı.

1. Tek ayak üstünde durma testi

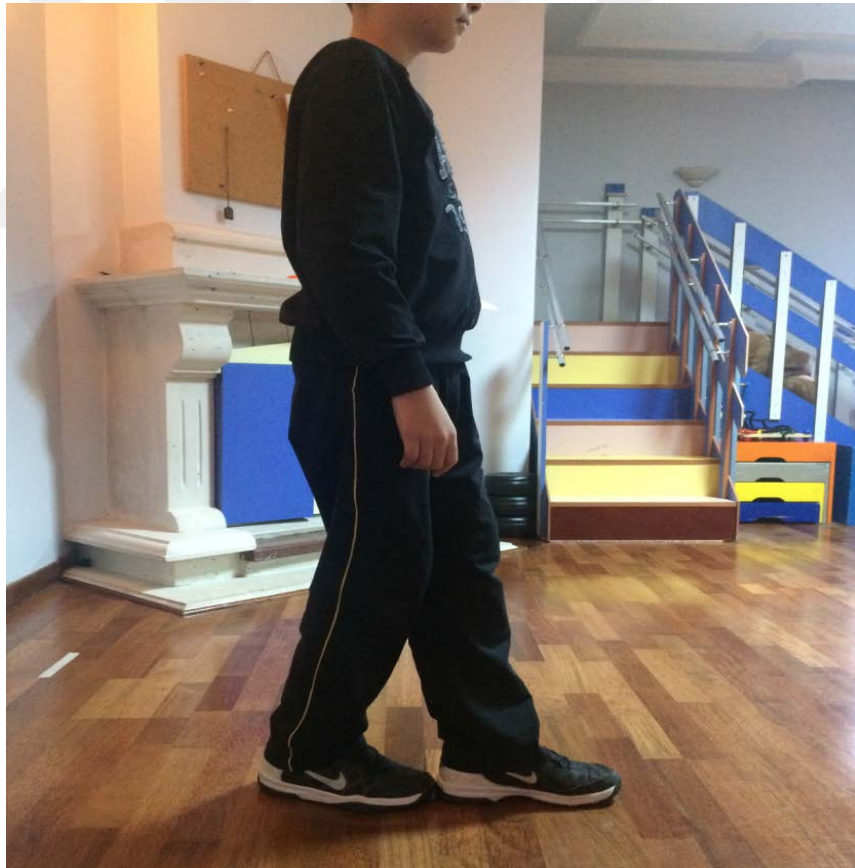
Denge ve statik ayakta durma yeteneğini değerlendirmek için kullanılmaktadır (144). Çalışmada ayrıca duruş kontrolü sırasında ekstremiteler arasındaki farkı gösterebilmek amacıyla kullanılmıştır. Paretik ekstremité üzerindeki duruş testi 3 kez tekrarlanarak en yüksek değeri kaydedildi. Paretik olmayan ekstremité üzerindeki duruş süresi normal sınırlardaysa tek deneme değeri, normal değerlerin altındaysa 3 denemenin en yüksek olanı kaydedildi. Değerlendirme şekil 9'da gösterilmektedir.



Şekil 9. Tek ayak üstünde durma

2. Pediatrik Berg Denge Skalası (PBDS)

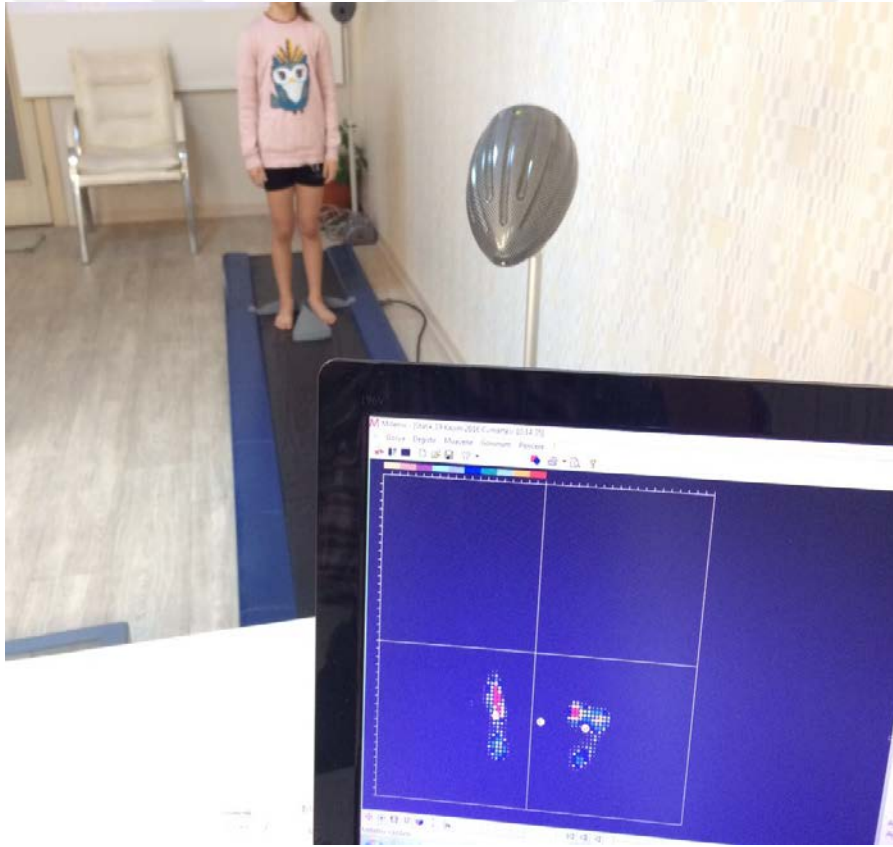
Berg Denge Skalası, statik ve dinamik denge yeteneğini değerlendirebilen ve klinikte en sık kullanılan denge değerlendirmesidir. Katherine Berg ve ark. tarafından yetişkin ve yaşlılar için geliştirilmiş olan test fonksiyonel denge değerlendirmesinde altın standart olarak görülmektedir (145). Pediatrik Berg Denge Skalası, pediatrik populasyon için modifiye edilerek kullanılmaktadır. Beş yaş ve üstündeki çocuklarda aktivite hareketleri sırasındaki dengeyi değerlendirmektedir (146). Yürüme, yürümede dönme, yerden obje alma gibi en sık kullanılan aktivitelerdeki hareketleri kapsayan 14 maddeden oluşmaktadır. Her madde 0-4 puan aralığında değerlendirilmekte ve testin toplam maksimum skoru 56 puan olarak hesaplanmaktadır (139,146). Şekil 10'da Pediatrik Berg denge değerlendirmelerinden biri gösterilmektedir.



Şekil 10. Berg denge ölçeği - Bir ayak önde iken bağımsız ayakta durma

Duruş Sırasındaki Statik Değerlendirme ve Yürüyüşün Zaman Mesafe Özelliklerinin Değerlendirilmesi

Diagnostic Support Baropodometer Footscan® 3D sistemi ile değerlendirildi (66,147,148). Sistem basınç algılayıcı platform, güç birimi, yüksek hızlı kameralar, yazıcı, monitör, yazıcı-platform arası ve yazıcı monitör arası bağlantılar içermektedir. Basınç algılayan, boyu 4 m, eni 40 cm olan platform üzerinde duruş sırasındaki statik değerlendirmeleri, yük ağırlık aktarım oranları değerlendirildi (şekil 11). Aynı platform üzerinde çocukların normal yürüme hızlarındaki yürüyüşleriyle yürüyüşün zaman mesafe özellikleri değerlendirildi (Şekil 12).



Şekil 11. Ayakta statik analiz



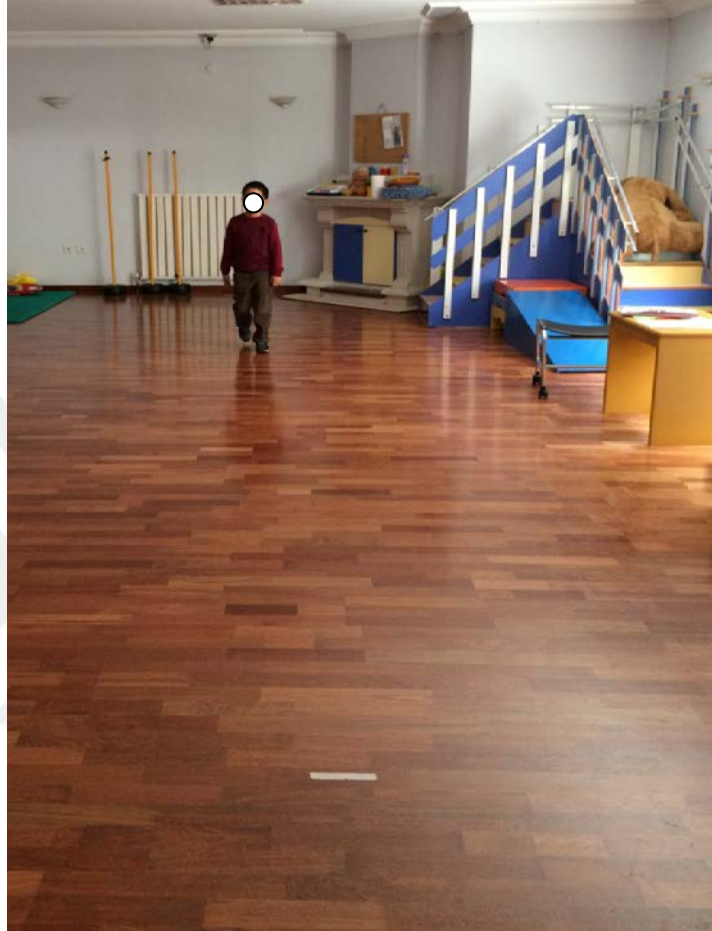
Şekil 12. Pedobarograf ile yürüme değerlendirmesi

Yürüme Hızı ve Enduransının Değerlendirilmesi

1. 10 m yürüme testi

İlk kez inme geçiren hastalarda geliştirilmiş olan testin test-retest güvenilirliği sağlıklı yetişkinlerde ($r=0.75-0.90$) ve GMFCS III seviyesindeki SP'li çocuklar için kendi yürüyüş hızlarındaki ölçümlerde ($ICC=0.78$) yüksek/iyi düzeydedir (149). Çocuğun kendi istediği hızda ve yürüyebildiği maksimum hız ile 10 m lik mesafeyi 3'er kez yürütmesi istendi. Yürümenin akselerasyon ve deselerasyon fazlarını devre

dışında bırakmak için yürüyüş mesafesinin ortasında kalan 6 m. boyunca çocuğun yürüdüğü süreler ölçülerek ortalamaları kaydedildi (Şekil 13).



Şekil 13. 10 m ve 6 dk yürüme testi

2. 6 Dakika yürüme testi (6 DYT)

Çocuklarda yürüme kapasitesinin, hızının değerlendirilmesi gibi birçok durumda kronik hastalığı olan ve sağlıklı bireylerde yaygın olarak kullanılan ve kolay uygulanabilen bir testtir (149,150). Amerika Toraks Derneği'nin önerdiği gibi katılımcıların 6 dk. boyunca 20 m. lik mesafeyi durmadan, koşmadan, yürüme hızıyla ilgili yönlendirilmeden yürümeleri sağlanarak değerlendirilmiştir (Şekil 13).

Fonksiyonel Değerlendirme Anketi Yürüme Skalası

Gillette Fonksiyonel Değerlendirme Anketi (FAQ), ileri düzey yürüme aktivitelerinde çocuğun fonksiyonelliğini sorgulayan bir testtir. Üç bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm ambulasyonu değerlendirir ve yürüme yeteneğinin her aşamasında bağımsız olarak çocuğun neler yapabildiğini ortaya koyar. İkinci bölüm çocuğun yürüyüşünü etkileyen durumları sorgular. Üçüncü bölüm ise Fonksiyonel Değerlendirme Anketi Yürüme Skalası (FAQ-WL) ile fonksiyonel lokomotor aktivitelerdeki bağımsızlığın zorluk derecesi sorgulanır (151,152). Aktiviteler kolay, biraz zor, çok zor, yapamaz, aktivite için çok küçük şeklinde 5 skorla tanımlanır (152). FAQ-WL fonksiyonel yürüme statüsünün ölçülmesinde geçerliliği gösterilmiş bir testtir (153). Çalışmamızda sorular ankete katılmayı kabul eden (anne veya baba) aynı ebeveyn tarafından cevaplandırılmıştır.

Near-infrared Spektroskopi (NIRS) ile Fizyolojik Değişimlerin İncelenmesi

Near-infrared spektroskopi (NIRS), beyin dahil olmak üzere pek çok dokunun oksijenizasyonun değerlendirilmesine olanak sağlayan noninvaziv bir metoddur (154).

NIRS spesifik dalga boyunda myoglobin ve hemoglobin tarafından absorbe edilen (650-900 nm) near infrared spectrum ışığıyla oksihemoglobin, deoksihemoglobin ve total hemoglobinde oluşan değişiklikleri belirleyebilmektedir. Bu sayede egzersiz sırasında ve dinlenmede vastus medialis, vastus lateralis, gastrocnemius, rektus femoris gibi kasların oksijenasyonunda meydana gelen fizyolojik cevaplarının araştırılmasına olanak sağlamaktadır (155–158).

1977'de Jobsis tarafından kas ve canlı dokunun oksijenizasyonunu ölçmede kullanılmaya başlanan NIRS, 1992'den itibaren egzersiz çalışmalarında da kullanılmaktadır (61,159). Dinlenmede, egzersiz performansında ve iş yükündeki değişime bağlı oluşan fizyolojik değişimleri ölçebilmesi nedeniyle enerji tüketimi ve oksijen kullanımının değerlendirilmesinde sıklıkla tercih edilmektedir. Ayrıca robotik cihazlar, kondisyon bisikleti, yürüyüş bandı gibi ekstra iş yükü sağlayabilen

egzersiz yöntemleriyle kasta meydana gelen değişimleri görüntülemeye kolaylıkla uygulanabilmektedir (156,158). Son yıllarda lokal olarak kastaki kan hacmi ve oksijenasyonunda meydana gelen değişiklikleri ölçmek için NIRS kullanımı daha da yaygınlaşmaktadır (154,158,160,161)

NIRS aletinin kullanımı; değerlendirilmek istenen bölgeye uygun sensörlerin yerleştirilmesiyle sağlanmaktadır. Serebral değişiklikleri izlemek için serebral sensörler kullanılırken, iskelet kasını değerlendirebilmek için somatik sensörlerin dokuya en uygun erişimi sağlayacak noktaya yerleştirilmesi gerekmektedir. Aynı zamanda nabız oksimetre sensörünün parmağa yerleştirilmesiyle kalp hızı ve periferik kanın oksijen saturasyonu (SpO_2) ölçülebilmektedir (155–158).

NIRS ile beyin veya diğer dokulardaki bölgesel oksijen saturasyonu rSO_2 (regional-bölgesel oksijen saturasyonu), periferik kanın oksijen saturasyonu (SpO_2) ve dakikadaki kalp atım hızı (KH) aynı anda değerlendirilebilmektedir. Yani NIRS kullanımıyla regional oksimetri (rSO_2), pulse oksimetri ve zamana ait kalp atım hızı ölçülebilmektedir (162).

Bu çalışmada SenSmart Model X-100 Universal Oximetri Sistem cihazı kullanılmıştır (şekil 14), (162). Çocukların her iki ekstremitesinde vastus lateralis kasının bölgesel oksijenizasyonundaki değişimler (kVO_2) egzersiz öncesi ve sonrasındaki 5 dk'lık dinlenme sürelerinde ve *Innowalk Pro* cihazı ile yapılan 30 dk'lık egzersiz süresince değerlendirilmiştir (Şekil 15 ve 16). Bu değerlendirmeler sırasında bilateral kVO_2 , SpO_2 ve KH değerleri kaydedilmiştir.

Kas oksijenasyonunu değerlendirmek için bilateral vastus lateralis (VL) kası tercih edildi. Dinamik egzersizlerde bölgesel olarak kas oksijenlenmesini gösteren en uygun kas olarak VL kası gösterilmektedir. Özellikle kinetik ve bisiklet egzersizlerinde VL'in proksimal bölgesinin daha iyi oksijenlendiği gösterilmiştir (163). Biz de ölçümlerimizi proksimal vastus lateralis kasına odaklanarak gerçekleştirdik.



Şekil 14. Kullanılan NIRS cihazı



Şekil 15. İstirahatte NIRS değerlendirmesi

Bilateral vastus lateralis kası üzerine yapıştırılan sensörle kan hacmi ve oksijenlenmesindeki değişimin, paretik olmayan işaret parmağına takılan sensörle periferik kan dağılımının ve kalp atım hızının değerlendirilmesi şekil 15’de

gösterilmektedir. Şekil 16'da İnnowalk Pro ile yürüme egzersizi sırasında meydana gelen fizyolojik değişikliklerin NIRS cihazı ile ölçümü gösterilmektedir.



Şekil 16. Egzersiz sırasında NIRS değerlendirmesi

3.3. İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizleri için SPSS for Windows version 15.0 programı kullanıldı. Sayısal değişkenler aritmetik ortalama±standart sapma ($X\pm SD$) ile, sayı ile belirtilen değişkenler ise sayı ve yüzde (n (%)) ile gösterildi. Grupların homojen dağılımının testi için Kolmogorow-Smirnov testi yapıldı. Verilerin homojen dağılmadığı belirlendiği için nonparametrik testler seçildi. Çalışma ve kontrol grubu verilerinin karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi kullanıldı. Grupların tedavi öncesi, sonrası verilerinin karşılaştırılmasında Wilcoxon Signed Test kullanıldı. Grupların tedavi öncesi, sonrası ve tedavi sonrası 3. ay verilerin karşılaştırılmasında Friedman testi kullanıldı. Farkın kaynaklandığı verilerde farkın hangi ölçümden kaynaklandığını belirlemek amacıyla Wilcoxon Signed Test ile analiz edildi. Anlamlılık düzeyi $p<0,05$ olarak belirlendi.

4. BULGULAR

4.1. Çocukların Demografik Özellikleri

Çalışmaya katılan her iki gruptaki çocukların yaş, boy, kilo, beden kitle indeksi (BKİ) ve ilk yürüme yaşları birbirine benzerdi. Grupların tanımlayıcı özellikleri arasında gruplar arasında fark yoktu ($p>0.05$).

Tablo 4.1. Çalışmaya Katılan Çocukların Demografik Özellikleri

GRUPLAR						
Demografik Özellikler	Çalışma Grubu		Kontrol Grubu		Mann Whitney U	
	X	SD	X	SD	Z	P
YAŞ (yıl)	8,83	2,33	9,50	1,83	-0,673	0,501
KİLO (kg)	28,50	11,21	29,17	7,17	-0,868	0,386
BOY (cm)	130,58	17,51	136,00	12,92	-0,953	0,340
BKİ	16,14	2,32	15,72	2,59	-0,520	0,603
Yürüme yaşı (ay)	20,42	9,07	16,42	7,05	-1,228	0,219

* $p < 0,05$

BKİ: Beden Kitle İndeksi

Olguların paretik taraflarına göre dağılımları her iki grupta da 3 sağ (% 25), 9 sol (% 75) hSP'li olmak üzere eşitti. Her iki grupta GMFCS I düzeyinde 10'ar (% 83,3), GMFCS II düzeyinde 2'şer (%16,7) hSP'li çocuk yer aldı. Cinsiyetler de her iki grupta da 6 kız (% 50), 6 erkek (% 50) olmak üzere eşit dağılım gösterdi. Olguların klinik özellikleri tablo 4.2 de gösterilmektedir.

Tablo 4.2. Çalışmaya Katılan Çocukların Klinik Özellikleri

Klinik Özellikler	Dağılım sıklığı					
	Çalışma Grubu		Kontrol Grubu		Toplam	
	N	%	N	%	N	%
Sağ Paretik hSP	3	25	3	25	6	25
Sol Paretik hSP	9	75	9	75	18	75
GMFCS I	10	83,3	10	83,3	20	83,3
GMFCS II	2	16,7	2	16,7	4	16,7
Kız	6	50	6	50	12	50
Erkek	6	50	6	50	12	50

hSP: Hemiparetik Serebral Palsi, GMFCS: Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi

4.2. Araştırma Bulguları

4.2.1. Grupların Tedavi Öncesindeki Bulgularının Karşılaştırılması

Yürüyüşün zaman mesafe özellikleri, hız ve endurans değerleri, denge, ayakta yük dağılımı, fonksiyonel performans değerleri, istirahat ve aktivite sırasında oluşan fizyolojik değişim parametreleri açısından tedavi öncesinde gruplar arasında fark yoktu ($p>0,05$). Grupların homojen bir dağılıma sahip olduğu görüldü.

4.2.2. Grupların Tedavi Öncesi ve Sonrası Değerlendirmelerinin Karşılaştırılması

Tablo 4.3'te her iki grubunun tedavi öncesi (T.Ö.) ve 12 haftalık robotik rehabilitasyon ve standart fizyoterapi tedavisi sonrasındaki (T.S.) yürüyüş değerlendirmeleri karşılaştırılmaktadır. Tedavi sonrası her iki grubun da yürüyüşün zaman mesafe karakteristiklerinde genel olarak bir değişim gözlenmedi ($p>0,05$). Sadece çalışma grubunda paretik ekstremitenin ayak açısının tedavi sonrasında azaldığı bulundu ($p<0,05$). Çalışma grubunun yürüme değerlendirmelerinde tedavi sonrasında 10 m kendi istediği hızda yürüme süresinde azalma ve 6 dk yürüme

mesafesinde artış olduğu belirlendi ($p<0,05$). Kontrol grubunda ise tedavi sonrası dönemde 6 dk yürüme mesafesinde artış görüldü ($p<0,05$).

Tablo 4.3. Grupların Tedavi Öncesi ve Sonrasındaki Yürüme Değerlendirmelerinin Karşılaştırılması

Yürüme Değ.	Çalışma Grubu		Wilcoxon Signed Ranks Test		Kontrol Grubu		Wilcoxon Signed Ranks Test	
	T. Ö. X±SD	T.S. X±SD	Z	p	T. Ö. X±SD	T.S. X±SD	z	p
P Duruş	0,67±0,16	0,68±0,12	-0,489	0,624	0,65±0,11	0,61±0,11	-1,532	0,126
Np Duruş	0,74±0,14	0,71±0,15	-0,865	0,387	0,72±0,11	0,67±0,15	-1,533	0,125
Psallanma	0,56±0,08	0,57±0,08	-0,393	0,694	0,56±0,08	0,56±0,11	-0,236	0,814
Np sallanma	0,47±0,13	0,51±0,07	-0,944	0,345	0,47±0,08	0,46±0,07	-0,089	0,929
Çift destek periyodu	0,12±0,05	0,10±0,05	-0,981	0,326	0,11±0,04	0,08±0,04	-1,590	0,112
Çift adım uzunluğu	1,23±0,22	1,25±0,18	-0,579	0,562	1,21±0,16	1,18±0,20	-0,978	0,328
P tempo	49,38±7,68	52,31±8,20	-1,020	0,308	49,74±7,52	52,13±7,27	-1,452	0,147
Np tempo	48,62±7,03	52,79±7,68	-1,511	0,131	49,27±7,50	51,32±8,53	-1,582	0,114
P adım uzunluğu	42,08±8,38	42,00±8,67	-0,359	0,720	41,92±7,19	43,08±7,09	-1,101	0,271
Np adım uzunluğu	36,83±10,01	39,42±11,29	-0,746	0,456	40,50±8,84	42,42±8,04	-1,292	0,196
Dp ayak acısı (°)	16,13±6,00	10,94±4,45	-2,667	0,008*	14,54±6,64	13,87±7,13	-0,235	0,814
DNp ayak acısı (°)	11,60±3,81	12,03±3,91	-0,275	0,784	9,35±5,59	11,30±5,53	-1,099	0,272
10 m kihiy (sn)	5,80±0,56	5,11±0,92	-2,118	0,034*	5,18±1,13	4,86±0,673	-0,196	0,844
10 m mhy (sn)	3,84±0,71	3,41±0,37	-1,804	0,071	3,85±0,65	3,78±0,59	-1,600	0,110
6dk y (m)	409,58±49,1	475,17±47,7	-2,98	0,003*	437,00±55,0	459,17±53,7	-2,354	0,019*

* $p < 0,05$

Birim belirtilmeyen parametreler sn üzerinden değerlendirildi.

Değ: değerlendirmeleri, P/p: paretik, Np: paretik olmayan , D: dinamik, y: yürüme, kihiy: kendi istediği hızda yürüme, mhy: maksimum hızda yürüme.

Grupların duruş sırasındaki statik değerlendirmeleri ve yük taşıma oranları tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırması tablo 4.4'de gösterilmektedir. Çalışma grubunda dengeye yönelik paretik ve paretik olmayan ekstremitte üzerinde durma ve pediatrik Berg denge puanında artış olduğu görüldü ($p<0,05$). Her iki grubunda statik

değerlendirmelerinde tedavi öncesi ve sonrası değerleri arasında fark bulunmadı ($p>0,05$).

Tablo 4.4. Grupların Statik ve Denge Değerlendirmelerinin Tedavi Öncesi ve Sonrasında Karşılaştırılması

Statik ve Denge Değ.	Çalışma Grubu		Wilcoxon Signed Ranks Test		Kontrol Grubu		Wilcoxon Signed Ranks Test	
	T. Ö. X±SD	T.S. X±SD	z	p	T. Ö. X±SD	T.S. X±SD	z	p
PstAacısı	8,62±6,09	8,62±6,09	-0,235	0,814	9,67±6,05	9,67±6,05	-1,245	0,213
NpstAacısı	10,02±4,78	7,28±3,81	-1,490	0,136	8,86±4,17	9,12±4,39	-0,356	0,722
StPyük	41,29±11,57	40,13±7,53	-0,314	0,754	43,56±10,54	44,60±9,21	-0,432	0,666
StNpyük	58,79±11,59	59,88±7,53	-0,314	0,754	56,44±10,54	55,40±9,21	-0,432	0,666
StPönA	41,33±15,64	42,96±11,23	-0,235	0,814	45,11±13,80	48,91±10,25	-1,216	0,224
StNpönA	36,30±6,31	36,76±9,33	-0,314	0,754	41,18±12,91	37,34±11,46	-0,941	0,347
StParkaA	58,67±15,64	57,04±11,23	-0,235	0,814	54,89±13,80	51,09±10,25	-1,216	0,224
StNparkaA	63,71±6,32	63,24±9,33	-0,314	0,754	58,83±12,91	58,91±16,34	-0,078	0,937
Cof	5,51±3,87	5,14±4,70	-0,178	0,859	7,15±4,72	5,64±4,37	-0,981	0,327
PAÜD (sn)	4,38±3,84	9,90±14,81	-2,197	0,028	5,80±5,81	13,87±19,46	-1,804	0,071
NpAÜD (sn)	42,95±76,17	58,81±69,96	-1,961	0,049	74,74±117,2	105,11±173,6	-0,157	0,875
Berg Denge	50,08±2,43	52,08±2,68	-2,961	0,003	50,25±2,93	51,00±3,30	-1,780	0,075

* $p < 0,05$

P/p: paretik olmayan , St: statik, A: ayak, Yuk: yüklenme oranı,

Cof: gövdenin-pelvisin ayaklar üstünde merkezden uzaklaşma açısı, AÜD: ayak üstünde durma.

Çocukların fonksiyonel performanslarını gösteren tedavi öncesi ve sonrası değerlendirme sonuçları tablo 4.5'de gösterilmektedir. Çalışma grubunda paretik ekstremitelerle yan adım alma dışındaki tüm fonksiyonel değerlendirme parametrelerinde artış görüldü ($p<0,05$). Kontrol grubunda kaba motor fonksiyonel değerlendirmenin total ve ayakta durma ile ilgili bölümlerinde ve yarım diz üstünden ayağa kalkma dışındaki fonksiyonel kas gücü değerlendirmelerinde artış olduğu gösterildi ($p<0,05$).

Tablo 4.5. Grupların Fonksiyonel Performans Düzeylerinin Tedavi Öncesi ve Sonrasında Karşılaştırılması

Fonksiyonel Performans Ölçütleri	Çalışma Grubu		Wilcoxon Signed Ranks Test		Kontrol Grubu		Wilcoxon Signed Ranks Test	
	T. Ö.	T.S.	z	p	T. Ö.	T.S.	z	p
	X±SD	X±SD			X±SD	X±SD		
GMFM-88	253,00±8,81	256,17±8,23	-3,086	0,002	253,67±7,70	255,25±7,94	-2,506	0,012
GMFM- D	36,08±2,27	36,92±1,73	-2,428	0,015	36,75±2,22	37,42±1,98	-2,271	0,023
GMFM- E	64,00±6,90	66,25±6,78	-3,130	0,002	64,08±6,43	64,92±6,72	-1,625	0,104
P yan adım alma	19,50±4,28	23,00±4,13	-1,691	0,091	20,08±3,68	22,83±4,51	-2,638	0,008
Np yan adım alma	19,67±4,40	24,25±4,73	-1,965	0,049	21,08±3,45	24,75±3,86	-2,953	0,003
Oturup kalkma	15,08±3,09	18,50±2,24	-2,957	0,003	15,50±3,66	16,92±3,94	-2,016	0,044
P yarım diz kalkma	14,00±4,73	18,92±5,58	-2,359	0,018	15,50±3,43	16,42±4,91	-1,191	0,234
Np yarım diz kalkma	15,92±2,39	20,50±5,90	-2,202	0,028	18,33±3,60	19,17±5,56	-0,461	0,645
FAQ-WL	91±7,14	93,92±8,96	-2,281	0,023	92±9,27	94,00±8,36	-1,778	0,075

*p < 0,05

GMFM-88: total değerlendirme puanı (max 264 puan), GMFM D: Ayakta durma bölümü (13 madde, max 39 puan) , GMFM E: Yürüme-koşma-merdiven çıkma bölümü (24 madde, max 72 puan), FAQ-WL: Fonksiyonel Değerlendirme Anketi- Yürüme Skalası (22 madde, max 110 puan).

Grupların istirahat, egzersiz ve egzersizden sonraki dinlenmeleri sırasındaki fizyolojik değişimlerinin tedavi öncesi ve sonrasında karşılaştırma sonuçları tablo 4.6'da gösterilmektedir. Çalışma grubunda tedavi sonrası dönemde periferik oksijen saturasyonda artış olduğu görüldü ($p < 0,05$).

Tablo 4.6. Grupların Egzersiz ve İstirahatte Görülen Fizyolojik Değişimlerinin Tedavi Öncesi ve Sonrasında Karşılaştırılması

NIRS Değ.	Çalışma Grubu		Wilcoxon Signed Ranks Test		Kontrol Grubu		Wilcoxon Signed Ranks Test	
	T. Ö. X±SD	T.S. X±SD	z	p	T. Ö. X±SD	T.S. X±SD	z	p
P İİVL	85,36±4,11	86,23±2,92	-0,628	0,530	83,66±4,25	84,18±4,24	-0,204	0,838
NP İİVL	85,75±4,17	86,08±3,23	-0,392	0,695	83,89±2,95	84,75±3,97	-1,295	0,195
P/NP İİVL	0,39±1,27	0,15±1,55	-0,942	0,346	0,23±2,62	0,58±1,42	-0,204	0,838
P EGZVL	82,03±5,37	84,13±2,39	-1,883	0,060	80,24±7,56	81,50±5,60	-0,628	0,530
NPEGZVL	83,61±3,86	84,71±3,16	-1,172	0,241	81,22±4,47	82,90±4,21	-1,334	0,182
P/NP EGZVL	1,59±2,69	0,58±2,06	-1,217	0,224	0,98±3,74	1,40±2,71	-0,267	0,789
PSİVL	83,22±5,36	84,97±2,20	-1,373	0,170	81,98±5,99	83,08±5,90	-0,549	0,583
NPSİVL	84,90±4,01	86,15±3,12	-0,941	0,347	83,45±3,73	84,47±3,91	-0,902	0,367
P/NPSİVL	1,69±2,47	1,18±1,55	-0,392	0,695	1,47±3,34	1,39±2,78	-0,267	0,789
SpO ₂	97,27±2,17	99,00±3,60	2,004	0,045	96,98±2,08	96,83±2,64	-0,713	0,476
KH	104,45±11,09	106,92±11,99	-0,706	0,480	83,66±4,25	105,33±6,67	-0,711	0,477

*p<0,05

Tablo kısaltmaları; NIRS Değ: near infrared spektroskopi değerlendirmeleri, P/p: paretik, Np: paretik olmayan, İİVL: İlk İstirahat sırasında Vastus Lateralis, EGZVL: Egzersiz Sırasında Vastus Lateralis, SİVL: Son İstirahat sırasında Vastus Lateralis, SpO₂: Periferik Oksijen saturasyonu, KH: Kalp Atım Hızı

4.2.3. Gruplarda Tedavi Etkinliğinin Tedavi Sonrası ve Tedaviden 3 Ay Sonra Karşılaştırılması

Yürüyüşün zaman mesafe özellikleri, statik ayakta duruş değerlendirmeleri ve VL kasının oksijenasyonunun tedavi öncesi, sonrası ve tedavi bittikten 3 ay sonraki değerlendirmelerinin karşılaştırılmasında her iki grup içinde anlamlı fark bulunmadı ($p > 0,05$).

Her iki grup içinde tedavi öncesi, sonrası ve eğitim tamamlandıktan 3 ay sonraki değerlendirmelerin aritmetik ortalamaları ve bu ortalamaların karşılaştırmaları Tablo 4.7'de gösterilmektedir. Yürüyüşün hız, endurans, denge ve

fonksiyonel performans becerilerinde tedavi sonrası ve eğitim tamamlandıktan 3 ay sonraki değerlendirmelerde her iki grupta da anlamlı farklar bulundu. Çalışma grubu için Np ayak üstünde durma becerisi dışında tüm parametrelerde değişim görülürken, kontrol grubu sadece 10 m kendi hızında yürüme ve Np yan adım alma değerlendirmelerinde anlamlı değişim göstermektedir.

Tablo 4.7. Grupların Tedavi Öncesi, Tedavi Sonrası ve Eğitim Bittikten 3 Ay Sonraki Değerlendirmelerinin Karşılaştırılması

Değ.	Çalışma grubu				Kontrol Grubu			
	T. Ö.	T. S.	T.S. 3 ay	Friedman Test	T. Ö.	T. S.	T.S. 3 ay	Friedman Test
	X±SD	X±SD	X±SD	Ki Kare p	X±SD	X±SD	X±SD	Ki Kare p
Dp ayak acısı	16,13±6,00	10,94±4,45	13,60±6,91	6,821 0,033	14,54±6,64	13,87±7,13	15,54±6,58	0,659 0,938
10m kendi hızda yürüme (sn)	5,80±0,56	5,11±0,92	5,36±0,96	8,167 0,017	5,18±1,13	4,86±0,67	5,90±0,90	6,000 0,050*
10 m maks hızda yürüme (sn)	3,84±0,71	3,41±0,37	3,66±0,51	6,500 0,039	3,85±0,65	3,78±0,59	3,94±0,45	4,519 0,104
6 dk yürüme (m)	409,58±49,1	475,17±47,7	438,17±47,3	12,30 0,002	437,00±55,0	459,17±53,75	443,43±43,91	5,429 0,066
P ayak üstünde durma (sn)	4,38±3,84	9,90±14,81	31,80±74,91	6,167 0,046*	5,80±5,81	13,87±19,46	8,09±7,02	3,429 0,180
Np ayak üstünde durma (sn)	42,95±76,17	58,81±69,96	61,54±74,37	5,167 0,076	74,74±117,2	105,11±173,6	112,77±196,0	0,286 0,867
Berg denge skoru	50,08±2,43	52,08±2,68	52,00±3,08	18,000 0,000*	50,25±2,93	51,00±3,30	51,71±3,82	5,429 0,066
GMFM-88	253,00±8,81	256,17±8,23	256,17±8,24	22,737 0,000*	253,67±7,70	255,25±7,94	254,25±9,00	3,630 0,163
GMFM - D	36,08±2,27	36,92±1,73	36,92±1,88	11,840 0,003*	36,75±2,22	37,42±1,98	37,63±2,00	4,333 0,115
GMFM - E	64,00±6,90	66,25±6,78	65,50±6,69	20,421 0,000	64,08±6,43	64,92±6,72	63,87±7,92	2,375 0,305
P yan adım alma	19,50±4,28	23,00±4,13	24,83±5,80	10,800 0,005*	20,08±3,68	22,83±4,51	21,71±4,92	2,296 0,317
Np yan adım alma	19,67±4,40	24,25±4,73	26,33±5,76	12,591 0,002*	21,08±3,45	24,75±3,86	22,29±3,95	8,455 0,015*
Oturup kalkma	15,08±3,09	18,50±2,24	17,17±2,37	16,545 0,000*	15,50±3,66	16,92±3,94	14,71±2,75	3,920 0,141
P yarım diz üstünden kalkm	14,00±4,73	18,92±5,58	16,17±3,46	14,864 0,001	15,50±3,43	16,42±4,91	15,14±2,91	0,609 0,738
Np yarım diz üstünden kalkma	15,92±2,39	20,50±5,90	18,83±4,17	8,140 0,017	18,33±3,60	19,17±5,56	17,00±5,16	0,538 0,764
FAQ-WL	91±7,14	93,92±8,96	93,00±10,11	7,409 0,025	92±9,27	94,00±8,36	92,71±8,88	4,800 0,091

Değ: değerlendirmeler, TS3: tedaviden 3 ay sonra, P/p: paretik, Np: paretik olmayan, D: dinamik, FAQ-WL: Fonksiyonel Değerlendirme Anketi- Yürüme Skalası.

* : Gelişimin korunduğu veya devam ettiğini göstermektedir.

Robotik yürüme eğitimi ve standart fizyoterapi programıyla elde edilen kazanımların tedavi süreci tamamlandıktan hemen sonra ve 3 ay sonrasındaki değişimlerin karşılaştırılması (gelişimin kaybı, korunması ve devamlılığı) tablo 8'de incelenmektedir.

Tablo 4.8. Grupların Tedavi Süresince Gelişim Gösterdikleri Performansların Karşılaştırılması

Wilcoxon Signed Ranks Test												
	Çalışma Grubu						Kontrol Grubu					
	TÖ-TS		TS-TS3		TÖ-TS3		TÖ-TS		TS-TS3		TÖ-TS3	
Değerlendirmeler	z	p	z	p	z	p	z	p	z	p	z	p
Dpayakacısı	-2,667	0,008	-1,632	0,103	-0,415	0,678	-0,235	0,841	-1,432	0,205	-0,456	-1,782
10m kendi hızında yürüme (sn)	-2,118	0,034	-0,471	0,638	-1,726	0,084	0,196	0,844	2,197	0,028	2,197	0,028
10 m max hızda yürüme (sn)	-1,804	0,071	-2,353	0,019	-0,746	0,456	-1,600	0,110	-0,762	0,446	0,338	0,735
6 dk yürüme (m)	-2,982	0,003	-2,625	0,009	-1,423	0,155	-2,354	0,019	-0,845	0,398	1,352	0,176
P ayak üstünde durma (sn)	-2,197	0,028	-1,177	0,239	-1,961	0,050	-1,804	0,071	-1,521	0,128	1,352	0,176
Berg denge skoru	-2,961	0,003	-0,447	0,655	-2,831	0,005	-1,780	0,075	-0,577	0,564	1,604	0,109
GMFM-88	-3,086	0,002	0,000	1,000	-3,071	0,002	-2,506	0,012	-1,394	0,163	1,378	0,168
GMFM - D	-2,428	0,015	0,000	1,000	-2,428	0,015	-2,271	0,023	0,000	1,000	1,633	0,102
GMFM - E	-3,130	0,002	-1,841	0,066	-2,842	0,004	-1,625	0,104	-1,633	0,102	0,736	0,461
P yan adım alma	-1,691	0,091	-0,060	0,952	-2,676	0,007	-2,638	0,008	-0,647	0,518	-1,549	0,121
Np yan adım alma	-1,965	0,049	-1,136	0,256	-2,940	0,003	-2,953	0,003	-1,084	0,279	-2,070	0,038
Oturup kalkma	-2,957	0,003	-2,274	0,023	-2,825	0,005	-2,016	0,044	-0,647	0,518	-2,041	0,04
P yarım diz üstünden kalkma	-2,359	0,018	-2,692	0,007	-1,797	0,072	-0,461	0,645	0,707	0,480	1,549	0,121
Np yarım diz üstünden kalkma	-2,202	0,028	-1,338	0,181	-1,602	0,109	-2,953	0,008	0,000	1,000	0,000	1,000
FAQ-WL	-2,281	0,023	-0,716	0,474	-1,348	0,178	-1,778	0,075	-0,378	0,705	1,577	0,115

TS3: tedaviden 3 ay sonra, P/p: paretik, Np: paretik olmayan , D: dinamik,

FAQ-WL: Fonksiyonel Değerlendirme Anketi- Yürüme Skalası.

Tablo 4.7 ve 4.8'de gösterildiği gibi çalışma grubunda berge denge, GMFM 88 ve D bölümü, oturup kalkma değerlendirmelerinde tedavi öncesi döneme göre elde edilen kazanımların tedavi bittikten üç ay sonrasında da korunduğu, p ayak üstünde durma, p ve np yan adım alma değerlendirmelerinde ise aritmetik ortalamaların artmaya

devam ettiği gör÷lmektedir ($p<0,05$). Kontrol grubunda 10 m kendi hızında yür÷me ve np yan adım alma değeriendirmelerinde tedavi sonrasında elde edilen kazanımların korunduğu gör÷lmektedir ($p<0,05$).



5. TARTIŞMA

Çalışmamız klinik ve demografik özellikleri benzer 12'ser hemiparetik çocuktan oluşan iki grup üzerinde gerçekleştirildi. Her iki gruptaki 10'ar çocuk GMFCS I düzeyinde bağımsız yürüyebilen ve günlük yaşamda fonksiyonel yürüyüşü sağlayabilen çocuklardı. Bu çocukların fonksiyonel kayıpları normal gelişim gösteren yaşlılarıyla birlikte oynadıkları oyun, spor gibi aktivitelerde yeterince hıza ve beceriye sahip olamamalarıydı. Erkek çocuklar kendi ifadelerine göre; genellikle topa yeterince güçlü vuramamaktan, yeterince hızlı koşamamaktan, çabuk yorulmaktan ve iyi futbol oynayamamaktan şikayetçiydiler. Kız çocuklar da benzer şekilde hızlı koşamamak, yeterince hızlı olamamak ve merdiven çıkıp inerken eğri basmaktan kaynaklanan şikayetlerini dile getirdiler. GMFCS II düzeyinde olan 2'ser çocuk ise diğer çocuklara göre daha yüksek kiloya sahip, esneklik, kuvvet ve fonksiyonel performansın daha düşük olduğu çocuklardı. Çabuk yorulmaktan şikayetçi olarak hareket etme isteklerinin azlığını belirttiler.

GMFCS I düzeyinde en yüksek fonksiyonelliğe sahip SP'li bireyler dahi hareketin esnekliği ve akıcılığının bozulmuş olması nedeni ile beceri performansında kayıp yaşamaktadırlar (164). Dolayısıyla çocukların yaşlılarına göre yapabilme ve yarışabilme yetersizliği, duygusal tatmin düzeyini ve özgüven gelişimini olumsuz etkileyen sonuçlara sebep olmaktadır (165). Bu nedenlerle bireyin fonksiyonel kapasitesinin ileri düzey beceri ve denge gerektiren aktivitelerde geliştirilmesi rehabilitasyonun önemli hedefleri arasında yer almaktadır. Bu amaçla yeni geliştirilen teknolojik yöntemlerin denenmesi, bireyin ihtiyaçlarına yönelik kullanılması, tartışılması, fayda ve yetersizliklerinin ortaya konması yeni yaklaşımların belirlenmesi ve geliştirilmesinde önemli bir veri kaynağı oluşturmaktadır.

Son dönem yapılan çalışmalarda motor hafızanın nöral plastisitesinde bireyin motivasyonu ve aktif katılımının en önemli etkenler olduğu belirtilmektedir (166,167). Diğer taraftan motor öğrenme sırasında motor beceri deneyim eksikliğinin kortikal ağlanmanın bozulmasına sebep olduğu belirtilmektedir (168). Yani motor öğrenme sırasında değişik deneyimlere maruz kalmak ve uygun cevabı

oluşturabilmek, mental aktivasyon ile harekete katılmak öğrenilen motor becerinin hafızaya aktarılmasını sağlamaktadır. Yürümedeki varyasyon ve karmaşıklık arttıkça motor korteks ve suplemler motor alanın kortikal aktivitesi de artmaktadır (169). Başka bir çalışmada robot yardımıyla adım alınan veya vücut destekli *treadmill* uygulamalarında sensorimotor korteksin aktivasyonunun azaldığı gösterilmektedir (170). Yürüme sırasında supraspinal merkezlerin devreye girmesi için yüzeyin etkisine cevap oluşturulan, yürümenin hızı veya çevre etkenlerine karşı düzenlemelerin gerektiği koşullarda yürümenin gerçekleşmesi gerekmektedir (171,172). Bu özellikleri zorlamayan pasif yürüme çalışmalarında yürüme hızı, tempo, adım uzunluğu, pelvik akselerasyonda bir değişiklik oluşmadığı bulunmuştur (172). Aktif ve pasif koşullarda yürüme karşılaştırıldığında aktif olarak yürüme hızının ve adımların düzenlenmesinin daha yüksek bir dikkat ve kortikal aktivite gerektirdiği bilinmektedir (171,172).

Çalışmamıza yürüme yeteneğini geliştirmiş ancak asimmetrik yürüme paternine sahip çocuklar, yürüme yeteneğinin düzenlenmesi amacıyla dahil edildi. Aynı zamanda bilateral motor eğitim olan robotik yürüme eğitimiyle yürüme paterni ve simetrisinin geliştirilmesi hedeflenmiş ancak robotik yürüme ile motor öğrenme için gerekli olan zorlayıcı ve değişken koşullar sağlanamamıştır. Yürüme eğitimi sırasında yürüyüş ritmine uygun olarak hareket paternine odaklanmayı sağlayıcı *feedbackler* oluşturulamamıştır. Bu nedenle yürüme eğitimi çocukların öğrenme kapasitesini zorlayıcı bir etki yaratmamış, öğrendiği bilgiyi değiştirmeye yönlendirmekte yeterince uyarıcı olamamıştır. *Innowalk pro* bireyin aktif katılımına ve yürüme sırasında oluşturulan kuvvete bağlı olarak istenilen hızlara ulaşılmasına olanak sağlamaktadır. Ancak bireysel özellikler göz önünde bulundurulduğunda bazı çocukların motivasyonu yüksek bir şekilde 30 dk boyunca yürüyüşe aktif katıldıkları görülürken yaşı küçük ve motivasyonu daha düşük olan çocukların aktif katılımının daha düşük olduğu gözlenmiştir. Yürümenin zaman mesafe özelliklerini içeren değerlendirmelerde tedavi öncesi ve sonrasında farklılık gözlenmemesinde hareket paterninin zaman zaman pasif sağlanması ve kognitif ilginin oluşturulamamasının etkili olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle çalışmamızda robotik yürüme eğitiminin öğrenilmiş yürüme paterni yerine yeni bir öğrenme modeli oluşturamadığı düşünülmektedir.

Hemiparetik yürüyüş, adım döngülerinde görülen yüksek değişkenlikle karakterize özellikler içermektedir. Genel olarak tedavi öncesinde paretik ekstremitenin duruş fazının, tek ekstremitede kalış süresinin ve duruş/sallanma fazı oranlarının kısaldığı her iki grupta da görülmektedir. Diğer taraftan yürümenin zaman mesafe özellikleri açısından değerlendirme sonuçları çalışma grubu ve kontrol grubunun tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmalarına bakıldığında çalışma grubunda paretik duruş fazının, paretik olmayan sallanma fazının arttığı, çift destek periyodunun azaldığı görülmektedir. Bu değişimler istatistiksel olarak fark yaratabilecek düzeye ulaşmamış ancak değişimin yönü kontrol grubundan farklı olmuştur. Yürüyüş parametrelerinin asimetriyi devam ettirerek terapi süreci içerisinde gelişim gösterdiği görülmektedir. Ayrıca çalışma grubunda normal kabul edilen (7°) sınırların çok üstünde bulunan paretik ayak açısının anlamlı olarak azaldığı gösterilmiştir (83,84).

Bulea ve ark. prefrontal senkronizasyonun hızlı yürüme ile geliştirilebildiğini ve yürüme hızının performansı geliştirdiğini göstermişlerdir (173). Çalışmamızda da robotik yürüme eğitimi alan çocukların 10 m kendi istediği yürüme hızında yürüdüğü sürenin azaldığı, çocukların daha yüksek hız değerinde daha konforlu hissedebilmelerinin geliştirildiği görülmektedir. Rahat hissettikleri hızın üstünde yoğun tekrarlı yürüme çalışmaları ile hissettikleri hız algılarının değiştirilebildiğini göstermektedir. Bu durum aynı zamanda yürüme hızıyla ilgili eğitimin duyu-algi-motor entegrasyon üzerine olan etkisi açısından önemlidir. Duyusal uyarıların hızına bağlı olarak hemiparetik çocukların yürüme parametrelerinde değişiklik sağlanabildiği çalışmalarda gösterilmektedir (174).

Endurans ve hız performansını yansıtan 6 dk'lık yürüme mesafelerinde her iki grupta da tedavi öncesine göre artış görülmüştür. Ancak çalışma grubunda ortalama 66 m'lik mesafe artışı görülürken bu gelişim kontrol grubunda ortalama 22 m'lik bir fark oluşturmuştur. Görüldüğü gibi çalışma grubunun gelişim değeri kontrol grubunun 3 katına eşittir. SP'li çocuklarda performans gelişiminin yavaş ve zorlukla kazanıldığı göz önünde bulundurulursa hız ve enduranstaki bu artışın önemli olduğu düşünülmektedir.

Robotik ve teknoloji destekli yaklaşımlar basit tekrarlarla yürümeyi deneyimletir ancak ekstremitelerin yer reaksiyon kuvvetine karşı oluşturdukları cevabı oluşturamazlar (175). Bu pasif dinamik kullanım yürüme sırasında daha az enerji harcaması ve daha az kontrolü gerektirmektedir. Bu kontroller gelişmediğinde ise yürümenin doğallığı, akıcılığı ve etkinliği azalmaktadır. Ancak yürümenin geliştiği çocuklarda yürümenin daha az çabayla gerçekleştirilmesi yürümenin akıcılığını ve otomatikleşmesini artırmaktadır (169,170,171). Yürümeyi ilk 3 yaş aralığında (çalışmamızda ortalama 20 ay) öğrenmiş olan hemiparetik çocukların enduranslarındaki bu büyük artış Aldrige, Poldrack ve ark.'nın gösterdiği gibi basit motor hareketlerin tekrarlanarak becerilerin otomatikleşmesine dayandırılabilir (176,177). Ayrıca Fonseca ve ark. hemiparetik çocukların yürüyüş sırasında etkilenmiş taraf ekstremitelerindeki vertikal gerginliği yürüyüş hızına bağlı olarak araştırmış ve daha yavaş yürüme hızlarında daha yüksek gerginliklerin olduğunu göstermişlerdir (9). Yeterince pratik deneyimle hareketin çabukluğu, etkinliği artarak daha az kontrolle daha akıcı hareketlerin sağlanabildiği gösterilmektedir (164). Çalışmamızın sonucunda robotik yürümenin yeni bir öğrenme modelinin oluşturulmasında yetersiz kaldığı ve yürümenin karakteristiklerini değiştiremediği görülürken hareket deneyiminin artırılmasıyla yürümenin akıcılığı, otomatikleşmesi ve hızı açısından iyi bir katkı sağladığı görülmektedir.

SP'de artmış refleksler, ko-kontraksiyon, konnektif ve kas dokunun mekanik özelliklerinin değişmesinin SP'li çocukların etkilenmiş ekstremitelerinde olumsuz etkiler yarattığı bilinmektedir (142,178). Bacakta oluşan gerginlik eklemde stabilite kaybına ve yük taşımada yetersizliğine neden olmaktadır. Bu nedenle hSP'li çocuklar etkilenmiş bacak üzerine yeterince yükleme yapamazlar ve gravite merkezini etkilenmemiş tarafa doğru yükseltirler (9). Vertikal gerginlik konnektif dokunun ve kas kontraksiyonunun harekete modüle olamamasından kaynaklanmaktadır. Bu durum özellikle duruşta ve düşük yürüme hızlarında daha yüksektir. Bu asimetri düşük yürüyüş hızlarında daha belirgin ve sağlıklı çocuklarınkinden farklıdır. Yüksek yürüme hızlarında ise asimetri azalmakta ve sağlıklı çocuklarınkine benzer sonuçlar göstermektedir (9). Tedavi öncesi her iki gruptaki çocukların duruş sırasında paretik ve paretik olmayan ekstremiteler arasında yük taşıma oranlarında fark olduğu görülmekteydi (tablo 4.4). Çalışmamız

yürümedeki asimetrinin azaltılmasını amaçladığından robotik yürüme eğitimi hızın aşamalı olarak artırılmasıyla maksimum kalp hızının % 55-75'i düzeyinde verildi. Tedavi sonrasında her iki gruptaki çocukların duruş analizlerinde yük taşıma oranlarında, gravite merkezinin sapma oranlarında (cof) farklılık sağlanamadığı görülmektedir. Diğer taraftan; berg denge testi ve paretik ayak üstünde durma sürelerindeki artış ve yürüyüşün hızındaki gelişim düşünüldüğünde paretik ekstremitte üzerine ağırlık aktarma becerisinin arttığı sonucuna ulaşılmaktadır. Yürüme analizinin 4 m'lik yürüme platformunda, düşük hızda ve kısa mesafede yapılması nedeniyle yürüyüşün zaman mesafe karakteristikleri üzerinde farklılık olmadığı düşünülmektedir. Yavaş ve sınırlandırılmış alanda yapılan yürüme değerlendirmeleriyle uzun mesafeli yürüme değerlendirmesi sonuçları arasındaki farklılığın zamana ve mesafeye bağlı değişen hız parametresinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çalışma grubundaki çocukların her iki ekstremitede tek ayak üstünde durma sürelerinde ve pediatrik denge değerlendirmelerinde tedavi sonrasında görülen gelişim farkı robotik yürüme eğitiminin ağırlık aktarımı ve denge üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır. Robotik yürüyüş sırasında hıza bağlı olarak konnektif doku gerginliğinin ve vertikal gerginliğin azalmasıyla paretik ekstremitte üzerine daha yüksek yük atarımı sağlanabildiği düşünülmektedir. Robotik yürüme sırasında hSP'li çocuklar sağlıklı çocuklarınkine benzer bir paternle yürümeyi ve yürümedeki sıralı ağırlık aktarımını deneyimlediler. Bu etkilerle çalışma grubundaki çocukların her iki ekstremitelerindeki yük taşıma süreleri artış gösterdi. Pediatrik denge değerlendirmesine de yansıyan bu farklılık daha çok tek ayak üstünde durma, daraltılmış yüzeyde kalabilme ve daire etrafında yön değiştirerek yürüme süreleri arasındaki farklılıktan kaynaklanmaktadır. Bu sonuç hız ve yük taşıma özelliklerindeki olumlu değişimin bir göstergesidir.

Robotik yürüme eğitimi dinamik bir eğitim olması nedeniyle çalışma grubunun fonksiyonel değerlendirmelerinin hepsinde tedavi öncesi döneme göre gelişim sağlandığı görülmektedir. Kaliteye bakılmaksızın fonksiyonel becerilerde kontrol grubuna göre daha büyük bir gelişme elde edilmiştir.

Bir çok çalışmada SP'li çocukların yürüyüşlerinin koşmaya benzer karasteristiklere sahip olduğu gösterilmektedir (179–181). SP'li çocuklar yüksek hızlı yürüyüşlerde ayak plantar fleksörleri tarafından yeterli gücü üretemezler ancak konnektif dokunun yüksek hızlarda daha kolay esneyebilmesiyle (mekanik özelliklerinin değişimiyle) fonksiyonel bir yürüyüşü gerçekleştirebilirler (9,182). Plantar fleksörlerde gözlenen gerginlik vertikal yönde bir etki doğurur ve vücut kütle merkezi vertikal yönde daha büyük bir yer değişimi gösterir (183). Tendonlar ve diğer konnektif dokular yüksek hızlı yürüyüşlerde duruma adapte olarak elastik enerjinin salınmasını ve depolanmasını sağlarlar (179). Çocuklar yürüyüş sırasında bu elastik enerjiyi kullanarak hareketliliklerini devam ettirirler (184,185). Ayrıca ekin pozisyonunda yükselen ayak uzun bir hareket kolu yaratarak vertikalıği fasilite eder. Bu nedenlere bağılı olarak yüksek hızlı yürüme sırasında sağılıklı çocuklarla SP'li çocukların vertikal gerginlik düzeyleri arasında fark olmadığı gösterilmektedir (186).

Endurans egzersizleri bireyin kas kontraksiyonuyla güç üretebilme ve gücü sürdürebilme kapasitesini zamana bağılı olarak geliştiren egzersizlerdir (187). Endurans eğitimi kuvvetti artırarak fonksiyonel kapasitenin ve motor performansın geliştirilmesine önemli katkı sağlamaktadır (188). *Innowalk Pro* ile 30 dk'lık yürüme eğitimi aynı zamanda aerobik bir egzersiz ve endurans eğitimidir. Buna bağılı olarak çalışma grubu çocukların fonksiyonel güç ve enduransını ölçen tüm değerlendirmelerde tedavi öncesine ve kontrol grubuna göre farklılık görölmektedir.

Tedavi sonrasında kaba motor fonksiyonelliğın değerlendirildiğı GMFM değerlendirmelerinde ayakta durma becerilerinin değerlendirildiğı GMFM-D bölümü her iki grupta gelişim gösterirken, daha ileri düzey fonksiyonelliğı (yürüme-koşma-sıçrama becerilerini) değerlendiren GMFM-E bölümü sadece çalışma grubunda farklı bulunmuştur. Yürüme hızının performansı geliştirdiğı ve SP'li çocukların yüksek hızlı hareketlerle esnekliğı sağlayabildikleri bilgisine dayanarak çalışmamızda yürüme hızındaki artış ile beceri performanslarındaki yükselmenin ilişki olduğu düşünölmektedir (167,180). Ayrıca, robotik yürüme sırasında gücü üretmek, transfer etmek ve kullanmakla ilgili kazanılan deneyimler kaba motor becerilere de yansımış olabilir.

Fizyoterapi uygulamaları içinde yer alan kuvvetlendirme egzersizleri her iki gruptaki çocuklar için de yapılmıştır. Alt ekstremitenin fonksiyonel kas gücünü gösteren değerlendirmelerde çalışma grubu paretik tarafa yana adım alma dışındaki diğer parametrelerde anlamlı gelişim göstermiştir. Alt ekstremita fonksiyonel kas gücünü değerlendiren testlerde çalışma grubu özellikle yarım diz üstünden ayağa kalkma testinde anlamlı gelişme göstermiştir (143). Yarım diz üstünden ayağa kalkma yerde kalan bacağın iyi bir stabilizasyonunu, ağırlık taşıma ve ağırlığı öne aktarabilme gücünü gerektirmektedir. Denge değerlendirmelerinde de görüldüğü gibi çalışma grubunda paretik ekstremitenin ağırlık taşıma ve buna bağlı olarak stabilize edebilme becerisi artmıştır. Bu nedenle çalışma grubunda paretik ve paretik olmayan ekstremitenin bu becerilerinde artış gözlenirken kontrol grubunda tedavi öncesine göre farklılık gözlenmemiştir.

Çalışma grubunda günlük yaşam içindeki fonksiyonel yürüyüş (FAQ-WL) becerilerinde anlamlı fark geliştiği görülmektedir. Kontrol grubunda ise tedavi öncesi ve sonrasında fark bulunmadı. Bu sonuç çalışma grubu için hız ve fonksiyonel performansta görülen değişimin günlük yaşamdaki yürüyüşe yansıyan etkilerini göstermektedir. Fonksiyonel yürüme değerlendirme anketi çocuğun kendisine veya ebeveynine sorularak cevaplandırılabilir bir değerlendirmedir (151,152). Çalışmamızda anket ebeveynin cevaplandırmasıyla değerlendirildi. Çalışma sırasında ebeveyn değerlendirmelerinin çocuğun performansından ziyade ebeveynin gözlemi ve çocuğunun yapabildiklerinin farkındalığıyla da ilişkili olduğu gözlemlenmiştir. Ebeveynler kabaca çocuğun günlük yaşamdaki zorluklarının farkında olsalar da basamak üzerine zıplama, geri yürüme gibi fonksiyonlardaki başarıları hakkında yeterince gözleme sahip değillerdi. Bu sorularla karşılaşmalarının ebeveynlerin farkındalıklarının gelişmesine katkı sağladığı düşünülmektedir.

Egzersiz kardiyo vasküler sistem, solunum sistemi ve kas -iskelet sisteminin birlikte gerçekleştirdiği bir eylemdir. Dinamik egzersizler (aerobik egzersiz, ya da endurans egzersizleri) geniş kas grupları tarafından gerçekleştirir (183). Egzersiz sırasında istirahattekinden farklı olarak kalp dolaşım sisteminde önemli değişiklikler gözlenir. Egzersizin etkisinin anlaşılması için egzersizle oluşan bir çok metabolik değişikliğin yanısıra özellikle aktif kasların oksijen ihtiyacının değerlendirilmesi de

önemlidir (189,190). Kasın O₂ seviyesi kasın sağlıklı performansı ile ilgili en önemli işaretlerdir. İnme sonrası hemiparezi geçiren yetişkinlerde yapılan çalışmalarda paretik ve paretik olmayan ekstremiteler kaslarının kan akışı incelendiğinde paretik kasın kanlanması önemli derecede düşük olduğu görülmüştür (191). Çalışmamızda paretik ve paretik olmayan VL kaslarının oksijenlenmesi arasında tedavi öncesinde fark bulunmamıştı. Bu durumun inme geçirmiş yetişkinlerden farklı olarak hemiparezili çocukların en geç 3 yaş civarında bağımsız yürüyebilecek kas gücüne ulaşmalarıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Ayrıca bu durum çocukların fonksiyonelliklerini geliştirmeye devam etmelerine bağlı olarak paretik ekstremiteler kas kuvvetlerinin yetişkinlerinkine oranla daha iyi düzeyde olmasından kaynaklanabilir. Değerlendirmelerimizde bağımsız yürüyebilen ve koşabilen çocukların paretik ve paretik olmayan ekstremiteler fonksiyonel kas güçleri arasında tedavi öncesi ve sonrasında önemli bir fark yoktu. Ayrıca, *Innowalk pro* ile yürüme sırasında yapılan değerlendirme koşulları çocukların günlük performanslarının üstünde zorlayıcı şartlar içermemekteydi. Bu açıdan p ve np VL kasının oksijenlenmesinde ilk istirahat, egzersiz ve son istirahat sırasında fark görülmedi. Bu değerlendirmelerde istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmamasına rağmen gelişim açısından değerlendirildiğinde her iki gruptaki çocukların kas oksijenlenmelerinde artış olduğu görülmektedir. Çalışmamızda egzersiz sırasında p ve np VL oksijenasyon farkı tedavi öncesinde istatistiksel olarak anlamsızken tedavi sonrası farkın azaldığı, 3 ay sonraki değerlendirmelerde ise farkın paretik ekstremiteler yönünde değiştiği görülmektedir. Kontrol grubunun p ve np VL oksijenasyon farkı incelendiğinde ise asimetrisinin artması dikkat çekicidir. hSP'li çocukların kompensatuar paternler geliştirerek mevcut problemlerini kompanse ettikleri ve fonksiyonelliklerini devam ettirdikleri bilinmektedir (163). Bu durumun asimetrik paternin artışıyla ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Çalışma grubunda periferik oksijenasyonda tedavi sonrası sağlanan anlamlı gelişimin genel olarak robotik yürüme eğitiminin aerobik etkiler oluşturduğu sonucunu destekler niteliktedir (189,190). Bu açıdan incelendiğinde simetrik egzersiz eğitimi veren robotik yürüme eğitimiyle genel olarak oksijen kullanma yeteneğinin geliştiği söylenebilir. Konunun her iki ekstremitelerde kuvvet farklılığının ve asimetrisinin daha yüksek olduğu çocuklar üzerinde incelenmesi literatüre daha yüksek kanıtlı sonuçlar sunabilir.

Egzersiz sonucu edinilen kardiyο respiratuar kazanımlar, antrenmana son verildikten sonra üçüncü haftadan başlayarak geriler ve 10-12 haftada antrenman öncesi seviyelere dönerler. Bu geri dönüş hızı kişisel antrenman düzeyine, egzersizin tipi ve şiddetine baēlı olarak deēişebilmektedir (189,190).

Çalışma ve kontrol grubunda tedavinin sonlandırılmasından 12 hafta sonra tedavinin etkileri 3. kez yapılan deēerlendirmelerle araştırılmıştır. Çalışma grubunda bu deēerlendirme sonuçlarına göre hız ve endurans gelişimini gösteren 6 dk yürüme mesafesindeki büyük deēişimin korunmadığı, tedavi öncesi döneme göre farksız olduēu görüldü ($p>0,05$). Bu durum aerobik egzersizin bırakıldıktan sonraki geri dönüş özellikleriyle ilişkilendirilmektedir (189,190). Paretik ayak üstünde durma süresinin artmaya devam ettiēi ve dengede kazanılan gelişimin korunduēu görüldü ($p< 0,05$). Aynı şekilde kaba motor fonksiyonel becerilerde tedavi sonrasında elde edilen kazanımın korunduēu görüldü ($p<0,05$). Fonksiyonel kas gücünü deēerlendiren testlerde tedavi sonrası gelişimin devam ettiēi veya tedavi öncesi deēerlendirmeye göre gelişimin korunmuş olduēu bulundu ($p<0,05$). Hayata katılımdaki yürüyüşün deēerlendirildiēi fonksiyonel yürüme anketi deēerlendirmelerine göre tedavi sonrası kazanılan gelişimin 3 ay sonrasında da korunduēu görüldü ($p< 0,05$). Bu gelişimlerin daha çok paretik ekstremitenin duruş kontrolündeki gelişimle ilişkili olduēu düşünölmektedir. Paretik ekstremitenin aēırlık taşıma süresi ve kapasitesinin geliştirilmesi, denge ve fonksiyonel performansın artışı ve fonksiyonel becerilerin günlük yaşamda kullanılmaya devam edilmesiyle tedavi süresince elde edilen gelişimin korunmuş veya devam ettirilmişir.

Kontrol grubunda ise tedavi sonrasında düşmüş olarak görölen 10 m mesafeyi kendi istediēi hızda yürüme performansının tedavi bittikten sonra eski deēerlerine ulaştığı görüldü ($p<0,05$). Np yan adım alma fonksiyonel kas gücü deēerlendirmesinde tedavi sonrasında elde edinilen kazanımın 3 ay sonrasında da tedavi öncesi deēerlerine göre korunduēu bulundu ($p< 0,05$). Bu deēişimler fizyoterapi programı içinde yer alan egzersiz çalışmalarının ve doēal gelişimin bir sonucunu göstermektedir. Kontrol grubunda kuvvetlenme ve hızda saēlanan kazanımların çalışma grubuna göre belirgin olarak düşük olduēu görölmektedir.

Hemiparetik SP'de yürüme daha çok alt ekstremitte gücündeki kayıpla ilişkili olarak bozulmakta, kuvvetlendirme ve denge egzersizleriyle geliştirilebilmektedir. Fonksiyonellik ve günlük yaşama katılımın artırılmasında ise yürüme hızının geliştirilmesi önemli etki yaratmaktadır. Hemiparetik SP'li çocukların fizyoterapi programına hız ve enduransın geliştirildiği aerobik egzersizlerin dahil edilmesi çocukların fonksiyonel performanslarının geliştirilmesinde göz ardı edilmemesi gereken bir yaklaşımdır. Tüm bu çalışmaların simetriyi geliştirecek paternde, kognitif fonksiyonları uyarıcı ve fiziksel performansı öğrenme düzeyinde zorlayıcı koşullarla tekrarlanmasıyla öğrenme modelini destekleyici ve geliştirici etkiler oluşturulmaya çalışılmalıdır. Bu nedenle robotik rehabilitasyon araçları tek başına bir tedavi yöntemi veya alternatifi olarak görülmemeli, ihtiyaçlar doğrultusunda geliştirilerek rehabilitasyonu destekleyici olarak kullanılmalıdır.

Bunun yanı sıra SP'li çocukların fiziksel uygunluklarının geliştirilmesi çocuklara yaşlılarıyla ortak aktivitelere katılabilmek, rekabet edebilme, eşit koşullara sahip olabilme şansı yaratabilmektedir. Bu nedenle çocukların tedavi programlarına aerobik egzersizlerin dahil edilmesi, fiziksel uygunluklarının geliştirilmesi hayata daha aktif katılabilen SP'li bireylerin olmasına olanak sağlayacaktır.

Çalışmanın Limitasyonları

Çalışmamızda tedavi öncesi durumun saptanmasında ve tedavi sonrası gelişmelerin gösterilmesinde olgu sayısının az olmasının önemli bir limitasyon olduğu düşünülmektedir. Daha yüksek olgu sayısında daha net sonuçlar ortaya konulabilirdi. Ayrıca robotik yürüme eğitiminin çocukların hayata katılımları üzerine etkinliğinin araştırılması da ICF açısından daha etkin sonuçlar ortaya koyabilirdi.

6. SONUÇ ve ÖNERİLER

Çalışmamızın amacı hSP'li çocuklarda robotik yürüme eğitiminin yürüme, denge ve kasın oksijenasyonu üzerindeki etkilerini araştırmak ve robotik yürüme eğitimini standart fizyoterapi programı ile karşılaştırmaktı. Bu doğrultuda yürüyüşün zaman mesafe karakteristikleri, duruş sırasında ağırlık aktarma oranları, fonksiyonel performans düzeyleri ve NIRS ile VL kasının oksijenasyonları değerlendirildi. Değerlendirmelerden elde edilen veriler uygun istatistiksel analizler kullanılarak karşılaştırıldı. Sonuç olarak;

1. Çalışma ve kontrol grubu çocukların demografik özellikleri ve tedavi öncesi değerlendirmeleri arasında fark olmadığı görüldü. Bu sonuç çalışma popülasyonumuzun homojenliğini göstermektedir.
2. Çalışma öncesinde GMFCS I düzeyindeki hSP'li çocukların p ve np VL kaslarının oksijenasyonu arasında fark olmadığı bulundu. Yürüyüşlerinde görülen asimetrinin tek başına VL kasının fonksiyon yetersizliğinden kaynaklanmadığı görüldü.
3. Yürüyüş parametrelerinde, statik duruş özelliklerinde robotik yürüme eğitimi ve standart fizyoterapi programı ile fark oluşturulamadı.
4. Robotik yürüme eğitimi sonrasında yürüme sırasında artmış olan paretik ayak açısının normal sınırlara yaklaştığı bulundu. Yürüme simetrisinin geliştirilmesi açısından dikkate değer bir bulgu olarak kaydedildi.
5. Çalışma grubunda robotik yürüme eğitimi sonrasında tek ayak üstünde durma süreleri ve denge becerilerinin geliştiği görüldü.
6. Robotik yürüme eğitimiyle çocuğun yürüme sırasında rahat hissettiği hızın 3 aylık tedavi sonrasında arttığı görülürken kontrol grubunda anlamlı bir değişim sağlanmadı.
7. Çalışma grubunda daha fazla olmak üzere her iki grupta da yürüyüşün hız ve enduransının tedavi sonrasında gelişme gösterdiği bulundu.
8. Robotik yürüme eğitiminin standart fizyoterapi uygulamalarına göre ileri düzey kaba motor becerilerde (yürüme-koşma-sıçrama), fonksiyonel kas gücünün artırılmasında ve fonksiyonel yürümenin geliştirilmesinde daha etkin olduğu görüldü.

9. Robotik yürüme eğitimiyle kazanılan becerilerin tedavi tamamlandıktan 3 ay sonra da paretik ayak üstünde durma, denge ve fonksiyonel performans becerilerinin genel olarak korunduğu ve gelişmeye devam ettiği görüldü. Kontrol grubunda ise gelişimin sadece 10 m kendi hızında yürüme ve np yan adım alma becerisinde korunduğu görüldü.

10. Robotik yürüme eğitiminin önerildiği gibi fizyoterapi programına ek olarak kullanılması yürümenin, denge ve fonksiyonelliğin geliştirilmesinde etkin rol oynamaktadır. Bu durumun ağırlık aktarımı ve hız algısının değişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

11. Robotik yürüme eğitiminin yürüme kalitesinin geliştirilmesinde veya kas üzerindeki etkilerinin araştırılmasında farklı klinik ve fonksiyonel düzeydeki SP'li çocuklar üzerinde çalışılmasıyla farklı sonuçlara ulaşılabilir.

7. KAYNAKLAR

1. Styer-Acevedo J. Physical therapy for the child with cerebral palsy. In: Pediatric physical therapy. Lippincott Williams & Wilkins; 1999.
2. Campbell S, Vander Linden D, Palisano R. Physical Therapy for Children. Vol. 86, Physiotherapy. Saunders Elsevier; 2006.
3. Bayon C, Raya R, Lara SL, Ramirez O, Serrano JJ, Rocon E. Robotic Therapies for Children with Cerebral Palsy: A Systematic Review. *Transl Biomed*. 2016;7(1):1–10.
4. Juenger H, Kuhnke N, Braun C, Ummenhofer F, Wilke M, Walther M, et al. Two types of exercise-induced neuroplasticity in congenital hemiparesis: A transcranial magnetic stimulation, functional MRI, and magnetoencephalography study. *Dev Med Child Neurol*. 2013;55(10):941–51.
5. Gace JR. Gait analysis – an essential tool in the treatment of cerebral palsy. *Clin Orthop Relat Res*. 1993;288:126–34.
6. Kuhnke N, Juenger H, Walther M, Berweck S, Mall V, Staudt M. Do patients with congenital hemiparesis and ipsilateral corticospinal projections respond differently to constraint-induced movement therapy? *Dev Med Child Neurol*. 2008;50(12):898–903.
7. Islam M, Nordstrand L, Holmström L, Kits A, Forssberg H, Eliasson AC. Is outcome of constraint-induced movement therapy in unilateral cerebral palsy dependent on corticomotor projection pattern and brain lesion characteristics? *Dev Med Child Neurol*. 2014;56(3):252–8.
8. Damiano DL. Meaningfulness of mean group results for determining the optimal motor rehabilitation program for an individual child with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2014 Dec 1;56(12):1141–6.
9. Fonseca ST, Holt KG, Fettes L, Saltzman E. Dynamic resources used in ambulation by children with spastic hemiplegic cerebral palsy: relationship to kinematics, energetics, and asymmetries. *Phys Ther*. 2004;84(4):344–354–358.
10. Gilbertson TJ, Bjornson KF, McDonald C, Hafner BJ. Clinical Gait Measures for Ambulatory Children with Cerebral. *J Prosthetics Orthot*. 2016;28(1):2–12.
11. Diaz I, Gil JJ, Sanchez E. Lower-Limb Robotic Rehabilitation: Literature Review and Challenges. *J Robot*. 2011;2011(i):1–11. /
12. Moreau NG, Bodkin AW, Bjornson K, Hobbs A, Soileau M, Lahasky K. Effectiveness of Rehabilitation Interventions to Improve Gait Speed in Children With Cerebral Palsy: Systematic Review and Meta-analysis. *Phys Ther*. 2016;96.<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27313240>
13. Made for Movement web page | Outer movement. Inner strength. 2015.
14. Kandel ER, Schwartz JH, Jessell TM. Principles of Neural Science. 5th ed. McGraw-Hill. McGraw-Hill; 2013.
15. Martin J. The corticospinal system. *Neuroscience*. 2005;11(2):161–73.
16. Kamm K, Thelen E, Jensen JL. A dynamical systems approach to motor

development. *Phys Ther.* 1990;70(12):763–75.

17. Scott Kelso JA, Tuller B. A Dynamical Basis for Action Systems. In: *Handbook of Cognitive Neuroscience*. Springer US; 1984. p. 321–56.
18. Kugler PN, Turvey MT. *Information, Natural Law, and the Self- Assembly of Rhythmic Movement*. Erlbaum; 1987.
19. Perry S. Clinical implications of a dynamical systems theory. *Neurol Rep.* 1998;22:4–10.
20. Gordon J. Assumptions underlying physical therapy intervention: Theoretical and historical perspectives. In: Carr Shepard, R. B. JH, editor. *Movement science: Foundations for physical therapy in rehabilitation*. Aspen; 1987. s. 1–29.
21. Harbourne RT, Stergiou N. Perspective movement variability and the use of nonlinear tools: Principles to Guide Physical Therapist Practice. *Phys Ther.* 2009;89(3):267–82.
22. Woollacott, MH, Sc Shumway-Cook A. Changes in posture control across the life span - A systems approach. *Phys Ther.* 1990;70:799–807.
23. Gibson JJ. *The senses considered as perceptual systems*. In Boston: Houghton Mifflin; 1966.
24. Lee DN, Young DS. Gearing action to the environment. In: Heuer H, Fromm C, editors. *Generation and modulation of action patterns*. Springer-Verlag; 1986.
25. Reed ES. An outline of a theory of action systems. *J Mot Behav.* 1982;14(2):98–134.
26. Shumway-Cook A, Woolacott MH. *Motor control: translating research into clinical practice*. 6th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2007.
27. Marder E, Bucher D. Central pattern generators and the control of rhythmic movements. *Curr Biol.* 2001;11(23):986–96.
28. Guertin PA. Central Pattern Generator for Locomotion: Anatomical, Physiological, and Pathophysiological Considerations. *Front Neurol.* 2012;3:183.
29. Wilson DM. The central nervous control of flight in a locust. *Exp Biol.* 1961;(38):471–90.
30. Hadders-Algra M. The neuronal grup selection theory: a framework to explain variation in normal motor development. *Dev Med Child Neurol.* 2000;42:566–72.
31. Hadders-Algra M. The neuronal group selection theory: promising principles for understanding and treating developmental motor disorders. *Dev Med Child Neurol.* 2000;42(10):707–15.
32. Harbourne RT, Deffeyes JE, Stuberger WA, Kyvelidou A, Stergiou N. Nonlinear variables can assist in identifying postural control deficits in infants. *J Sport Exerc Psychol.* 2007;29:9.

33. Tecklin JS. Pediatric Physical Therapy. Lippincott Williams & Wilkins; 2008.
34. Perry J. Normal Gait. Clin Orthop. 2011;1–17.
35. Johnston L, Eastwood D, Jacobs B. Variations in normal gait development. Paediatr Child Health. Oxford. 2014;24(5):204–7.
36. Sutherland D, Olshen R, Biden E, Wyatt MP. The Development of Mature Walking. Clin Dev Med. 1988;277.
37. Holm I, Tveter AT, Fredriksen PM, Voollestad N. A normative sample of gait and hopping on one leg parameters in children 7-12 years of age. Gait Posture. 2009;29(2):317–21.
38. Dusing SC, Thorpe DE. A normative sample of temporal and spatial gait parameters in children using the gaitrite® electronic walkway. Gait Posture. 2007;25(1):135–9.
39. Lythgo N, Wilson C, Galea M. Basic gait and symmetry measures for primary school-aged children and young adults. II: Walking at slow, free and fast speed. Gait Posture. 2011;33(1):29–35.
40. Ganley KJ, Powers CM. Gait kinematics and kinetics of 7-year-old children: A comparison to adults using age-specific anthropometric data. Gait Posture. 2005;21(2):141–5.
41. Lythgo N, Wilson C, Galea M. Basic gait and symmetry measures for primary school-aged children and young adults whilst walking barefoot and with shoes. Gait Posture. 2009;30(4):502–6.
42. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D, et al. A report: The definition and classification of cerebral palsy April 2006. Dev Med Child Neurol. 2007;49(109):8–14.
43. Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe (SCPE). Dev Med Child Neurol. 2000;42(12):816–24.
44. Mesterman R, Leitner Y, Yifat R, Gilutz G, Levi-Hakeini O, Bitchonsky O. Cerebral palsy long-term medical, functional, educational and psychosocial outcomes. J Child Neurol. 2010;25(1):36–42.
45. <http://www.scpnetwork.eu/en/cerebral-palsy>.
46. Serdaroglu A, Cansu A, Ozkan S, Tezcan S. Prevalence of cerebral palsy in Turkish children between the ages of 2 and 16 years. Dev Med Child Neurol. 2006;48(6):413–6.
47. Krägeloh-Mann I, Cans C. Cerebral palsy update. Brain Dev. 2009;31(7):537–44.
48. Sellier E, Surman G, Himmelmann K, Andersen G, Colver A, Krägeloh-Mann I, et al. Trends in prevalence of cerebral palsy in children born with a birthweight of 2,500 g or over in Europe from 1980 to 1998. Eur J Epidemiol. 2010;25(9):635–42.
49. Palisano RJ, Hanna SE, Rosenbaum PL, Russell DJ, Walter SD, Wood EP, et

- al. Validation of a model of gross motor function for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2000;80(10):974–85.
50. Palisano R, Rosenbaum P. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1997;39(4):214–23.
51. Wood E, Rosenbaum PL. The gross motor function classification system for cerebral palsy: a study of reliability and stability over time. *Dev Med Child Neurol*. 2000;42:292–6.
52. Patterson MC. Clinical features and classification of cerebral palsy. *UptoDate*. 2016;(1):1–20.
53. Weinstein S, Buckwalter J. Turek's Orthopaedics: Principles and Their Application. In: Weinstein S, Buckwalter J, editors. *Turek's Orthopaedics: Principles and Their Application*. 6th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2005.
54. Speth L, Vles H. Unilateral cerebral palsy: Epidemiology, etiology, imaging and treatment of hand function problems. In: *Handbook on Cerebral Palsy: Risk Factors, Therapeutic Management and Long-Term Prognosis*. Nova Science Publishers, Inc.; 2014.
55. Staudt M, Grodd W, Gerloff C, Erb M, Stitz J, Krägeloh-Mann I. Two types of ipsilateral reorganization in congenital hemiparesis: aTMS and fMRI study,. *Brain*. 2002;125(10):2222–37.
56. Wu YW, Lindan CE, Henning LH, Yoshida CK, Fullerton HJ, Ferriero DM, et al. Neuroimaging Abnormalities in Infants With Congenital Hemiparesis. *Pediatr Neurol*. 2006;35(3):191–6.
57. Raju TN, Nelson KB, Ferriero D, Lynch JK. Ischemic perinatal stroke: summary of a workshop sponsored by the National Institute of Child Health and Human Development and the National Institute of Neurological Disorders and Stroke. *Pediatrics*. 2007;120:609–16.
58. Kitai Y, Haginoya K, Hirai S, Ohmura K, Ogura K, Inui T, et al. Outcome of hemiplegic cerebral palsy born at term depends on its etiology. *Brain Dev*. 2016;38(3):267–73.
59. Guzzetta A, Bonanni P, Biagi L, Tosetti M, Montanaro D, Guerrini R, et al. Reorganisation of the somatosensory system after early brain damage. *Clin Neurophysiol*. 2007;118(5):1110–21.
60. Staudt M, Gerloff C, Grodd W, Holthausen H, Niemann G, Krägeloh-Mann I. Reorganization in congenital hemiparesis acquired at different gestational ages. *Ann Neurol*. 2004;56(6):854–63.
61. Held JM. Recovery of function after brain damage: Theoretical implications for therapeutic intervention. In: Carr JH, Shepard RB, Gordon J, Gentile AM, Held JM, editors. *Movement Science: Foundation for physical therapy in rehabilitation*. Aspen Publishers; 1987.
62. Cicinelli P, Traversa R, Rossini PM. Post-stroke reorganization of brain

- motor output to the hand: a 2–4 month follow-up with focal magnetic transcranial stimulation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1997;105(6):438–450.
63. Liepert J, Bauder H, Wolfgang HR, Miltner WH, Taub E, Weiller C. Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. *Stroke*. 2000;31(6):1210–6.
 64. Johnston MV. Clinical disorders of brain plasticity. *Brain Dev*. 2004;26(2):73–80.
 65. Chen R, Cohen LG, Hallet M. Nervous system reorganization following injury. *Neuroscience*. 2002;111(4):761–773.
 66. Gauthier LV, Taub E, Perkins C, Ortmann M, Mark VW, Uswatte G. Remodeling the brain: plastic structural brain changes produced by different motor therapies after stroke. *Stroke*. 2008;39(5):1520–5.
 67. Crenna P. Spasticity and “spastic” gait in children with cerebral palsy. *Neurosci Biobehav Rev*. 1998;22(4):571–8.
 68. Williams T. Perceptual-motor contributions to static and dynamic balance control in children. *Pediatr Phys Ther*. 2003;15(2):135–7.
 69. Bhattacharya A, Shukla R, Dietrich K, Bornschein R, Berger O. Effect of early lead exposure on children’s postural balance. *Dev Med Child Neurol*. 1995;37(10):861–78.
 70. Liao H, Hwang A. Relations of balance function and gross motor ability for children with cerebral palsy. *Percept Mot Skills*. 2003;96:1173–84.
 71. Liao HF, Jeng SF, Lai JS, Cheng CK, Hu MH. The relation between standing balance and walking function in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 1997;39(2):106–12.
 72. Woollacott MH, Shumway-Cook A. Postural dysfunction during standing and walking in children with cerebral palsy: What are the underlying problems and what new therapies might improve balance? *Neural Plasticity*. Hindawi Publishing Corporation; 2005(12):211–9.
 73. Nashner LM, Shumway-Cook A, Marin O. Stance posture control in select groups of children with cerebral palsy: Deficits in sensory organization and muscular coordination. *Exp Brain Res*. 1983;49(3):393–409.
 74. Dobsan F, Morris ME. Clinician agreement on gait pattern ratings in children with spastic hemiplegia. *Dev Med Child Neurol*. 2006;48(6):429–35.
 75. Gage JR E, editor. *Treatment of Gait Problems in Cerebral Palsy*. London: McKeith Press; 2004.
 76. Rodda J, Graham HK. Classification of gait patterns in spastic hemiplegia and spastic diplegia: a basis for a management algorithm. *Eur J Neurol*. 2001;8(3):98–108.
 77. Waters RL, Mulroy S. The energy expenditure of normal and pathologic gait. *Gait and Posture*. 1999;9:207–31.

78. Schwartz M. Kinematics of Normal Gait. In: Treatment of Gait Problems in Cerebral Palsy. 2004.
79. Saunders JB, Inman VT, Eberhart H. The major determinants in normal and pathological gait. *J Bone Jt Surg Am.* 1953;35(3):543–58.
80. Patino M. Physiotherapy for Children. *Pediatr Phys Ther.* 2008;20(1):124–5.
81. Miller F. Cerebral Palsy. Miller F, editor. *Children.* 2007.
82. Zajac FE, Neptune RR, Kautz SA. Biomechanics and muscle coordination of human walking. Part I: introduction to concepts, power transfer, dynamics and simulations. *Gait Posture.* 2002;16(3):215–32.
83. Güler C. Yürüme Analizi: Temel Kavramlar Ve Uygulama. In: Beyazova M, Kutsal YG, editor. *Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon.* Ankara: Güneş Kitapevi; 2000.
84. Wheelwright EF, Minns RA, Elton RA, Law HT. Temporal and spatial parameters of gait in children. II: pathological gait. *Dev Med Child Neurol.* 1993;35(2):114–25.
85. Winters TF, Gage JR, Hicks R. Gait patterns in spastic hemiplegia in children and young adults patterns in spastic and young hemiplegia adults. *J Bone Jt Surg.* 1987;69:437–41.
86. Galli M, Cimolin V, Rigoldi C, Tenore NA. Gait patterns in hemiplegic children with Cerebral Palsy: comparison of right and left hemiplegia. *Res Dev Disabil.* 2010;31(6):1340–45.
87. Wang X, Wang Y. Gait analysis of children with spastic hemiplegic cerebral palsy. *Neural Regeneration Research.* Editorial Board of Neural Regeneration Research. 2012; 7(20):1578–84.
88. Panteliadis PC. Serebral palsy multidisipliner yaklaşım. 2015th ed. Günel MK AB, editor. 2015.
89. Miller F MB. Rehabilitation Techniques. In: Cerebral Palsy. USA: Springer; 2007.
90. Fennell EB, Dikel TN. Cognitive and neuropsychological functioning in children with cerebral palsy. *J Child Neurol.* 2001;16(1):58–63.
91. Fowler EG, Ho TW, Nwigwe a I, Dorey FJ. The effect of quadriceps femoris muscle strengthening exercises on spasticity in children with cerebral palsy. *Phys Ther.* 2001;81(6):1215–23.
92. Shumway-Cook A, McCollum G. Assessment and treatment of balance deficits. In: *illotm Control and Physical Therapy: Theoretical Framework and Practical Applications.* Montgomery PC, Connolly BH E, editor. 1991.
93. Ferdjallah M, Harris GF, Smith P, Wertsch JJ. Analysis of postural control synergies during quiet standing in healthy children and children with cerebral palsy. *Clin Biomech.* 2002;17(3):203–10.
94. Woollacott M, Shumway-Cook A, Hutchinson S, Ciol M, Price R, Kartin D. Effect of balance training on muscle activity used in recovery of stability in

- children with cerebral palsy: a pilot study. *Dev Med Child Neurol*. 2005;47(7):455–61.
95. Shumway-Cook A, Hutchinson S, Kartin D, Price R, Woollacott M. Effect of balance training on recovery of stability in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2003;45(9):591–602.
 96. Worrell TW, Borchert B, Erner K, Fritz J, Leerar P. Effect of a lateral step-up exercise protocol on quadriceps and lower extremity performance. *J Orthop Sports Phys Ther*. 1993;18(6):646–53.
 97. Michaud L. Electrical stimulation in children. In: Pediatric rehabilitation state of the art reviews. In: *Physical Medical Rehabilitation*. Philadelphia: Hanley and Belfus; p. 347–62.
 98. Merrill DR. Review of electrical stimulation in cerebral palsy and recommendations for future directions. *Dev Med Child Neurol*. 2009;51(4):154–65.
 99. Lusardi M, Barringer W, Stills M. Orthotics in the Rehabilitation of Congenital, Developmental, and Trauma-Related Musculoskeletal Impairment of the Lower Extremities. In: Lusardi M, Nielsen C, editors. *Orthotics and Prosthetics in Rehabilitation*. Saunders Elsevier; 2007.
 100. Bek N. Alt ekstremite ortezleri. In: Karaduman A, Tunca Ö, editor. *Fizyoterapi Rehabilitasyon 2*. Ankara: Pelikan; 2016.
 101. Mayston M. Physiotherapy management in cerebral palsy: An update on treatment approaches. In: Scrutton D, Damiano D, Myston M, editor. *Management of the Motor Disorders of Children with Cerebral Palsy*. London: Mac Keith Press; 2004.
 102. Barry JM. Historical perspective to current practice. In: Scherzer LA, editor. *Early diagnosis and interventional therapy in cerebral palsy an interdisciplinary age focused approach*. New York: Marcel Dekker Inc; 2001.
 103. Bly L. A historical and current view of the basis of NDT. *Pediatr Phys Ther*. 1991;3(3):137–40.
 104. Butler C, Darrah J. Effects of neurodevelopmental treatment (NDT) for cerebral palsy: an AACPD evidence report. *Dev Med Child Neurol*. 2001;43(11):778–90.
 105. Bobath K, Bobath B. The neuro-developmental treatment. In: Scrutton D, editor. *Management of Motor Disorders in Children with Cerebral Palsy*. JB Lippincott; 1984.
 106. Eliasson A-C, Sundholm LK, Shaw K, Wang C. Effects of constraint-induced movement therapy in young children with hemiplegic cerebral palsy: an adapted model. *Dev Med Child Neurol*. 2007;47(4):266–75.
 107. Huang H, Fethers L, Hale J, McBride A. Bound for Success: A systematic review of constraint-induced movement therapy in children with cerebral palsy supports improved arm and hand use. *Phys Ther*. 2008;89(11):1126–41.
 108. Aarts PB, Jongerius PH, Geerdink YA, van Limbeek J, Geurts AC. Modified

- Constraint-Induced Movement Therapy combined with Bimanual Training (mCIMT-BiT) in children with unilateral spastic cerebral palsy: How are improvements in arm-hand use established? *Res Dev Disabil.* 2011;32(1):271–9.
109. Sutcliffe TL, Gaetz WC, Logan WJ, Cheyne DO, Fehlings DL. Cortical reorganization after modified constraint-induced movement therapy in pediatric hemiplegic cerebral palsy. *J Child Neurol.* 2007;22(11):1281–7.
 110. Corbetta D, Friedman DR, Bell MA. Brain reorganization as a function of walking experience in 12-month-old infants: Implications for the development of manual laterality. *Front Psychol.* 2014;5.
 111. Dong V, Tung I. Studies comparing the efficacy of constraint-induced movement therapy and bimanual training in children with unilateral cerebral palsy: A systematic review. *Dev Neurorehabil.* 2013;16(2):133–43.
 112. Green D, Schertz M, Gordon AM, Moore A, Schejter Margalit T, Farquharson Y, et al. A multi-site study of functional outcomes following a themed approach to hand-arm bimanual intensive therapy for children with hemiplegia. *Dev Med Child Neurol.* 2013 Jun;55(6):527–33.
 113. Charles J, Gordon AM. Development of hand-arm bimanual intensive training (habit) for improving bimanual coordination in children with hemiplegic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2006;48(11):931–6.
 114. Facchin P, Rosa-Rizzotto M, Visona Dalla Pozza L, Turconi AC, Pagliano E, Signorini S et al. Multisite trial comparing the efficacy of constraint-induced movement therapy with that of bimanual intensive training in children with hemiplegic cerebral palsy: postintervention results. *Am J Phys Med Rehabil.* 2011;90(7):539–53.
 115. Gordon AM, Schneider JA, Chinnan A, Charles JR. Efficacy of a hand-arm bimanual intensive therapy (habit) in children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized control trial. *Dev Med Child Neurol.* 2007;49(11):830–8.
 116. Sakzewski L, Ziviani J, Boyd R. The relationship between unimanual capacity and bimanual performance in children with congenital hemiplegia. *Dev Med Child Neurol.* 2010;52(9):811–6.
 117. Ahl E, Johansson E, Granat T, Carlberg EB. Functional therapy for children with cerebral palsy: an ecological approach. *Dev Med Child Neurol.* 2005;47(9):613–9.
 118. King G, Palisano RJ, Tucker MA, Ruble L, Hall D, Toland MD, et al. Goal Attainment Scaling g Pediatric Therapy Programs. *Phys Occup Ther Pediatr.* 1999;42(2):31–52.
 119. Chaiklin S. The zone of proximal development in Vygotsky's analysis of learning and instruction. In: Kozulin A, Gindis B, Ageyev VS, Miller SM, editors. Cambridge University Press; 2003.
 120. Purohit RR, Vyas NJ SM. Effect of hippo therapy on balance and function in children with spastic diplegia. *Int Arch Integr Med.* 2015;2(3):1–7.

121. Lasa MS, Ferriero G, Brigatti E, Valero R FF. Animal-assisted interventions in internal and rehabilitation medicine: a review of the recent literature. *Panminerva Med.* 2011;53(2):129–36.
122. Kelly M, Darrah J. Aquatic exercise for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol.* 2005;47(12):838–42.
123. Blundell SW, Shepherd RB, Dean CM, Adams RD, Cahill BM. Functional strength training in cerebral palsy: a pilot study of a group circuit training class for children aged 4-8 years. *Clin Rehabil.* 2003;17(1):48–57.
124. Liao H-F, Liu Y-C, Liu W-Y, Lin Y-T, H.-F. L, Y.-C. L, et al. Effectiveness of Loaded Sit-to-Stand Resistance Exercise for Children With Mild Spastic Diplegia: A Randomized Clinical Trial. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88(1):25–31.
125. Ross M. Test-retest reliability of the lateral step-up test in young adult healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1997;25(2):128–32.
126. Bohannon RW. Sit-to-stand test for measuring performance of lower extremity muscles. *Percept Mot Ski.* 1995;80(1):163–6.
127. Meyer-Heim A, van Hedel HJA. Robot-assisted and computer-enhanced therapies for children with cerebral palsy: Current state and clinical implementation. *Semin Pediatr Neurol.* 2013;20(2):139–45.
128. Hogan N, Krebs HI, Rohrer B, Palazzolo JJ, Dipietro L, Fasoli SE, et al. Motions or muscles? Some behavioral factors underlying robotic assistance of motor recovery. *J Rehabil Res Dev.* 2006;43(5):605–18.
129. Bar-Haim S, Harries N, Nammourah I, Oraibi S, Malhees W, Loeppky J, et al. Effectiveness of motor learning coaching in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial. *Clin Rehabil.* 2010;24(11):1009–20.
130. Jenkins WM, Merzenich MM. Reorganization of neocortical representations after brain injury: a neurophysiological model of the bases of recovery from stroke. In: *Progress in Brain Research.* 1987.
131. Nudo RJ, Wise BM, SiFuentes F, Milliken GW. Neural substrates for the effects of rehabilitative training on motor recovery after ischemic infarct. *Science.* 1996;272(5269):1791–4.
132. Meyer-Heim A, Ammann-Reiffer C, Schmartz A, Schäfer J, Sennhauser FH, Heinen F, et al. Improvement of walking abilities after robotic-assisted locomotion training in children with cerebral palsy. *Arch Dis Child.* 2009;94:615–20.
133. Hesse S, Uhlenbrock D. A mechanized gait trainer for restoration of gait. *J Rehabil Res Dev.* 2000;37(6):701–8.
134. Lefmann S, Russo R, Hillier S. The effectiveness of robotic-assisted gait training for paediatric gait disorders: systematic review. *J Neuroeng Rehabil.* 2017;14(1):1.
135. Colombo G, Joerg M, Schreier R, Dietz V. Treadmill training of paraplegic patients using a robotic orthosis. *J Rehabil Res Dev.* 200;37(6):693–700.

136. Wessels M, Lucas C, Eriks-Hoogland I, De Groot S. Body weight-supported gait training for restoration of walking in people with an incomplete spinal cord injury: A systematic review. In: Assistive Technology Research Series. 2010.
137. Dollar AM, Herr H. Active orthoses for the lower-limbs: Challenges and state of the art. In: 2007 IEEE 10th International Conference on Rehabilitation Robotics, ICORR'07. 2007. p. 968–77.
138. Made for Movement Innowalk Pro | Made for Movement n.d.<http://madeformovement.com/products/innowalk-pro>. 2014.
139. APTA. Section on Pediatrics List of Assessment Tools Used in Pediatric Physical Therapy. 2004;1:1–12.
140. Shevell MI. Clinical ethics and developmental delay. Seminars in Pediatric Neurology. American Physical Therapy Association; Chapter 5.1998.
141. Josenby AL, Jarnlo GB, Gummesson C, Nordmark E. Longitudinal construct validity of the GMFM-88 total score and goal total score and the GMFM-66 score in a 5-year follow-up study. Phys Ther. 2009;89(4):342–50.
142. Gray G. Lower extremity functional profile. Wynn Marketing; 1995;1-161
143. Verschuren O, Ketelaar M, Takken T, Van Brussel M, Helders PJM, Gorter JW. Reliability of hand-held dynamometry and functional strength tests for the lower extremity in children with Cerebral Palsy. Disabil Rehabil. 2008;30(18):1358–66.
144. Zumbrunn T, MacWilliams BA, Johnson BA. Evaluation of a single leg stance balance test in children. Gait Posture. 2011;34(2):174–7.
145. Langley FA, Mackintosh SFH, Applsc B. Functional Balance Assessment of Older Community Dwelling Adults: A Systematic Review of the Literature. J Allied Heal Sci Pract. 2007;5(4):1–11.
146. Franjoine MR, Gunther JS, Taylor MJ. Pediatric balance scale: A modified version of the berg balance scale for the school-aged child with mild to moderate motor impairment. Pediatric Physical Therapy. 2003;15:114–28.
147. Abrantes J, Santos L. Plantar pressure assessment: A new tool for postural instability diagnosis in multiple sclerosis. technol med sci. 2012;1:179–204.
148. Giacomozzi C. Assessment of pressure measurement devices (PMDs) for their appropriate use in biomechanical research and in the clinical practice Edited by. In: Sanità IS di, editor. ISTISAN Congressi. Sanità, Istituto Superior di; 2010. s. 36.
149. Thompson P, Beath T, Bell J, Jacobson G, Phair T, Salbach NM, et al. Test-retest reliability of the 10-metre fast walk test and 6-minute walk test in ambulatory school-aged children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol. 2008;50(5):370–6.
150. Maher CA, Williams MT, Olds T. The six-minute walk test for children with cerebral palsy. J Rehabil Res. 2008;31(2).
151. Gorton GE, Stout JL, Bagley AM, Bevans K, Novacheck TF, Tucker CA.

- Gillette Functional Assessment Questionnaire 22-item skill set: Factor and Rasch analyses. *Dev Med Child Neurol*. 2011;53(3):250–5.
152. Stout JL, Gorton GE, Novacheck TF, Bagley AM, Tervo RC, Bevans K, et al. Rasch analysis of items from two self-report measures of motor function: Determination of item difficulty and relationships with children's ability levels. *Dev Med Child Neurol*. 2012;54(5):443–50.
 153. Gorton GE, Watson K, Tucker CA, Tian F, Montpetit K, Haley SM, et al. Precision and content range of a parent-reported item bank assessing lower extremity and mobility skills in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*. 2010;52(7):660–5.
 154. Hamaoka T, McCully KK, Niwayama M, Chance B. The use of muscle near-infrared spectroscopy in sport, health and medical sciences: recent developments. *Philos Trans R Soc A Math Phys Eng Sci*. 2011;369(1955):4591–604.
 155. Hamaoka T, McCully KK, Quaresima V, Yamamoto K, Chance B. Near-infrared spectroscopy/imaging for monitoring muscle oxygenation and oxidative metabolism in healthy and diseased humans. *J Biomed Opt*. 2007;12(6):62105-1-062105–16.
 156. Kubo K, Ikebukuro T, Tsunoda N, Kanehisa H. Changes in oxygen consumption of human muscle and tendon following repeat muscle contractions. *Eur J Appl Physiol*. 2008;104(5):859–66.
 157. Nagasawa T. Oxygen consumption in nonexercising muscle after exercise. *Int J Sports Med*. 2008 Aug;29(8):624–9.
 158. Kennedy MD, Haykowsky MJ, Boliek C a, Esch BT a, Scott JM, Warburton D. Regional muscle oxygenation differences in vastus lateralis during different modes of incremental exercise. *Dyn Med*. 2006;5:8.
 159. Sterling C, Taub E, Davis D, Rickards T, Gauthier L V., Griffin a., et al. Structural Neuroplastic Change After Constraint-Induced Movement Therapy in Children With Cerebral Palsy. *Pediatrics*. 2013;131(5):1664–9.
 160. Martin DS, Levett DZ, Mythen M, Grocott MP. Changes in skeletal muscle oxygenation during exercise measured by near-infrared spectroscopy on ascent to altitude. *Crit Care*. 2009;13(5):7.
 161. Rissanen APE, Tikkanen HO, Koponen AS, Aho JM, Hägglund H, Lindholm H, et al. Alveolar gas exchange and tissue oxygenation during incremental treadmill exercise, and their associations with blood O₂ carrying capacity. *Front Physiol*. 2012;3.
 162. SenSmart Model X-100 Universal Oximetry System for Pediatric Patients Brochure.
 163. Olama KA. Endurance exercises versus treadmill training in improving muscle strength and functional activities in hemiparetic cerebral palsy. *Egypt J Med Hum Genet*. 2011;12(2):193–9.
 164. Adolph KE, Robinson SR. The road to walking: What learning to walk tells us

- about development. In P. Zelazo (Ed.) Oxford handbook of developmental psychology. In: Zelazo P, editor. Oxford handbook of developmental psychology. New York: Oxford University Press.; 2013.
165. King GA, Shultz IZ, Steel K, Gilpin MTC. Self-evaluation and self-concept of adolescents with physical disabilities. *Am J Occup Ther Off Publ Am Occup Ther Assoc.* 1993;47(2):132–40.
 166. Lotze M, Braun C, Birbaumer N, Anders S, Cohen LG. Motor learning elicited by voluntary drive. *Brain.* 2003;123:866–72.
 167. Beck S, Taube W, Gruber M, Amtage F, Gollhofer A, Schubert M. Task-specific changes in motor evoked potentials of lower limb muscles after different training interventions. *Brain Res.* 2007;1179:51–60.
 168. Dayan E, Cohen LG. Review Neuroplasticity Subserving Motor Skill Learning. In: *Neuron.* Elsevier Inc; 2011. s. 443–54.
 169. Kurz MJ, Wilson TW, Arpin DJ. Stride-time variability and sensorimotor cortical activation during walking. *Neuroimage.* 2012;59:1602–7.
 170. Miyai I, Suzuki M, Hatakenaka M, Kubota K. Effect of body weight support on cortical activation during gait in patients with stroke. *Exp Brain Res.* 2006;169(1):85–91.
 171. Kim J, Park HS, Damiano DL. An interactive treadmill under a novel control scheme for simulating overground walking by reducing anomalous force. In: *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics.* Institute of Electrical and Electronics Engineers; 2015. s. 1491–6.
 172. Yoon J, Park H-S, Damiano DL. A novel walking speed estimation scheme and its application to treadmill control for gait rehabilitation. *J Neuroeng Rehabil.* 2012;9(1):62.
 173. Bulea TC, Kim J, Damiano DL, Stanley CJ, Park H-S. Prefrontal, posterior parietal and sensorimotor network activity underlying speed control during walking. *Front Hum Neurosci [Internet].* 2015;9:247.
 174. Lim H. Effect of the modulation of optic flow speed on gait parameters in children with hemiplegic cerebral palsy. *J Phys Ther Sci.* 2014;26(1):145–148.
 175. Collins LM. Analysis of longitudinal data: The integration of theoretical model, temporal design, and statistical model. *Annu Rev Psychol.* 2006;57:505–28.
 176. Aldridge JW, Berridge KC. Basal Ganglia Neural Coding of Natural Action Sequences. In: *The Basal Ganglia VI.* 2003. s. 279–87.
 177. Poldrack R, Sabb F, Foerde K, Tom S, Asarnow R, Bookheimer S, et al. The Neural Correlates of Motor Skill Automaticity. *J Neurosci.* 2005;25(22):5356–64.
 178. Castle ME, Reyman T a, Schneider M. Pathology of spastic muscle in cerebral palsy. *Clin Orthop Relat Res.* 1978;42(142):223–32.
 179. Alexander RM. Energy-saving mechanisms in walking and running. *J Exp Biol.* 1991;160:55–69.

180. Farley CT, Blickhan R, Saito J TR. Hopping frequency in humans: a test of how springs set stride frequency in bouncing gaits. *J Appl Physiol*. 1991;71:2127–2132.
181. McMahon TA, Cheng GC. The mechanics of running: how does stiffness couple with speed? *J Biomech*. 1990;21:65–78.
182. Duan XH, Allen RH SJ. A stiffness-varying model of human gait. *Med Eng Phys*. 1997;19:518–524.
183. Skrotzky K. Gait analysis in cerebral palsied and nonhandicapped children. . *Arch Phys Med Rehabil*. 1983;64:291–295.
184. Tardieu C, Huet de la Tour E, Bret MD, Tardiue G. Muscle hypoextensibility in children with cerebral palsy, I: clinical and experimental observations. *Arch Phys Med Rehabil*. 1982;63:97–102.
185. Tardieu G, Tardieu C, Colbeau-Justin P, Lespargot A. Muscle hypoextensibility in children with cerebral palsy, II: therapeutic implications. *Arch Phys Med Rehabil*. 1982;63:103–107.
186. McMahon TA, Valiant G FE. Groucho running. *J Appl Physiol*. 1987;62:2326–2337.
187. Braddom RL. Physical medicine and rehabilitation. 2nd ed. Philadelphia: Harcourt Health Science Company; 2000.
188. Graham A RA. Physical fitness of adults with an intellectual disability: A 13-year follow-up study. *Res Q Exerc Sport*. 2000;71(2):152–161.
189. McArdle WD, Katch FI KV. Exercise Physiology: Energy, Nutrition and Human Performance. 5th ed. Lippincott Williams & Wilkins; 2001.
190. Powers SK HE. Exercise Physiology. 5th ed. McGraw–Hill; 2004.
191. MasoudiMotlagh M, Sugar JJ, Azimipour M, Linz WW, Michalak G, Seo NJ, Ranji M. Monitoring hemodynamic changes in stroke-affected muscles using near-infrared spectroscopy. *J Rehabil Assist Technol Eng*. 2016;2:1–12.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Hemiparetik Serebral Palsi'de Robotik Yürüme Eğitiminin Etkilerinin İncelenmesi
ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	---

DEĞERLENDİRİLE N DİĞER BELGELER	Belge Adı		Açıklama
	SIGORTA	☐	
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ	☒	15.Haziran.2016 imza tarihli
	BIYOLOJİK MATERYEL TRANSFER FORMU	☐	
	ILAN	☐	
	YILLIK BİLDİRİM	☐	
	SONUÇ RAPORU	☐	
	GÜVENLİLİK BİLDİRİMLERİ	☐	
	DİĞER:	☐	
	KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 2016/06 - 34 (KA-16045)	Toplantı Tarihi: 23.06.2016 (İlk değerlendirme tarihi: 28.04.2016)
Üniversitemiz Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü öğretim üyelerinden Prof. Dr. Ayşe LİVANLIOĞLU'nun danışman ve yardımcı araştırmacısı olduğu, Uzm. Fzt. Meltem YAZICI'nın doktora tezi olan, Uzm Dr. Erkan SÜMER'in koordinatör ve sorumlu araştırmacısı olduğu, Prof. Dr. Kuvılcım GÜCÜYENER ile birlikte çalışacakları "Hemiparetik Serebral Palsi'de Robotik Yürüme Eğitiminin Etkilerinin İncelenmesi" başlıklı proje öneri dosyası ile ilgili belge ve dokümanlar; araştırmanın/çalışmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş olup, tıbbi etik ve bilimsel açıdan uygun bulunmuştur. İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik kapsamında yer alan araştırmalar/çalışmalar için Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu'ndan izin alınması gerekmektedir.			

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU						
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI		İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu				
BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI:		Prof. Dr. F. Alev TÜRKER				
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişkisi	Katılım*	İmza
Prof. Dr. F. Alev Türker Başkan	İç Hst. Onkoloji	Hacettepe Ü. Tıp F.	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Zafer Çehreli, Başkan Yardımcısı	Pedodonti	Hacettepe Ü. Dişhek. F.	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Mutlu Hayran, Raportör	Epidemiyoloji	Hacettepe Ü. Tıp F.	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Fatma Gümrük	Çocuk Sağl. ve Hst. Hematoloji BD.	Hacettepe Ü. Tıp F.	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Murat Yurdakök	Çocuk Sağl. ve Hst. Neonatoloji BD.	Hacettepe Ü. Tıp F.	E	E ☐ H ☒	E ☐ H ☐	
Prof. Dr. Türkan Eldem	Far. Biyoteknoloji	Hacettepe Ü. Ecz. F.	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Nilgün Sayınalp	İç Hst. Hematoloji	Hacettepe Ü. Tıp F.	K	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒	İZİNLİ
Prof. Dr. Ayşe Küçükdeveci	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	Ankara Ü. Tıp F.	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Nuket Örnek Buken	Tıp Tarihi ve Etik	Hacettepe Ü. Tıp F.	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Prof. Dr. Mehmet Uğur	Biyofizik	Ankara Ü. Tıp F.	E	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒	İZİNLİ
Prof. Dr. Ümit Yaşar	Farmakoloji	Hacettepe Ü. Tıp F.	E	E ☐ H ☒	E ☐ H ☒	İZİNLİ
Doç. Dr. Erdem Karabulut	Biyoistatistik	Hacettepe Ü. Tıp F.	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Doç. Dr. Ümit Murat Şahiner	Çocuk Sağl. ve Hst. Alerji BD.	Hacettepe Ü. Tıp F.	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Av. Meltem Onurlu	Hukuk	Hacettepe Ü. Hukuk Müşavirliği	K	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	
Av. Ç. Ziya Akçağlayan	Hukuk	Emekli (sivil üye)	E	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐	

* :Toplantıda Bulunma

Etik Kurul Başkanının

Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. F. Alev TÜRKER

İmzası:

Not: Etik Kurul Başkanı'nın her sayfada imzası bulunmalıdır.

HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU

ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Hemiparetik Serebral Palsi'de Robotik Yürüme Eğitiminin Etkilerinin İncelenmesi
ARAŞTIRMANIN PROTOKOL KODU	---

ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUN ADI	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
	AÇIK ADRESİ:	HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU 06100 SİHİYE - ALTINDAĞ / ANKARA
	TELEFON	0312 305 1082 – 0312 680 1147
	FAKS	0312 310 0580
	E-POSTA	klinetik@hacettepe.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	KOORDİNATOR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Uzm. Dr. Erkan SÜMER
	KOORDİNATOR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon
	KOORDİNATOR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
	DESTEKLEYİCİ	
	PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ UNVANI/ADI/SOYADI (TÜBİTAK vb. gibi kaynaklardan destek alanlar için)-	
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ	---
	ARAŞTIRMANIN FAZİ VE TÜRÜ	FAZ 1 ☐
		FAZ 2 ☐
		FAZ 3 ☐
		FAZ 4 ☐
		Tabii cihaz klinik araştırması ☒
		İn vitro tıbbi tam cihazları ile yapılan performans değerlendirme çalışmaları ☐
		Gözlemsel ilaç çalışması ☐
		İlaç dışı klinik araştırma ☐
		Diger ise belirtiniz:
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☐ ÇOK MERKEZLİ ☒ ULUSAL ☒ ULUSLARARASI ☐

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	02.Mart.2016	01	Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diger ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	17.Mart.2016	01	Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diger ☐
	OLGU RAPOR FORMU	31.Mart.2016	01	Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diger ☐
	ARAŞTIRMA BROŞÜRÜ	---	---	Türkçe ☐	İngilizce ☐	Diger ☐

Etik Kurul Başkanının
Unvanı/Adı/Soyadı: Prof. Dr. F. Alev TÜRKER
İmzası:



Not: Etik Kurul Başkanı'nın her sayfada imzası bulunmalıdır.

HİZMETE ÖZEL



T.C
SAĞLIK BAKANLIĞI
Türkiye İlaç ve Tıbbi Cihaz Kurumu

NORMAL

Sayı : 71146310-511.06-131666
Konu : 2016-106

14.10.2016

Uzm. Dr. Erkan SÜMER
Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi
Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü / ANKARA

İlgi : 04.10.2016 tarihli başvurunuz. Kurumumuz evrak no:247101

Sorumlu araştırmacısı olduğunuz aşağıdaki tabloda bilgileri verilen ilgi klinik araştırma başvuru dosyası ve belgeler; araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak 06.09.2014 tarihli ve 29111 sayılı Resmî Gazete’de yayımlanan Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Yönetmeliği gereğince incelenmiş olup Uzmanlık Tezleri ve/veya Akademik Amaçlı Yapılacak Tıbbi Cihaz Klinik Araştırmaları Başvuru Formunda belirtilen merkezlerde araştırmanın başlaması uygun bulunmuştur.

Araştırmanın adı	Hemiparetik Serebral Palsi’de Robotik Yürüme Eğitiminin Etkilerinin İncelenmesi
Koordinatör merkez	Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü
Koordinatör / Sorumlu araştırmacı	Uzm. Dr. Erkan SÜMER
Protokol tarihi / versiyon no	02.03.2016 V:01
Bilgilendirilmiş gönüllü olur formu tarihi / versiyon no	17.03.2016 V:01
Olgu rapor formu tarihi / versiyon no	31.03.2016 V:01

Bu kapsamda yukarıda ayrıntıları verilen çalışma ile ilgili olarak:

- Araştırmanın başlamaması, iptali veya sonlandırılması halinde tarafımıza bilgi verilmesi,
- Araştırma süresince ortaya çıkan advers olayların/etkilerin tarafımıza bildirilmesi,
- Araştırmanın Helsinki Bildirgesi’nin son metni, İyi Klinik Uygulamalar İlkeleri ve ilgili mevzuata uygun olarak yürütülmesi,
- Araştırmada kullanılan her türlü araştırma ürününün ve ürünlerin kullanılmasına mahsus her türlü malzeme ile muayene, tetkik, tahlil ve tedavilerin bedeli için gönüllüden herhangi bir ücret talep edilmemesi,
- Araştırmaya ait yıllık bildirim formunun düzenli olarak Kurumumuza gönderilmesi,

Söğütözü Mahallesi, 2176.Sokak No:5 06520 Çankaya/ANKARA
Tel: (0 312) 218 30 00- Fax : (0 312) 218 34 60 www.titck.gov.tr

Bilgi için: Elmas TÜRE
Unvan: Biyolog



Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu uyarınca elektronik olarak imzalanmıştır. Doküman <http://ebs.titck.gov.tr/Basvuru/Elmza/Kontrol> adresinden kontrol edilebilir. Güvenli elektronik imza aslı ile aynıdır. Dokümanın doğrulama kodu : S3k0M0Fyak1UM0FyM0FyZmxX

EK-1/2

- Sorumlu araştırmacı olarak yazımızın bir örneğinin koordinatör merkez ve ilgili etik kurula iletilmesi hususlarında;
Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Dr. Ali Sait SEPTİOĞLU
Kurum Başkanı a.
Kurum Başkan Yardımcısı

Söğütözü Mahallesi, 2176.Sokak No:5 06520 Çankaya/ANKARA
Tel: (0 312) 218 30 00- Fax : (0 312) 218 34 60 www.titck.gov.tr

Bilgi için: Elmas TÜRE
Unvan: Biyolog

Bu belge 5070 sayılı Elektronik İmza Kanunu uyarınca elektronik olarak imzalanmıştır. Doküman
<http://ebs.titck.gov.tr/Basvuru/Elmza/Kontrol> adresinden kontrol edilebilir. Güvenli elektronik imza aslı ile aynıdır.
Dokümanın doğrulama kodu : S3k0M0Fyak1UM0FyM0FyZmxX



Hacettepe University, Faculty of Health Sciences
MSc M.Y. Yazici
6. road 36. street no:33 BAHCELIEVLER
06610 ANKARA
Turkey

Date : 19-12-16
Conference : Annual Meeting of the European Academy of Childhood Disability 2017

Abstractnr. : 329
Title : Investigation of the effect of robotic walking training on the gait of ambulatory children with cerebral palsy: detailed pilot study

Dear MSc Yazici,

Thank you for submitting an abstract for the 29th annual meeting of the European Academy of Childhood Disability (EACD), Steps into the future, to be held May 17 - 20, 2017, in Amsterdam, The Netherlands.

On behalf of the scientific committee we are pleased to inform you that the above mentioned abstract has been accepted for POSTER PRESENTATION.

POSTER INFORMATION

The sizes of the poster boards are 147cm (height) x 97cm (width) – portrait format. Poster fixing material will be provided at the registration desk.

PROGRAM

The final program will be available on the 29th EACD conference website in March 2017. We will inform you by e-mail about the exact date, time and instructions for your presentation as soon as the conference program is final.

REGISTRATION

All presenting authors of accepted abstracts must register online for the conference before the deadline of the early registration fee March 1, 2017. Presenting authors not registered by this date will not be included in the final program and will not have their abstract(s) published in the conference abstract book. If you will not present your abstract yourself, but a co-author will do this instead, please inform us.

In case you are not registered yet, please visit the website: www.eacd2017.org/registration.

ACCOMMODATION

If you look for accommodation in Amsterdam you can book early at www.eacd2017.org/registration/accomodations.

CONFERENCE WEBSITE

For more information we would like to refer you to the conference website as this will be updated regularly www.eacd2017.org.

We look forward to meeting you in Amsterdam!

With kind regards,

EK-2/1

On behalf of the scientific committee of the 29th EACD conference

Annemieke Buizer and Annet Dallmeijer, co-chairs scientific committee
Jules Becher, President

Contact:

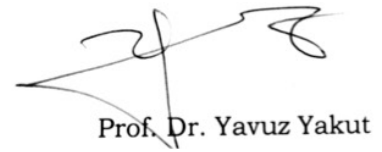
Ingrid van de Vegte, Christel Holwerda-Sluis and Romke Langezaal
VU University Medical Center Amsterdam
VUmc Academy
The Netherlands
Tel: +31 (0)20 4448444
Email: events@vumc.nl

16.02.2017

Sayın Meltem Yazıcı,

Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation dergisine göndermiş olduğunuz JETR051020117 numaralı “Robotik Yürüme Eğitiminin Hemiparetik Serebral Palsili Çocukların Yürüyüşleri Üzerine Etkilerinin İncelenmesi” başlıklı makaleniz ilgili alanda uzman hakemler tarafından çift kör değerlendirmeye tabi tutulmuştur. Hakem raporları sonucunda makalenizin **Journal of Exercise Therapy and Rehabilitation** yayımlanmak üzere KABUL edildiğini bildirmekten mutluluk duyarız.

Saygılarımızla,



Prof. Dr. Yavuz Yakut

EK-3/1

DEMOGRAFİK ÖZELLİKLER KAYIT FORMU

Ad- Soyad:	
Değerlendirme No-Tarih:	
Etkilenim tarafı:	
GMFCS:	
Boy:	
Vücut Ağırlığı:	
Doğum Tarihi:	
Yürüme yaşı:	
Ortez Kullanımı	

Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi (KMFSS)	
Seviye I:	Bağımsız yürür İleri kaba motor becerilerde daha fazla limitasyonu vardır.
Seviye II:	Cihazsız yürür, toplum içinde yürürken limitasyonları vardır.
Seviye III:	Cihazla yürür, toplum içinde yürürken limitasyonu vardır.
Seviye IV:	Limitasyonu var, toplum içinde taşınır veya tekerlekli sandalyeye bağımlıdır.
Seviye V:	Yardımcı teknoloji kullanılsa da mobilizasyon ciddi derecede sınırlıdır.



Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü (KMFO-88)		Tarih:			
Çocuk Adı:	0	1	2	3	
SUPİN (Sırtüstü)					
1- Simetrik postür (Başı ekstremitelerle simetrik döndürür)	☐	☐	☐	☐	
2- Ellerin orta hatta gelmesi	☐	☐	☐	☐	
3- Başı 45 ° kaldırma	☐	☐	☐	☐	
4- Sağ kalça ve diz fleksiyonu (Tam Açı)	☐	☐	☐	☐	
5- Sol kalça ve diz fleksiyonu (Tam Açı)	☐	☐	☐	☐	
6- Sağ kolu orta hatta çapraz uzatma, oyuncağa dokunmak için kolu uzatma	☐	☐	☐	☐	
7- Sol kolu orta hatta çapraz uzatma, oyuncağa dokunmak için kolu uzatma	☐	☐	☐	☐	
8- Sağ taraftan yüzükoyun pozisyona dönme	☐	☐	☐	☐	
9- Sol taraftan yüzükoyun pozisyona dönme	☐	☐	☐	☐	
PRON (Yüzüstü)					
10- Başı masadan kaldırma	☐	☐	☐	☐	
11- Ağırlık eller üzerinde, baş ve göğsü masadan kaldırma	☐	☐	☐	☐	
12- Sağ önkola ağırlık verme, alt kolu tam öne uzatma	☐	☐	☐	☐	
13- Sol önkola ağırlık verme, alt kolu tam öne uzatma	☐	☐	☐	☐	
14- Sağ taraftan sırtüstü pozisyona dönme	☐	☐	☐	☐	
15- Sol taraftan sırtüstü pozisyona dönme	☐	☐	☐	☐	
16- Sağ yana 90 dönme	☐	☐	☐	☐	
17- Sol yana 90 dönme	☐	☐	☐	☐	
OTURMA					
18- Supin pozisyonunda, değerlendirmeci tarafından eller tutulur ve baş kontroluyla oturmaya geçme	☐	☐	☐	☐	
19- Sağ yan yatış pozisyonundan oturmaya geçme,	☐	☐	☐	☐	
20- Sol yan yatış pozisyonundan oturmaya geçme,	☐	☐	☐	☐	
21- Matte otururken thoraks terapist tarafından destekli başı dik pozisyona getirme (3 sn)	☐	☐	☐	☐	
22- - Matte otururken toraks terapist tarafından destekli başı orta hatta tutma (10 sn)	☐	☐	☐	☐	
23- Kol destekli olarak yerde oturma (3sn)	☐	☐	☐	☐	
24- Kol desteksiz olarak yerde oturma (3sn)	☐	☐	☐	☐	
25- yerde otururken öne eğilip oyuncağa dokunup, kol desteksiz tekrar dikleşme	☐	☐	☐	☐	
26- Otururken sağ tarafından arkaya doğru 45° yerleştirilmiş bir oyuncağa dokunma	☐	☐	☐	☐	
27- Otururken sol tarafından arkaya doğru 45° yerleştirilmiş bir oyuncağa dokunma	☐	☐	☐	☐	
28- Sağ tarafa yan oturur, kollar serbest (5sn)	☐	☐	☐	☐	
29- Sol tarafa yan oturur, kollar serbest (5sn)	☐	☐	☐	☐	
30- Yerde oturma pozisyonundan yüzükoyun pozisyona dönme	☐	☐	☐	☐	
31- Yerde oturma pozisyonundan sağ taraftan emekleme pozisyonuna geçme	☐	☐	☐	☐	
32- Yerde oturma pozisyonundan sol taraftan emekleme pozisyonuna geçme	☐	☐	☐	☐	
33- Otururken kol desteği olmadan eksen etrafında 90° dönme	☐	☐	☐	☐	
34- Sandalye ya da taburede oturma (10sn)	☐	☐	☐	☐	
35- Kendi kendine alçak bir tabureye oturma	☐	☐	☐	☐	
36- Kendi kendine küçük bir sandalyeye oturma	☐	☐	☐	☐	
37- Kendi kendine yüksek bir tabureye ayaklar sarkacak şekilde oturma	☐	☐	☐	☐	
EMEKLEME ve DİZ ÜSTÜ (4 nokta)					
38- Karın üzerinde sürünme (>182.88cm (>6 foot))	☐	☐	☐	☐	
39- Emekleme pozisyonunu koruyabilme (10sn)	☐	☐	☐	☐	
40- emekleme pozisyonundan oturmaya geçebilme	☐	☐	☐	☐	
41- Emekleme pozisyonunu alabilme	☐	☐	☐	☐	

42- Emekleme pozisyonunda sağ kolu uzatabilme	☐	☐	☐	☐
43- Emekleme pozisyonunda sağ kolu uzatabilme	☐	☐	☐	☐
44- Emekleme ya da zıplamak (>182.88 cm (>6 foot))	☐	☐	☐	☐
45- Öne doğru resiprokal emeklemek (>182.88 cm (>6 foot))	☐	☐	☐	☐
46- Merdivenleri emekleyerek çıkma (4 basamak)	☐	☐	☐	☐
47- Geri geri merdivenleri emekleyerek inme (4 adım)	☐	☐	☐	☐
48- Dizüstüne gelme, kalça ekstansiyonda	☐	☐	☐	☐
49- Yarım dizüstü, sağ ayak önde (10sn)	☐	☐	☐	☐
50- Yarım dizüstü, sol ayak önde (10 sn)	☐	☐	☐	☐
51- Dizüstü yürüme (10 adım)	☐	☐	☐	☐
AYAKTA DURMA				
52- Mobilyadan tutarak ayağa kalkma	☐	☐	☐	☐
53- Yalnız başına anlık ayakta durma (3sn)	☐	☐	☐	☐
54- Bir yerden tutarak ayakta dururken, sağ ayağı kaldırma (3 sn)	☐	☐	☐	☐
55- Bir yerden tutarak ayakta dururken, sol ayağı kaldırma (3 sn)	☐	☐	☐	☐
56- Bağımsız olarak ayakta durma (20sn)	☐	☐	☐	☐
57- Bağımsız olarak sağ bacak üzerinde ayakta durma (10sn)	☐	☐	☐	☐
58- Bağımsız olarak sol bacak üzerinde ayakta durma (10sn)	☐	☐	☐	☐
59- Küçük bir tabureden ayağa kalkma	☐	☐	☐	☐
60- Sağ bacak önde yarım dizüstü pozisyonundan kolları kullanmadan ayağa kalkma	☐	☐	☐	☐
61- Sol bacak önde yarım dizüstü pozisyonundan kolları kullanmadan ayağa kalkma	☐	☐	☐	☐
62- Zemine doğru çömelme, kollar serbest	☐	☐	☐	☐
63- Çömelmiş pozisyonda oynama	☐	☐	☐	☐
64- Yerden bir obje alarak kalkma	☐	☐	☐	☐
YÜRÜME				
65- 2 elini bardan tutarak sağa 5 adım yürüme	☐	☐	☐	☐
66- 2 elini bardan tutarak sola 5 adım yürüme	☐	☐	☐	☐
67- 2 eli bir kişi tarafından tutularak yürüme (10 adım)	☐	☐	☐	☐
68- Bir eli tutarak yürüme (10 adım)	☐	☐	☐	☐
69- Yalnız başına yürüme (10 adım)	☐	☐	☐	☐
70- Yürürken durur, 180 ☐ geri döner	☐	☐	☐	☐
71- Arkaya doğru geri geri yürüme (10 adım)	☐	☐	☐	☐
72- Büyük bir objeyi iki elle taşıyarak yürüme	☐	☐	☐	☐
73- Paralel çizgiler arasında yürüme (20.32cm (8 inch) mesafeli) (10 adım)	☐	☐	☐	☐
74- Düz bir çizgide yürümek (10 adım)	☐	☐	☐	☐
75- Sağ diz düz, sol ayakla öne adım alma	☐	☐	☐	☐
76- Sol diz düz, sağ ayakla öne adım alma	☐	☐	☐	☐
77- Koşma (4.5 m), durup geri dönme	☐	☐	☐	☐
78- Sağ ayağı ile topa vurma	☐	☐	☐	☐
79- Sol ayağı ile topa vurma	☐	☐	☐	☐
80- Her iki ayakla yukarı sıçrama (30.48 cm (12 inch))	☐	☐	☐	☐
81- Her iki ayakla öne sıçrama (>30.48 cm (>12 inch))	☐	☐	☐	☐
82- Sağ ayağı üzerinde bağımsız olarak sıçramak (10 kez) (60cm)	☐	☐	☐	☐
83- Sol ayağı üzerinde bağımsız olarak sıçramak (10 kez) (60cm)	☐	☐	☐	☐
MERDİVEN ÇIKMA				
84- Barı tutarak 4 basamak merdiven çıkma, alternate olarak	☐	☐	☐	☐
85- Barı tutarak 4 basamak merdiven inme, alternate olarak	☐	☐	☐	☐
86- Kollar serbest, tutmadan merdiven çıkma (4 adım), alternate olarak	☐	☐	☐	☐
87- Kollar serbest, tutmadan merdiven inme (4 adım), alternate olarak	☐	☐	☐	☐
88- 15.24 cm (6 inch) bir basamağa her iki ayakla sıçrama	☐	☐	☐	☐

Destekler

Rollator/Pusher
Walker
H çerçevesli koltuk değneği
Koltuk değneği
Quadripod
Baston

Ortezler

Kalça kontrolü
Diz kontrolü
Ayak bileği/ ayak kontrol
Ayak kontrolü
Ayakkabı
Diğer
Hiçbirşey Hiçbirşey

Puanlama:

0= Başlatamaz
1= Bağımsız olarak başlatır
2= Kısmen tamamlar
3= Bağımsız olarak tamamlar

PUANLAMA**Hedef Alan**

- A- Yatma- yuvarlanma bölümü (1-17).....Skor / 51 X 100=%
 - B- Oturma bölümü (18- 37).....Skor/ 60 x 100=%
 - C- Emekleme – diz üstü durma (38- 51).....Skor/ 42x 100=%
 - D- Ayakta durma (52- 64).....Skor/ 39x 100=%
 - E- Yürüme – koşma- zıplama (65- 88).....Skor / 72 x 100=.....%
- Toplam bir skor hesaplanabildiği gibi, her bir bölümün kendi içinde hesaplanmasında mümkündür.

$$\text{TOPLAM SKOR} = \frac{\%A + \%B + \%C + \%D + \%E}{5}$$

Hedef alan toplam skorları: $\frac{\text{hedef alanların \% puan toplamı}}{\text{Hedef alan sayısı}}$

Pediatric Berg Denge Skalası	Skor (0-4)
1. Oturur durumdayken ayağa kalkmak	
2. Ayaktayken oturma pozisyonuna geçme	
3. Yer değiştirmek /Transferler	
4. Desteksiz ayakta durma	
5. Desteksiz oturma	
6. Gözler kapalı olarak ayakta durma	
7. Ayaklar bitişik olarak ayakta durma	
8. Bir ayak önde ayakta durma	
9. Tek ayak üstünde ayakta durma	
10. 360 derece dönme	
11. Geriye bakmak için dönme	
12. Yerden nesne alma	
13. Ayakları dönüşümlü olarak basamağa koymak	
14. Ayaktayken uzatılmış kolla öne uzanma	

Pediyatrik Berg Denge Skalası Puanlandırması	
1. Oturma Pozisyonundayken Ayağa Kalkmak Yönerge: Ellerinizden destek almadan ayağa kalkın. 4. Ellerini kullanmadan ayağa kalkabilir ve kendi kendine denge sağlayabilir. 3. Ellerini kulla narak ayağa kalkabilir. 2. Birkaç denemeden sonra ellerini kullanarak ayağa kalkabilir. 1. Ayağa kalkmak ve denge kurmak için çok az yardıma ihtiyacı vardır. 0. Ayağa kalkmak için orta düzeyde ya da çok yardıma ihtiyacı vardır.	2. Ayaktayken Oturma Pozisyonuna Geçmek Yönerge: Ellerinizi kullanmadan oturun. 4. Ellerinden minimal düzeyde yardım alarak emniyetli bir şekilde oturabilir. 3. Ellerinden yardım alarak kontrollü bir şekilde oturur. 2. Bacaklarıyla sandalyeden destek alarak kontrollü bir şekilde oturur. 1. Kendi başına oturabilir ama kontrollü değildir. 0. Oturmak için yardıma ihtiyacı vardır.
3. Transfer Yönerge: Sandalyeleri transfer yapılacak şekilde göre yerleştirin. Hastaya bir kolluklu bir de kolluksuz koltuğa doğru yer değıştirmesini söyleyin. İki sandalye (biri kolluklu diğeri kolluksuz) ya da bir yatak ve bir koltuk kullanabilirsiniz. 4. Ellerini çok az kullanarak emniyetli bir şekilde transfer olabiliyor. 3. Emniyetli bir şekilde transfer olabiliyor, ellerini kesinlikle kullanıyor 2. Sözlü kılavuzlukla ve gözetimle veya gözetimsiz transfer olabiliyor 1. Yardım edecek bir kişiye gereksinimi var 0. Güvende olabilmesi için yardım edecek veya gözeticek iki kişiye gereksinimi var	4. Desteksiz Ayakta Durmak Yönerge: Lütfen hiçbir yere tutunmadan iki dakika ayakta durun. 4. 30 sn emniyetli bir şekilde ayakta durabilir. 3. Gözetim altında 30 sn ayakta durabilir. 2. Desteksiz 15 sn ayakta durabilir. 1. Desteksiz 10 sn ayakta durabilmek için birkaç denemeye ihtiyacı var 0. Yardım almadan 10 sn ayakta duramaz.
5. Ayaklar Yerde Ya Da Bir Tabure Üstüdeyken Arkaya Yaslanmadan Oturmak Yönerge: Lütfen kollarınızı kavuşturarak iki dakika oturun. 4. Emniyetli bir şekilde 30 sn oturabilir. 3. Gözetim altında 30 sn oturabilir veya oturma pozisyonunu koruyabilmek için üst ekstremitelerin belirgin yardımına ihtiyaç duyar. 2. 15 saniye oturabilir. 1. 10 saniye oturabilir 0. Desteksiz 10 saniye oturamaz.	6. Gözler Kapalıyken Desteksiz Ayakta Durmak Yönerge: Lütfen gözlerinizi kapayın ve ayakta 10 saniye hareketsiz durun. 4. 10 saniye emniyetli bir şekilde ayakta durabilir. 3. Gözetim altında 10 saniye ayakta durabilir. 2. 3 saniye ayakta durabilir. 1. Gözlerini 3 saniyeden fazla kapalı tutamaz ama ayakta sabit durabilir. 0. Düşmemek için yardıma ihtiyacı vardır.
7. Ayaklar Bitişikken Desteksiz Ayakta Durmak Yönerge: Ayaklarınızı birleştirin ve tutunmadan ayakta durun. 4. Kendi başına ayaklarını birleştirip 30 sn emniyetli bir şekilde ayakta durabilir. 3. Kendi başına ayaklarını birleştirip 30 sn gözetim altında ayakta durabilir 2. Kendi başına ayaklarını birleştirebilir ancak 30 saniye ayakta duramaz. 1. Pozisyona yardım ile gelebilir ve/veya 30 saniye durabilir. 0. Yardım ile istenilen pozisyona gelebilir, ama bu pozisyonda 30 saniye duramaz	8. Bir Ayak Önde Olarak Desteksiz Ayakta Durmak Yönerge: Hastaya gösterin: Bir ayağınızı diğ erinin tam önüne koyun. Bunu yapamıyorsanız, ayağınızı, topuk kısmı öteki ayağınızın başparmağı hizasına gelecek şekilde bir adım atın. (3 puan vermek için adımın mesafesi diğ er ayağın uzunluğunu geçmeli ve duruşun genişliği den eğin normal yürüyüş adımındaki genişliğ e yakın olmalı.) 4. Normal yürüyüş adımını bağımsız olarak atabiliyor ve 30 saniye tutabiliyor. 3. Ayağını diğ erinin önüne bağımsız olarak koyabiliyor ve 30 saniye tutabiliyor. 2. Bağımsız olarak küçük adım atabiliyor ve 30 saniye tutabiliyor. 1. Adım atmak için yardıma ihtiyacı var ama 15 saniye durabiliyor 0. Adım atarken veya ayakta dururken dengesini kaybeder.

9. Tek Ayak Üstünde Ayakta Durmak Yönerge: Tek ayak üzerinde tutunmadan durabildiğiniz kadar durun. 4. Bacağını bağımsız olarak kaldırıp > 10 saniye tutabiliyor 3. Bacağını bağımsız olarak kaldırıp 5-10 saniye tutabiliyor 2. Bacağını bağımsız olarak kaldırıp 3-4 saniye tutabiliyor. 1. Bacağını kaldırmağa çalışıyor, 3 saniye tutamıyor ama bağımsız olarak ayakta durabiliyor. 0. Deneyemiyor ve düşmemek için yardıma gereksinimi var.	10. 360 Derece Dönmek Yönerge: Tam daire çizerek şekilde kendi etrafınızda dönün. Durun. Sonra ters yönde tam daire çizin. 4. 4 saniye ya da daha kısa sürede emniyetli bir şekilde 360 derece dönebilir. 3. 4 saniye ya da daha kısa sürede sadece bir tarafa doğru emniyetli bir şekilde 360 derece dönebilir. 2. Emniyetli bir şekilde fakat yavaş bir şekilde 360 derece dönebilir. 1. Yakın gözetime ya da sözlü uyarıya ihtiyacı vardır. 0. Dönerken yardıma ihtiyacı vardır.
11. Ayaktayken Sağ ya da Sol Omuz Üzerinden Dönerek Geriye Bakmak Yönerge: Sol omzunuzun üzerinden dönerek arkanıza bakın. Aynısını sağ tarafınızda tekrar edin. Gözetmen denegin daha iyi bir dönüş hareketi gerçekleştirmesini sağlamak için denegin arkasında yer alan bir nesneyi bakış noktası olarak belirleyebilir. 4. Her iki vücut yanından da arkaya bakabiliyor ve ağırlık aktarımı iyi. 3. Sadece bir yanından arkaya bakabiliyor, diğer yandan olan bakışta denge aktarımı çok iyi değil 2. Yanlara dönebiliyor ama dengesini koruyor 1. Dönerken gözetime gereksinimi var 0. Dengesini kaybetmemek veya düşmemek için yardıma gereksinimi var.	12. Ayaktayken Yerden Nesne Almak Yönerge: Ayağınızın hemen önünde bulunan ayakkabıyı/terliği alın. 4. Terliği rahatça alabilir. 3. Terliği alabilir ama gözetim eşliğinde. 2. Terliği alamaz ama terliğe 2-5 cm kadar yaklaşabilir ve kendi kendine denge sağlayabilir. 1. Terliği alamaz, almaya çalışırken de gözetime ihtiyacı vardır. 0. Terliği almayı denemez/düşmemek ya da dengesini kaybetmemek için yardıma ihtiyacı vardır.
13. Desteksiz Ayakta Dururken Alternatif Olarak Ayağı Basamak veya Tabureye Yerleştirmek Yönerge: İki ayağı da sırasıyla basamağın üstüne koyun. Her iki ayak da basamağa 4 kere değene kadar harekete devam edin. 4. Kendi başına emniyetli bir şekilde ayakta durabilir ve 20 saniyede 8 adımı tamamlayabilir. 3. Kendi başına ayakta durabilir ve 8 adımı 20 saniyeden daha uzun bir sürede tamamlayabilir. 2. Gözetim altında yardım almadan 4 adım tamamlayabilir. 1. Az yardımla 2 adım tamamlayabilir. 0. Düşmemek için yardıma ihtiyacı vardır/çaba gösteremez.	14. Ayaktayken Kollar Gergin Öne Doğru Uzanmak Yönerge: Kollarınızı 90 derece kaldırın. Parmaklarınızı uzatın ve öne doğru uzanabildiğiniz kadar uzanın. (Gözetmen eller 90 derecedeyken hastanın parmak uçları hizasında bir cetvel tutar. Öne uzanırken hastanın parmakları cetvele değmemelidir. Hastanın en ileri uzanabildiği noktada parmak uçlarının katettiği mesafe kaydedilmelidir. Gövdenin dönmesini önlemek için, hastaya mümkünse iki kolunu da uzatmasını söyleyin.) 4. Rahatça öne uzanabilir >25 cm. 3. Rahatça öne uzanabilir >12.5 cm. 2. Rahatça öne uzanabilir >5 cm. 1. Öne uzanabilir ama gözleme ihtiyacı vardır. 0. Öne uzanmaya çalışırken dengesini kaybeder/dışarıdan destek gerekir.

Toplam Puan (Maksimum = 56)

EK-3/6

SÜRELİ 10 METRE YÜRÜME TEST FORMU

İsim: _____

Kullanılan yardımcı cihaz ve/veya brace: _____

Değerlendirme no-tarih: ____ / ____

10 m. Ambulasyon saniyesi (yalnızca ortadaki 6m 'nin süresi)

Kendi-Seçtiği Hız: Deneme 1 ____ sn

Yüksek Hız: Deneme 1 ____ sn

Kendi-Seçtiği Hız: Deneme 2 ____ sn

Yüksek Hız: Deneme 2 ____ sn

Kendi-Seçtiği Hız: Deneme 3 ____ sn

Yüksek Hız: Deneme 3 ____ sn

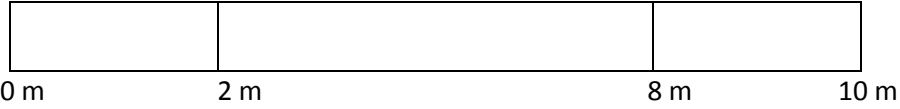
Kendi-Seçtiği Hız: Ortalama süre ____ sn

Yüksek Hız: Ortalama süre ____ sn

Gerçek Hız: ortalama saniyelerin 6 ya bölünmesiyle

Ortalama Kendi- Seçtiği Hız: ____ m/sn

Ortalama Yüksek-Hız: ____ m/sn



Yürümeye başla

süreyi başlat

süreyi durdur

yürüyüşü durdur

6 DAKİKA YÜRÜME TESTİ

6 dk içinde alınan mesafe : m. dir.

Fonksiyonel Değerlendirme Anketi Yürüme Skalası (FAQ-WL)

Adı-soyadı:

Tarih:

Lütfen aşağıdaki aktiviteleri yapmanın hasta için ne kadar kolay olduğunu derecelendiriniz.

	Kolay	Biraz zor	Çok zor	Yapamaz	Aktivite için çok küçük
1. Bir madde taşıyarak yürüme	☐	☐	☐	☐	☐
2. Kırılacak bir eşya ya da bir bardak sıvı taşıyarak yürüme	☐	☐	☐	☐	☐
3. Parmaklıkları kullanarak merdiven inip çıkma	☐	☐	☐	☐	☐
4. Parmaklıkları kullanmadan merdiven inip çıkma	☐	☐	☐	☐	☐
5. Kaldırırma bağımsız olarak çıkıp inme	☐	☐	☐	☐	☐
6. Koşma	☐	☐	☐	☐	☐
7. Köşeye doğru iyi kontrolle koşma	☐	☐	☐	☐	☐
8. Arkaya doğru adım alma	☐	☐	☐	☐	☐
9. Dar alanlarda manevra yapabilme	☐	☐	☐	☐	☐
10. Kendi başına bir otobüse inme ve binme	☐	☐	☐	☐	☐
11. İp atlama	☐	☐	☐	☐	☐
12. Tek basamağa bağımsız sıçrama	☐	☐	☐	☐	☐
13. Sağ ayağı üzerinde sıçrama (bir yere ya da kişiye tutunmadan)	☐	☐	☐	☐	☐
14. Sol ayağı üzerinde sıçrama (bir yere ya da kişiye tutunmadan)	☐	☐	☐	☐	☐
15. Bir objenin üzerinden geçmek, sağ ayak önce	☐	☐	☐	☐	☐
16. Bir objenin üzerinden geçmek, sol ayak önce	☐	☐	☐	☐	☐
17. Sağ ayağı ile topa vurma	☐	☐	☐	☐	☐
18. Sol ayağı ile topa vurma	☐	☐	☐	☐	☐
19. 2 tekerlekli bisiklet kullanma (eğitici tekerler olmadan)	☐	☐	☐	☐	☐
20. 3 tekerlekli bisiklet kullanma (ya da eğitici tekerleri olan 2 tekerlekli bisiklet kullanma)	☐	☐	☐	☐	☐
21. Buz pateni ya da tekerlekli paten (başka bir kimseye tutunmadan)	☐	☐	☐	☐	☐
22. Yürüyen merdivene binme ve inme, bağımsız olarak	☐	☐	☐	☐	☐

ÖZGEÇMİŞ

Uzm. Fzt. Meltem YAZICI, 26.11.1975 tarihinde Samsun/Bafra'da doğdu. İlk ve orta eğitimini Samsun'da tamamladı. Yüksek öğrenimini Hacettepe Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Yüksekokulunda tamamlayarak 1998 yılında Fizyoterapist olarak mezun oldu. 1998 yılından itibaren fiziksel gelişim bozukluğu olan çocuklarla çalışmaya başladı. 2010-2012 yılları arasında Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümünde yüksek lisansını tamamladı ve halen aynı bölümde doktora programına devam etmektedir. Aynı zamanda Bilge Özel Eğitim Merkezi/Ankara'da Fizyoterapi Koordinatörü/Fizyoterapist olarak, Çocuk Fizyoterapistleri Derneğinde yönetim kurulu üyesi olarak çalışmaktadır. Nörolojik pediatrik rehabilitasyon alanında çalışma/eğitimlerine devam etmekte ve bir çok uluslararası düzeyde eğitime ve gönüllü projelere katılmaktadır. 2008-2009 yıllarında Bobath Terapisi, 2012-2013 yıllarında NDT- Early Intervantion Treatment ve Advance Baby Course ve 2016 yılında Üç Boyutlu Skolyoz Terapisi eğitimlerini tamamladı. Özel ilgi alanı olarak erken dönem çocuk rehabilitasyonu, asimetrik yüklenme ve çocuklarda omurga düzgünlüğü terapisiyle ilgili çalışmaktadır.

