



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

**DOKTORA
TEZİ**

**SPASTİK SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA
FONKSİYONEL AYAK-AYAK BİLEĞİ
KUVVETLENDİRME EĞİTİMİNİN YÜRÜYÜŞ VE
DENGİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

MELEK VOLKAN YAZICI

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

HAZİRAN 2019



**SPASTİK SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA FONKSİYONEL AYAK-
AYAK BİLEĞİ KUVVETLENDİRME EĞİTİMİNİN YÜRÜYÜŞ VE DENGİ
ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Melek VOLKAN YAZICI

**DOKTORA TEZİ
FİZİYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAZİRAN 2019

Melek VOLKAN YAZICI tarafından hazırlanan "SPASTİK SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA FONKSİYONEL AYAK-AYAK BİLEĞİ KUVVETLENDİRME EĞİTİMİNİN YÜRÜYÜŞ VE DENGİ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ / ~~OY ÇOKLUĞU~~ ile Gazi Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalında DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Bülent ELBASAN

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.



Başkan : Prof. Dr. Öznur TUNCA YILMAZ

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Hacettepe Üniversitesi

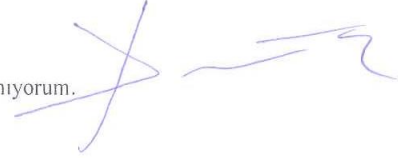
Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.



Üye : Doç. Dr. Deran OSKAY

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.



Üye : Doç. Dr. Arzu GÜÇLÜ GÜNDÜZ

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Gazi Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.



Üye : Dr. Fzt. Melahat SAYAN

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Yüksek İhtisas Üniversitesi

Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Doktora Tezi olduğunu onaylıyorum/onaylamıyorum.



Tez Savunma Tarihi: 12/06/2019

Jüri üyeleri tarafından DOKTORA tezi olarak uygun görülmüş olan bu tez Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Mustafa ASLAN
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

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

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

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



Melek VOLKAN YAZICI

12/06/2019

SPASTİK SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA FONKSİYONEL AYAK-AYAK
BİLEĞİ KUVVETLENDİRME EĞİTİMİNİN YÜRÜYÜŞ VE DENGE ÜZERİNE
ETKİSİNİN İNCELENMESİ

(Doktora Tezi)

Melek VOLKAN YAZICI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Haziran 2019

ÖZET

Serebral Palsi’li (SP) olguların neredeyse tümünde ayak bileği çevresi kaslar etkilenir, fonksiyon ve mobilite problemlerine yol açar. Yürüyüş sırasında SP’li olgularda sağlıklı yaşlılarına kıyasla tibialis anterior kaslarında aktivasyonun yetersiz olduğu, gastroknemius kası ile hamstring kaslarında ve tibialis anterior kasında ko-aktivasyonlar olduğu ortaya konmuştur. Bu kaslardaki zayıflıkların fonksiyonel becerilerde ve dengede problemlere yol açtığı bilinmektedir ancak hangi kas grubunun kuvvetlendirilmesinin daha fazla etkili olacağı hala belirsizliğini korumaktadır. Bu çalışmanın amacı, spastik SP’li çocuklarda Dorsifleksör (DF) ve Plantarfleksör (PF) kaslara uygulanan fonksiyonel kuvvetlendirme egzersizlerinin denge ve yürüyüş üzerine etkilerinin incelenmesidir. Spastik SP’li 27 olgu randomize olarak DF, PF veya DF+PF kaslarının ayrı ayrı fonksiyonel kuvvetlendirildiği 3 gruba ayrıldı. Kas tonusu, Fonksiyonel mobilite, denge, yürüyüş, enerji tüketimi ve kassal aktivasyon değerlendirildi. Fonksiyonel kuvvetlendirme egzersizleri 6 hafta boyunca haftada 4 kez uygulandı. Sonuçlara göre; Spastik SP hastalarında tüm gruplarda PF kasların tonusunun azaldığı ve yürüyüş mesafesi ve hızında gelişme olduğu bulundu. Hiç bir grupta kassal aktivasyonda anlamlı bir farklılık gözlenmedi. DF kasların kuvvetlendirilmesinin; ayak bileği eklem hareket açıklığında artışa yol açtığı, yürüyüş sırasındaki enerji tüketiminin azalttığı ve fonksiyonel mobilitede gelişmeye neden olduğu bulundu. PF kaslarının kuvvetlendirilmesinin ise hamstring kas grubunun tonusunda azalmaya, denge ve fonksiyonel mobilitede gelişmelere yol açtığı bulundu. DF+PF kasları kuvvetlendirmenin sonucunda ise enerji tüketiminin azaldığı ve dengenin geliştiği gözlemlendi. Sonuç olarak, plantar fleksör kasların tonusunun azaltılması ve yürüyüş verimliliğinin artırılmasının amaçlandığı durumlarda DF kasların fonksiyonel olarak kuvvetlendirildiği egzersizlerin, Hamstring kas tonusunun azaltılmasının hedeflendiği ve dengenin geliştirilmesinin amaçlandığı durumlarda ise PF kasların fonksiyonel olarak kuvvetlendirildiği egzersizlerin tercih edilmesinin rehabilitasyonun başarısını etkileyeceği sonucuna varıldı.

Bilim Kodu : 1024
Anahtar Kelimeler : Serebral Palsi, Fonksiyonel Kuvvetlendirme, Ayak-Ayak bileği
Sayfa Adedi : 118
Danışman : Doç. Dr. Bülent ELBASAN

INVESTIGATION OF THE EFFECTS OF FUNCTIONAL FOOT-ANKLE
STRENGTHENING ON GAIT AND BALANCE IN CHILDREN WITH SPASTIC
CEREBRAL PALSY
(Ph. D. Thesis)

Melek VOLKAN YAZICI

GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF HEALTH SCIENCES
June 2019

ABSTRACT

In most cases of cerebral palsy (CP), the ankle muscles are affected, causing problems in function and mobility. In children with CP, when compared to their healthy peers, it is known that activation of the tibialis anterior muscles are inadequate during gait and that there are co-activations of the gastrocnemius muscle, hamstring muscles and tibialis anterior muscles. Weaknesses in these muscles are known to cause problems in functional skills and balance. However, strengthening which muscle group leads to better effects is still unclear. The aim of this study was to investigate the effects of functional strengthening exercises of the dorsiflexor (DF) and plantarflexor (PF) muscles on gait and balance in children with spastic CP. Twenty-seven patients with spastic CP were randomly assigned to one of the groups of functional strengthening exercises applied to the DF, PF or DF + PF muscles. Muscle tone, functional mobility, balance, gait, energy expenditure and muscle activation were evaluated. Functional strengthening exercises were performed 4 times a week for 6 weeks. According to the results; it was found that the spasticity of PF muscles decreased and there was an improvement in walking distance and speed in all groups. No significant difference in muscle activation was observed in any group. Strengthening of DF muscles led to; an increase in ankle joint range of motion, decrease in energy expenditure during gait and improved functional mobility. It was found that strengthening of PF muscles resulted in a decrease in spasticity of hamstring muscles and caused improvements in balance and functional mobility. As a result of strengthening DF+PF muscles, it was observed that energy expenditure had decreased and balance had improved. As a result, it is recommended that the strengthening of DF muscles via functional exercises should be preferred in situations where it is aimed to reduce the tone of plantar flexor muscles and increase walking efficiency, and functional PF strengthening exercises should be preferred in cases where it is aimed to reduce the tone of Hamstring muscles and to improve balance.

Science Code : 1024
Key Words : Cerebral Palsy, Functional Strengthening, Foot-Ankle
Page Number : 118
Supervisor : Assoc Prof. Dr. Bülent ELBASAN

TEŞEKKÜR

Çalışma süresince benimle bilgi ve deneyimlerini paylaşan, yer ve zaman gibi kavramlara bağlı kalmadan yardımını ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, öğrencisi olmaktan büyük mutluluk duyduğum sevgili danışmanım ve değerli hocam Doç. Dr. Bülent Elbasan’a,

Değerlendirmelerim sırasında hep yanımda olan, hafta sonu, tatil dinlemeyen Gamze ÇOBANOĞLU’na,

Tez süresince desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen, Ömer Faruk MANZAK, Esat KÜPELİ, Buse KÜPELİ, Rasime MANZAK ve Fatmagül VAROL’a olmak üzere tüm arkadaşlarıma,

Tez hastalarını sağlama konusunda yardımlarını esirgemeyen Sevda YALÇIN, Merve ÇOLAK, Özge EROL, Salih BABAOĞLU, Benan ÇETİN, Nilşah GEBELOĞLU, Evrim Işıl ÖZAYDINLI, Ayşe METE ve Merve MORAN’a,

Bana her zaman destek olan iş arkadaşlarım Ece UYSAL ALTUNBİLEK, İdil Esin YAVUZ, Mehmet DÖNMEZ ve Çağatay SEZİK’e

Burada isimleri geçmese de bu tezin yapılabilmesini sağlayan tüm katılımcılara ve ailelerine,

Hayatım boyunca beni destekleyen, bugünlere gelmemi sağlayan sevgili annem Selda VOLKAN ve babam Mehmet VOLKAN’a,

Kıymetli kardeşim Mustafa VOLKAN ve eşi Dilara FERİT’e ve

Sevgisinin ve desteğinin bir gün bile eksikliğini hissettirmeyen değerli eşim Gökhan YAZICI’ya çok teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	vi
ABSTRACT.....	vii
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	xv
RESİMLERİN LİSTESİ	xvi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xvii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	5
2.1. Serebral Palsinin Tanımı.....	5
2.1. Serebral Palsinin Epidemiyolojisi.....	5
2.3. Serebral Palsinin Etyolojisi ve Risk Faktörleri	5
2.4. Serebral Palsinin Sınıflandırılması.....	7
2.4.1. Spastik serebral palsy	8
2.4.2. Ataksik tip serebral palsy	10
2.4.3. Diskinetik tip serebral palsy	11
2.5. Spastik Serebral Palsy’de Görülen Motor Problemler	12
2.5.1. Spastisite.....	12
2.5.2. Kas zayıflığı.....	13
2.5.3. Kontraktürler ve deformiteler.....	16
2.5.4. Ayak-ayak bileği problemleri	17
2.6. Spastik Serebral Palsy’de Görülen Yürüyüş Bozuklukları	19
2.6.1. Unilateral spastik Serebral palsy’de görülen yürüyüş bozuklukları.....	20

	Sayfa
2.6.2. Bilateral spastik Serebral palsi’de görülen yürüyüş bozuklukları	22
2.7.Serebral Palsi’de Görülen Denge ve Postüral Kontrol Problemleri	23
2.8. Serebral Palsili Olgularda Enerji Tüketimi	25
2.9. Spastik Serebral Palsiye Eşlik Eden Problemler	25
2.9.1. Entelektüel bozukluklar	25
2.9.2. Epilepsi	26
2.9.3. Duyusal bozukluklar	26
2.9.4. Konuşma bozuklukları	26
2.9.5. Görme bozuklukları	27
2.9.6. Oral-motor problemler	27
2.9.7. Ağrı problemleri	27
2.10. Serebral Palsi’de Kullanılan Cerrahi Yaklaşımlar	27
2.11. Serebral Palsi’de Değerlendirme	28
2.11.1. Motor fonksiyonların değerlendirilmesi	28
2.11.2. Selektif motor kontrol değerlendirmesi	29
2.11.3. Dengenin değerlendirilmesi	29
2.11.4.Kas tonusunun değerlendirilmesi	30
2.11.5.Yürüyüşün değerlendirilmesi	32
2.11.6. Kassal aktivasyonun değerlendirilmesi	35
2.12. Serebral Palsi’de Tanı	40
2.13. Serebral Palsi’de Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	40
2.13.1. Nörogelişimsel tedavi yaklaşımı	41
2.14. Serebral Palsi’li Olgularda Kuvvetlendirme Eğitimi	41
3. GEREÇ VE YÖNTEM	43
3.1. Araştırma Grupları	43
3.1.1. Çalışmaya dahil edilme kriterleri	43

	Sayfa
3.1.2. Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri	43
3.1.3. Araştırmadan çıkarılma kriterleri	43
3.2. Çalışma Planı.....	44
3.3. Değerlendirme Yöntemleri.....	45
3.3.1. Kas tonusunun değerlendirmesi	46
3.3.2. Selektif motor kontrol değerlendirmesi.....	47
3.3.3. Denge değerlendirmesi.....	47
3.3.4. Yürüyüş değerlendirmesi.....	48
3.3.5. Enerji tüketiminin değerlendirmesi	49
3.3.6. Kassal aktivasyon değerlendirmesi	51
3.4. İstatistiksel Analiz.....	57
4. BULGULAR	59
4.1. Olguların Demografik Özellikleri.....	59
4.2. Kas tonusu.....	61
4.3. Selektif Motor Kontrol.....	63
4.4. Denge	64
4.5. Yürüyüş	65
4.6. Zamanlı Kalk ve Yürü Testi	67
4.7. Enerji Tüketimi	68
4.8. Kassal Aktivasyon	70
5. TARTIŞMA	73
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	83
6.1.Sonuçlar	83
6.1.1. Dorsi Fleksiyon Kasları Kuvvetlendirilen Grubun Sonuçları	83
6.1.2. Plantar Fleksiyon Kasları Kuvvetlendirilen Grubun Sonuçları	84

	Sayfa
6.1.3. Dorsi Fleksiyon ve Plantar Fleksiyon Kasları Kuvvetlendirilen Grubun Sonuçları	84
6.2.Öneriler	85
KAYNAKLAR	89
EKLER.....	107
Ek-1. Etik Kurul Onayı.....	108
Ek-2. Çocuklar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	110
Ek-3. Ebeveyn Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu	111
Ek-4. Değerlendirme Formu	113
ÖZGEÇMİŞ.....	117

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 2.1. Negatif semptomlar ve pozitif semptomlar.....	12
Çizelge 2.2. Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi	28
Çizelge 3.1. Selektif Motor Kontrol Testi	47
Çizelge 3.2. Tibialis Anterior kası için uygulanan sensör konumları.....	52
Çizelge 3.3. Gastroknemius medialis kası için uygulanan sensör konumları.....	53
Çizelge 3.4. Gastroknemius lateralis kası için uygulanan sensör konumları.....	54
Çizelge 3.5. Kuadriseps femoris (vastus medialis) kası için uygulanan sensör	55
Çizelge 3.6. Semitendinosus kası için uygulanan sensör konumları	56
Çizelge 3.7. Fonksiyonel kas aktivasyonu için statik çömelme testi.....	57
Çizelge 4.1. Çalışmaya katılan çocukların demografik özellikleri	59
Çizelge 4.2. Çalışmaya katılan çocukların klinik özellikleri	60
Çizelge 4.3. Serebral palsili çocuklarda tedavi öncesi ve sonrası yapılan Modifiye Tardieu skalası sonuçlarının karşılaştırılması.....	62
Çizelge 4.4. Tedavi öncesi ve sonrası Kas Tonusunu değerlendirmek amacıyla yapılan Modifiye Tardieu Skalasının gruplar arası karşılaştırılması.....	62
Çizelge 4.5. Serebral palsili çocuklarda tedavi öncesi ve sonrası selektif motor kontrol testi sonuçlarının karşılaştırılması.....	63
Çizelge 4.6. Serebral palsili çocuklarda tedavi öncesi ve sonrası etkilenmiş ve az etkilenmiş taraf selektif motor kontrol testi sonuçlarının gruplar arası dağılımı.....	63
Çizelge 4.7. Serebral palsili çocuklarda tedavi öncesi ve sonrası Pediatrik Denge Skalası sonuçlarının karşılaştırılması.....	64
Çizelge 4.8. Serebral palsili çocuklarda tedavi öncesi ve sonrası yürüyüş parametrelerinin karşılaştırılması.....	66
Çizelge 4.9. Tedavi öncesi ve sonrası fonksiyonel mobilitayı değerlendirmek amacıyla yapılan Zamanlı Kalk ve Yürü Testi puanları karşılaştırılması	67
Çizelge 4.10. Tedavi öncesi ve sonrası fonksiyonel mobilitayı değerlendirmek amacıyla yapılan Zamanlı kalk ve Yürü Testi gruplar arası karşılaştırılması	67

Çizelge	Sayfa
Çizelge 4.11. Serebral palsili çocuklarda tedavi öncesi ve sonrası enerji tüketimi parametrelerinin karşılaştırılması.....	68
Çizelge 4.12. Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası 6DYT mesafesi ve yürüyüş hızı sonuçlarının karşılaştırılması.....	69
Çizelge 4.13. Tedavi öncesi ve sonrası yürüyüş mesafesi ve yürüyüş hızını değerlendirmek amacıyla yapılan 6DYT gruplar arası karşılaştırılması..	69
Çizelge 4.14. Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası maksimum istemli kasılma parametrelerinin karşılaştırılması.....	70
Çizelge 4.15. Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası squat sırasında istemli kasılma parametrelerinin karşılaştırılması	71
Çizelge 4.14. Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası squat sırasında istemli kas kullanımının yüzdesel miktarı.....	72

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 2.1. Serebral Palsi Sınıflandırma Şeması	8
Şekil 2.2. Unilateral Spastik Serebral Palside Görülen Yürüyüş Bozuklukları	21
Şekil 2.3. Bilateral Spastik Serebral Palside Görülen Yürüyüş Bozuklukları	23
Şekil 3.1. Çalışma Akış Şeması	44
Şekil 3.2. Yürüyüş Değerlendirilmesi	48
Şekil 3.3. Zamanlı Kalk Yürü Testi	49
Şekil 3.4. Enerji Tüketim Miktarının Değerlendirilmesi	50

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim	Sayfa
Resim 2.1. Unilateral ve Bilateral Serebral Palsi.....	9

SİMGELER VE KISALTMALAR

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

Kısaltmalar	Açıklamalar
AP	Antero-posterior
DF	Dorsi Fleksiyon
EMG	Elektromiyografi
yEMG	Yüzeyel Elektromiyografi
KMFÖ	Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü
KMFSS	Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi
ML	Mediolateral
MTS	Modifiye Tardieu Skalası
MVC	Maksimum İstemli Kasılma
NGT	Nörogelişimsel Tedavi
PDÖ	Pediyatrik Denge Ölçeği
PF	Plantar Fleksiyon
RMS	<i>“Root Mean Square”</i>
SENIAM	<i>“Surface EMG For a Non-Invasive Assessment of Muscles”</i>
SMK	Selektif Motor Kontrol
SP	Serebral Palsi
UMN	Üst Motor Nöron
VT	Vertikal
ZKYT	Zamanlı Kalk Yürü Testi

1. GİRİŞ

Serebral Palsi (SP) gelişmekte olan fetal veya infant beyinde prenatal, perinatal veya postnatal süreçte meydana gelen bir lezyon sonucunda ortaya çıkan motor, fonksiyon ve postür gelişiminin kalıcı bozukluğudur [1]. Anormal kas tonusu, derin tendon reflekslerinde artış, primitif reflekslerde ve postural reaksiyonlarda değişiklikler gibi klinik semptomları içerir [2]. Farklı ülkelerde SP insidansı ortalama 1000 canlı doğumda 2-3 olarak bildirilmiştir [3-8]. Türkiye’de ise bu oran 1000 canlı doğumda 4.4 olarak bildirilmiştir [9].

SP’de sınıflama beyindeki lezyonun yerine, tonus değişikliklerine, hareket bozukluğunun tipine ve etkilenen ekstremité sayısına göre yapılır. Klinik sınıflandırmaya göre; spastik, hipotonik, diskinetik, ataksik ve mikst tip olarak isimlendirilir [10].

Spastisite, fizyolojik kas tonusundaki artış olarak tanımlanır ve hıza bağımlıdır [11]. Spastik SP’de etkilenen vücut kısmında anormal kas tonusu ve hareketler görülür [10]. Tonus bozuklukları asimetrik postür gelişimine neden olur, destek yüzeyiyle ilişkili olarak yerçekimine karşı koymada yetersizliğe neden olur ve denge bozuklukları ile sonuçlanır [12, 13]. Spastik SP’li olguların tümünde kaba motor fonksiyonlar, ayakta durma ve yürüme tipik gelişim gösteren çocuklara göre gecikir ve denge problemleri de görülmeye başlar. SP’li olgularda denge ve fonksiyonlardaki yetersizliklere ek olarak kas kuvvetinde de zayıflıklar görülür [14, 15]. Spastisitenin SP’deki motor disfonksiyon üzerine direkt etkisi olduğu düşünülse de, görülen kas zayıflığının fonksiyon üzerinde direkt etkisi olduğu ve spastisite gibi faktörlere göre fonksiyonda daha fazla kısıtlılıklara yol açtığı farklı çalışmalarda gösterilmiştir [16-19].

Ayak ve ayak bileği mobilite ve stabilitenin bir arada bulunduğu dinamik bir yapıdır [20]. Tibialis anterior, gastroknemius ve soleus kasları ayak bileğinde primer hareket oluşturan kaslardır [21]. Tibialis anterior kası ayak bileğinde dorsifleksiyon hareketini oluşturmaktadır. Yürüyüş siklusu sırasında, topuk vuruşundan taban temasına geçerken eksentrik kasılarak hareketi kontrol etmektedir. Sallanma fazı sırasında ise, başparmak ekstansörleri ve ayak evertörleri ile beraber konsentrik kasılarak ayağın ve parmakların yere sürtünmesini engellemektedir. Ayak bileğinin plantar fleksörleri olan soleus ve gastrokinemius kaslarının yürüyüşün orta duruş fazının sonuna kadar eksentrik çalışarak

tibianın talus üzerindeki öne yuvarlanma hareketini kontrol etmektedir [22]. Yürüyüş sırasında ayak bileğindeki tork arttıkça soleus kasının da aktivasyonunu arttırarak stabilite oluşmasında etkili olduğu bildirilmiştir [23]. Bu kaslar hareket oluşturma yanısıra stabilite oluşumunda da önemli rollere sahiptir. Ayakta dik duruş sırasında ayak bileğinin plantar fleksörleri olan soleus ve gastrokinemius kaslarının aktif agonistler gibi davrandığı ve ayağın yerde sabit olduğu koşullarda bu kasların ağırlık merkezini ayak bileği ekleminin önünde tuttuğu ve vücudun ileri sarılmasını önlediği bilinmektedir [24]. Gastroknemius kasının posterior yöndeki bir salınım sırasında aktive olarak denge sağlayacağı bildirilirken, tibialis anterior kasının ise vücudun anterior yönündeki bir salınımda aktive olacağı bildirilmiştir [25].

SP'li olgularda ise durum bundan farklıdır. SP'li olguların neredeyse tümünde ayak-ayakbileği eklemi etkilenmiştir [14, 26]. Çok hafif etkilenimi olan SP'li olgularda bile sağlıklı yaşlılarına göre kuvvetlerinin yetersiz olduğu bulunmuştur [27, 28]. Örneğin; SP'li olguların dorsifleksörleri ve plantarfleksörlerinin kuvveti sağlıklı olguların kuvvetiyle karşılaştırıldığı zaman sırasıyla; %50 ve %35'i kadar kuvvete sahip olduğu bulunmuştur. Yürüyüş sırasında SP'li olgularda sağlıklı yaşlılarına kıyasla tibialis anterior kaslarında aktivasyonun yetersiz olduğu, gastroknemius kası ile hamstring kaslarında ve tibialis anterior kasında ko-aktivasyonlar olduğu ortaya konmuştur [29].

Yapılan çalışmalarda spastik SP'li olguların hiçbir santral sinir sistemi hasarı bulunmayan sağlıklı olgularla aynı şekilde, aynı prensiplerle, aynı direnç ve aynı tekrar sayısı kullanılarak aynı oranlarda kuvvetlendirme elde edilebileceği ortaya konmuştur [27]. Diz ve kalça çevresi kaslarda kuvvetlendirme egzersizlerinin SP'li olguların yürüyüş ve fonksiyonları üzerine olumlu etkilerinin olduğu ortaya konmuştur [14, 30-33]. Fakat ayak bileği çevresindeki farklı kaslara uygulanan kuvvetlendirme egzersizlerinin yürüyüş ve fonksiyonlar üzerine etkilerini ortaya koyan çalışmaların yetersiz olduğu [34-36], denge ile olan ilişkisini inceleyen çalışmaların ise bulunmadığı dikkat çekmektedir.

Çalışmamızda spastik SP'li olgularda ayak-ayak bileği çevresine uygulanacak fonksiyonel kuvvetlendirme eğitiminin yürüyüş, denge, kassal aktivasyon ve enerji tüketimi üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmaktadır.

Bu çalışma sonucu spastik SP'li olguların fonksiyonel kuvvetlendirme programlarıyla yürüyüş ve denge üzerine olumlu etkileri olabileceği hipotezindeyiz. Hipotez doğrulanır ise spastik SP'li olguların rehabilitasyon programlarına yön gösterebilecek bilgiler elde edilmiş olunacaktır.

H0: Spastik SP'li olgularda ayak-ayak bileği çevresine uygulanacak fonksiyonel kuvvetlendirme eğitiminin yürüyüş, denge, kassal aktivasyon ve enerji tüketimi üzerine etkisi yoktur.

H1: Spastik SP'li olgularda fonksiyonel dorsi fleksör kuvvetlendirmenin yürüyüş, denge, kassal aktivasyon ve enerji tüketimi üzerine etkisi vardır.

H2: Spastik SP'li olgularda fonksiyonel plantar fleksör kuvvetlendirmenin yürüyüş, denge, kassal aktivasyon ve enerji tüketimi üzerine etkisi vardır.

H3: Spastik SP'li olgularda ayak-ayak bileği çevresine uygulanacak fonksiyonel kuvvetlendirme eğitiminin yürüyüş, denge, kassal aktivasyon ve enerji tüketimi üzerine etkisi vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Serebral Palsinin Tanımı

Serebral Palsi (SP) gelişmekte olan fetal veya infant beyinde prenatal, perinatal veya postnatal süreçte meydana gelen bir lezyon sonucunda ortaya çıkan motor, fonksiyon ve postür gelişiminin kalıcı bozukluğudur [1]. SP bir hastalıktan öte bir semptomlar kompleksidir, değişken bir klinik tablodur [37]. SP ilk olarak 1861'de İngiliz Ortopedi hekimi Dr. William Little tarafından “Serebral Parezi” veya “Little hastalığı” olarak nitelendirilmiştir [38]. 2010 yılında SP’nin tek bir tanı değil, birçok klinik durumu altında barındıran şemsiye bir terim olduğu ifade edilmiştir [39]. SP’nin beyindeki bir bozukluğa bağlı olarak ortaya çıkması, motor fonksiyonlarda bozukluk oluşturması ve beyindeki etkilenimin iyiye veya kötüye gitmemesi bu tanımı doğrulamaktadır. Beyindeki lezyon ya da anormallik progresyon gösteriyorsa çocuk SP tanımından çıkmaktadır [39].

2.2. Serebral Palsinin Epidemiyolojisi

Serebral Palsi, çocuklarda motor yetersizliğe yol açan en önemli klinik tablodur [40]. SP’nin prevalansının dünya genelinde 1000 canlı doğumda 2.1 olduğu bildirilmiştir [41]. Amerika Birleşik Devletlerinde yapılan bir çalışmaya göre bu oran 3.3 [42], Avrupa’da 1.77 [43], Hong Kong’da 1.3 [44], Afrika’da ise 2.9 olarak bildirilmiştir [45]. Türkiye’de 2006 yılında yapılan çalışmada ise bu oran 1000 canlı doğumda 4.4 olarak belirtilmiştir [9]. Ülkemizde SP’nin daha fazla görülmesinin sebepleri arasında; çok sayıda akraba evliliğinin olması, annenin hamilelik sırasında fazla hastalık geçirmesi, yetersiz beslenme, doğum öncesi bakıma dikkat edilmemesi, doğum şartlarının yetersiz olması gibi faktörler gösterilmiştir [46, 47].

2.3. Serebral Palsinin Etyolojisi ve Risk Faktörleri

Serebral Palsi’nin etyolojisi kesin olarak bilinmemekle birlikte SP’ye neden olan problemlerin; % 50-60’ının prenatal dönemde, %30-40’ının perinatal dönemde, %10-15’inin ise postnatal dönemde ortaya çıktığı belirtilmektedir [48]. Gelişimini tamamlamamış beyinde SP’ye sebep olabilecek bir patoloji oluşumuna yol açan birçok risk

faktörü belirlenmiştir [47-49]. Bu risk faktörleri meydana geliş zamanları ile ilişkili olarak 3 başlık altında sıralanmaktadır [48, 50, 51]:

Prenatal risk faktörleri:

- Kalıtsal nedenler
- Enfeksiyonlar
- Maternal Korioamnionitis
- Metabolik hastalıklar
- Olumsuz sosyal ve çevresel faktörler
- Annenin alkol/sigara kullanımı
- Ağır malnütrisyon
- İlk trimesterde radyasyona maruz kalma
- Ebeveynler arasındaki akrabalık, kan uyuşmazlığı

Perinatal risk faktörleri

- Prematüre doğum (< 36 hafta)
- Düşük doğum ağırlığı (<2500 gr)
- Anoksi (mekanik obstrüksiyon, doğumun uzun sürmesi, plasenta previa, kordon dolanması)
- Asfiksi
- Zor doğum (doğumun uzaması, vakum veya forseps kullanımı)
- Çoklu doğum

Postnatal risk faktörleri

- Enfeksiyonlar (menenjit, sepsis, ensefalit)
- Vasküler Problemler
- Hiperbilirubinemi
- Anoksi (yiyecek aspirasyonu, karbonmonoksit zehirlenmesi)
- Hemoraj
- Toksik nedenler
- Travmalar
- Neoplazm

Son zamanlarda yapılan araştırmalar, birçok SP vakasının genetik değişiklikler (mutasyonlar) ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Bu mutasyonların doğrudan SP'ye neden

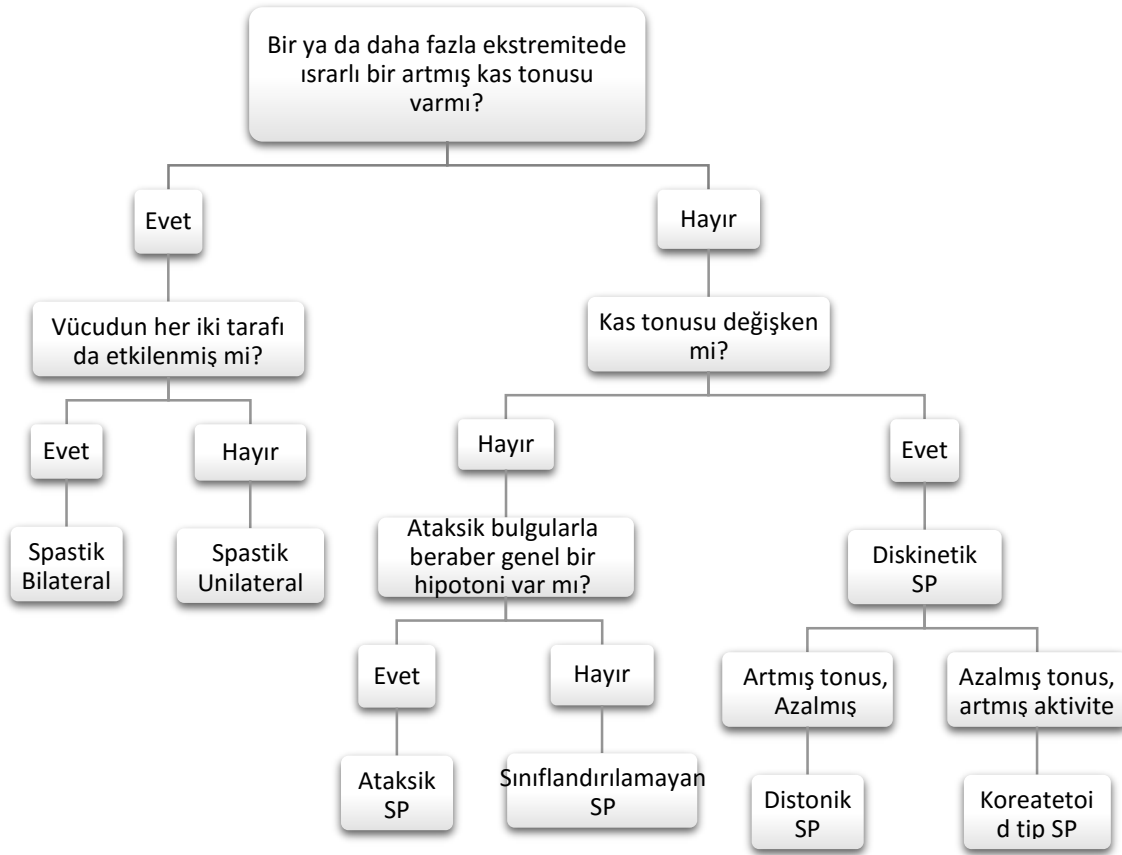
olabileceği gibi SP'ye yatkınlığı da artırabileceği bildirilmektedir [52, 53]. Ayrıca birçok epidemiyolojik çalışmada, erkek çocukların kız çocuklarına göre SP'li olma riskinin üç kat daha fazla olduğu belirtilmiştir [46, 54, 55]. Bu farka neden olabilecek faktörün, resesif X'e bağlı kromozom varyantları olabileceği ve erkeklerin genetik mutasyona kadınlardan daha savunmasız olmasından kaynaklanabileceği öne sürülmüştür [56].

Normal bebeklere kıyasla daha düşük doğum ağırlıklı bebeklerde ve preterm bebeklerde SP prevalansının daha yüksek olduğu bildirilmiştir [41, 57]. Term bebeklerde SP oranının 1000 canlı doğumda 1 olduğu, prematüre bebeklerde ise SP oranının neredeyse %50 olduğu bildirilmiştir [49, 58]. Tekil gebeliklerle karşılaştırıldığı zaman ise SP'nin ikiz bebeklerde riski 5.6 kat, üçüz bebeklerde ise 12.6 kat daha fazla olduğu bildirilmiştir [59, 60].

2.4. Serebral Palsinin Sınıflandırılması

Serebral Palsinin tanımlanmasında birkaç farklı sınıflandırma kullanılmaktadır. Beyinde lezyonunun bulunduğu anatomik bölgeye göre (beyin korteksi, piramidal sistem, ekstrapiramidal sistem veya serebellum); oluşturduğu klinik semptom ve bulgulara göre (spastisite, diskinezi [distonik ve koreo-atetotik formlar] veya ataksi), ekstremitelerin topografik tutulumuna göre (dipleji, kuadripleji, hemipleji) ve kas tonusunun sınıflandırılmasına göre (izotonik, hipotonik, hipertonic) tanımlanabilmektedir [61, 62].

Avrupa'da sekiz ülkeden toplam 14 merkezin katıldığı "*Surveillance of Cerebral Palsy in Europe*" bilgi ağı SP'nin sınıflandırması ile ilgili bir fikir birliğine varmıştır [40]. Bu sınıflama günümüzde en yaygın olarak kullanılan SP sınıflaması olarak kabul edilmektedir [63]. Bu sistem SP'li olguları nörolojik ve topografik kategorilere ayırarak; spastik (unilateral veya bilateral), ataksik, diskinetik (distonik veya koreo-atetoid) veya sınıflandırılmayan olmak üzere ayırmaktadır [40]. Sınıflandırma sisteminin akış şeması Şekil 1'de verilmiştir.



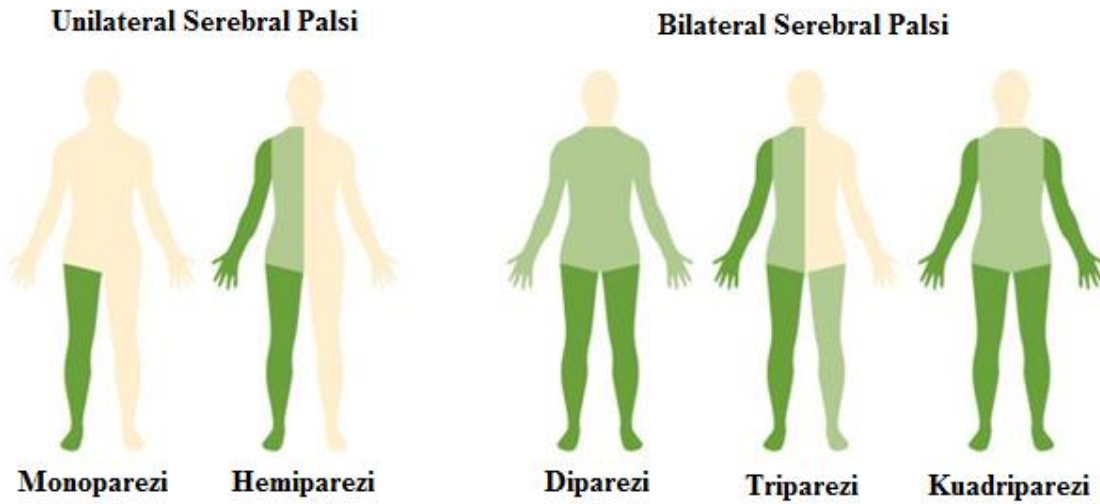
Şekil 2.1. Serebral Palsi Sınıflandırma şeması

2.4.1. Spastik serebral palsy

Spastisite, germe refleksinin aşırı uyarılması sonucunda ortaya çıkan, kaslarda hıza bağımlı tonus artışı ile karakterize üst motor nöron sendromunun bir komponentidir [64]. Spastik tip SP, piramidal traktusun projeksiyonlarının hasarı sonucu ortaya çıkmaktadır. Piramidal traktusu oluşturan liflerin %40'ı primer motor korteksten, %20'si premotor korteksten ve geriye kalan %40'ı ise primer somatosensoryel korteks ve parietal korteksten kaynak almaktadır. Yapılan hayvan deneylerinden elde edilen bilgilere göre spastisite tablosunun ortaya çıkması için hem primer korteks hem de premotor korteks etkilenimi olması gerekmektedir [65].

Spastik tip SP, kas tonusunun artışı ile karakterizedir ve SP'nin en yaygın görülen klinik tipidir [66]. Tüm SP'li olguların ortalama %70-80'inin spastik tipte SP olgusu olduğu bildirilmiştir [19]. Spastik SP'li olgularda en sık karşılaşılan ekstremit tutulumlarının

hemiparezi (%25-%35), diparezi (%35- %45), ve kuadriparezi olduğu bildirilmiştir (%10-%15). Monoparezi ve Triparezinin ise daha nadir görüldüğü bildirilmiştir [67]. SP'nin alt tiplerinin tümünde anormal hareket paternleri ve postürler gözlenmektedir [40]. 2007'de "Surveillance of Cerebral Palsy in Europe" bilgi ağı SP'nin tanımlanması ve sınıflandırılması amacıyla yayınladığı makalede SP'li olguların unilateral ve bilateral olarak sınıflandırılmasının daha az karmaşaya yol açacağı belirtilmiştir [59].



Resim 2.1 Unilateral ve bilateral SP

Unilateral spastik serebral palsy

Unilateral Spastik SP (hemiparezi, monoparezi) bir vücut yarısını etkileyen SP tipidir ve SP olgularının %38'ini oluşturmaktadır [68]. Etiyolojisi sıklıkla prenatal ve perinataldır. Serebral enfarkt veya kanama, nöronal migrasyon anomalileri, periventriküler lezyonlar veya posthemorajik poreensefali gibi birçok faktör rol oynayabilmektedir [69]. Etkilenen tarafta farklı derecelerde fonksiyonel kayıplar görülmektedir. Unilateral etkilenim daha belirgin olsa da bu tip SP'li olgularda vücudun karşı yarısında da bir miktar etkilenim olabileceği, hatta yalnızca tek taraflı etkilenim bulunamayacağını savunan çalışmalar vardır [39, 40]. Yapılan çalışmalarda Unilateral Spastik SP'li olguların postüral kontrolünde ve kas ko-aktivasyon sıralamalarında sorun olduğu, sensorimotor gelişim geriliği olduğu gösterilmiştir [70]. Etkilenmiş alt ekstremiteye yetersiz ağırlık aktarmaya bağlı olarak duruşlarında asimetri gözlenmektedir [71]. Ayrıca üst ekstremitte etkileniminin çoğu olguda alt ekstremitte etkileniminden daha fazla olduğu, bunun da bimanüel aktiviteyi negatif yönde

etkilediği bildirilmiştir [72]. Unilateral Spastik SP'li olgularda etkilenimin derecesinin beyindeki lezyonun boyutu ve lokalizasyonu ile ilişkili olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir [73].

Bilateral spastik serebral palsy

Bilateral spastik SP vücudun her iki yarısında değişken miktarlarda etkilenimi olan olguları kapsamaktadır. Bilateral spastik SP'li olguların tüm SP vakalarının %50-60'ını oluşturduğu bildirilmiştir [40]. Etiyolojisi genellikle prenatal olup prematürelikle ilişkili olduğu, intrauterin enfeksiyonlar, prematüre membran rüptürü, çoklu gebelik ve periventriküler lökomalazi ile ilişkili sebeplerden kaynaklanabileceği görülmektedir [49]. Bilateral Spastik SP'li olgularda en ağır tutulumların global hipoksik-iskemik hadiselerden kaynaklanabileceği bildirilmiştir [74]. Bilateral SP tanımı, içerisinde; diparetik, kuadriparetik, triparetik ve tetraparetik olguları barındıran bir sınıflandırmadır. Bu olguların tümünde alt ekstremitelerde etkilenim, değişen şiddetlerde spastisite ile beraber üst ekstremitelerde daha hafif spastisite ve/veya koordinasyon bozuklukları görülmektedir. Gövde kaslarında, postüral kaslarda ve antigravite kaslarında belirgin kas zayıflıkları görülmektedir. Avrupada yapılan bir çalışmaya göre bilateral spastik SP'li olguların %36'sının bağımsız ambulasyonlarını sağlayabildikleri, %21'inin yardımcı bir cihazla ambulasyonlarını sağlayabildikleri, %43'ünün ise ambule olamadıklarını bildirmiştir [75].

2.4.2. Ataksik tip serebral palsy

Serebral palsinin en nadir görülen tipidir ve olguların %1-7'sini kapsadığı bildirilmiştir. Ataksik SP'li olgularda postür ve harekette anormal paternler ortaya çıkmakta, hareketlerin normal kuvvet, ritim ve doğrulukla yapılmasını engelleyen kas koordinasyon kaybı görülmektedir. Hipotoni, dismetri, tremor, gövde ve yürüyüş ataksisi, denge ve koordinasyonda bozukluk ile karakterizedir. Ataksik SP'li olgular genellikle serebellar malformasyonlar veya serebellumdan çıkan yolların lezyonu ile ilişkilidir, prenatal bir etiyolojiye sahiptir ve genellikle prematürelikle ilişkili olduğu gösterilmiştir [66].

2.4.3. Diskinetik tip serebral palsy

Diskinetik SP'de etkilenen ekstremitelerde istemsiz, kontrolsüz, tekrarlayıcı stereotipik hareketler gözlenmektedir. Primitif refleksler hala baskındır ve kas tonusu değişkendir. İstemli hareketler sırasında uyumsuz agonist-antagonist kas kasılmalarından dolayı fonksiyonel hareketlerde beceriksizlik görülmektedir. Diskinetik tip SP'li olgularda doğumla beraber hipotoni görülmektedir ve yaşamın ikinci yılından itibaren istemsiz hareketler ortaya çıkmaktadır. Anormal hareketler bütün ekstremiteleri etkilemekle birlikte genellikle üst ekstremiteler alt ekstremitelere göre daha fazla etkilenmiştir. Diskinetik tip SP tüm SP'li olguların %6-15'ini oluşturmaktadır. Etiyolojisinde prenatal dönemde ve özellikle prematüre bebeklerde hiperbilirubinemiye bağlı olarak ortaya çıkan kernikterus, intrakraniyal hemoraj veya serebral enfarkta bağlı olarak, term bebeklerde ise perinatal hipoksi-iskemiye bağlı olarak gelişebilmektedir [76, 77]. Diskinetik SP; distonik ve koreatetoid SP olmak üzere 2 başlık altında değerlendirilmektedir.

Distonik tip serebral palsy

Distonik tip serebral palside hipokinezi ve hipertonus mevcuttur. İstemsiz devamlı veya aralıklı kas kasılmalarıyla birlikte hipokinezi ortaya çıkmakta, tekrarlayıcı hipertonik hareketler ve uzun süreli kas kontraksiyonları görülmektedir. Bu tekrarlayıcı hareketler gövde, boyun ve ekstremit proksimallerinde anormal postürlere yol açmaktadır [40, 77].

Koreatetoid tip serebral palsy

Koreatetoid tip serebral palside baskın olan özellikler hiperkinezi ve hipotonidir. Kaslarda yüksek amplitüdlü, istemsiz hareketler oluşur. İstemsiz hareketlerin hem atetoz hem de kore hareket bozukluklarının birbirinin içine geçmesiyle ortaya çıkan tablodur. Kore; hızlı, istemsiz, sarsak, hareketleri ifade ederken, atetoz; yavaş, sürekli değişen, çevirici veya bükücü hareketleri ifade eder [59]. Bazı diskinetik tip SP'li olgularda distonik/koreateotid tip ayrımını yapmak güç olabilmektedir. Bu tip olgular distonik SP olarak adlandırılmaktadır [59, 77].

2.5. Spastik Serebral Palsi’de Görülen Motor Problemler

SP’li olgular, motor becerileri kazanmakta gecikmekte ve normal gelişim gösteren yaşlıtlarının beceri seviyesine erişememektedirler [78]. Ambulasyon kazanan SP’li olgular ergenlik dönemlerinde, spastisitenin artması, eklem kontraktürleri, diz ağrısı, kas kuvvet kayıpları ve artan yorgunluk gibi birçok faktör nedeniyle motor becerilerde kayıplar yaşayabilir [79].

2.5.1. Spastisite

Spastisite, üst motor nöron lezyonunun (ÜMN) bir komponenti olarak germe refleksinin hipereksitabilitesi sonucu hıza bağımlı, tonik germe refleksinde artış ile karakterize bir motor bozukluk olarak tanımlanmaktadır [64]. Beyni etkileyen bir lezyon sonucu; premotor korteks, bazal ganliyonlar, serebellum gibi daha çok inhibisyon ve regülasyon ağırlıklı çalışan merkezler devre dışı kalır. Böylelikle eksitator ve inhibitor spinal ve supraspinal nöronal devreler arası dengesizlikten dolayı kaslarda sürekli artmış deşarjlar ortaya çıkmakta, gerim refleksleri artmakta ve kasların tonusu artmaktadır. SP’li olgularda spastisite klinik tabloya, çok hafif bir düzeyden, günlük yaşam aktivitelerini tamamen kısıtlayabilecek bir düzeye kadar etki edebilmektedir [65].

Üst motor nöron sendromunun klinik özellikleri; negatif semptomlar ve pozitif semptomlar (Çizelge 2.1.) olmak üzere iki grupta ele alınmaktadır. SP’deki klinik tabloya her ikisinin de etki ettiği gösterilmiştir.

Çizelge 2.1. Negatif semptomlar ve pozitif semptomlar

Negatif Semptomlar	Pozitif Semptomlar
Kas zayıflığı	Artmış tendon refleksleri
Beceri kaybı	Klonus
Çabuk yorulma	Spastisite
Denge kaybı	Ekastansör/Fleksör Spazmlar
Selektif motor kontrol kaybı	Ko-kontraksiyon
	Dissinerjik paternler
	Stereotipik hareket bozuklukları

ÜMN sendromunun pozitif semptomları incelendiğinde, fizyolojik düzeyde artmış tendon refleksleri görülmektedir. Genellikle babinski işareti pozitifdir ve klonus açığa çıkabilmektedir [80, 81].

Serebral palsy tablosunda engelliliğin temel nedeninin primer olarak kaslarda tonus artışına neden olan spastisite'den kaynaklandığı düşüncesi geçmişten günümüze kadar hakimdi. Günümüzde bu düşünceden uzaklaşmaya başlanmıştır. Yapılan çalışmalarda bir kastaki spastisite miktarının azaltılmasının o kasta bir performans artışına yol açmadığının gözlenmesiyle spastisitenin SP'li olgulardaki motor bozuklukların temel kaynağı olmadığı ortaya konmuştur [65, 82]. Lokomotor prognozu belirleyen asıl nedenlerin negatif semptomlarla ilişkili bulgular olduğuna dair görüşler artmaktadır [80].

Üst motor nöron sendromunun günümüzde hem pozitif hem negatif komponentlerinin SP'deki tablo üzerine etkisi olduğu bilinmektedir [83]. SP'li olgularda klinik tabloya spastisite, kas zayıflığı ve denge kayıpları bir arada etki etmektedir. Selektif motor kontrol, postür düzgünlüğü ve hareket sırasında kasların izole bir düzende kasılabildir [84]. SP'de kaslarda selektif motor kontrol kaybı vardır ve bir grup kasın aktivasyonu sırasında diğer grup kaslarda istemsiz ko-aktivasyonlar (ko-kontraksiyonlar) gerçekleşebilmektedir [85]. Bu problemlere ek olarak sekonder kas-iskelet sistemi sorunları, kas kontraktürleri ve kemik deformiteleri de SP'li olgularda motor problemlere katkıda bulunan unsurlardır [86].

Yapılan çalışmalarda kas kuvveti ile kaba motor fonksiyonlar ve fonksiyonel beceriler arasında önemli derecede pozitif ilişki olduğu bulunmuştur. Bu bulgu kas zayıflığının spastisiteye göre daha fazla bozukluğa neden olabileceğini düşündürmektedir [87].

2.5.2. Kas zayıflığı

ÜMN sendromunun negatif semptomları motor aktivitede azalma ile karakterizedir. Motor aktivitedeki bu azalma kaslarda kuvvet kaybı, el becerisi kaybı, çabuk yorulma, denge kaybı gibi bulgular ortaya çıkarmaktadır. Negatif semptomların, pozitif semptomlara göre özürüllüğe daha fazla yol açtığı bildirilmiştir [65]. SP'de görülen bu kas zayıflığının altında yatan birçok farklı neden olabilmektedir [17]. Bu nedenler aşağıda sıralanmıştır:

Kas zayıflığının nörolojik temeli

Kas zayıflığına katkıda bulunan nörolojik faktörler; azalmış motor nöron aktivitesi, hatalı nöral bağlantı oluşumu, anormal nöral ağların aktive edilmesi, değişmiş motor ünite ateşlenmesiyle bozulmuş kas aktivasyon paternleri ve resiprokal inhibisyonda bozulma olarak sıralanmaktadır [17].

Piramidal traktus hasarı motor nöronlara giden merkezi girdiyi azaltmaktadır, bu nedenle motor nöronların, ilgili agonist kasın aktivasyonu sırasında daha az etkileri olmaktadır [88].

Tüm çocuklarda doğumda myelinasyonun eksik olduğu gösterilmiştir. Sinir sisteminin olgunlaşmasının nöral devrelerin miyelinasyon ve apoptozis süreçlerini etkileyen ve tekrar yoluyla gelişen nöroplastik süreç ile güçlendiği bilinmektedir [79]. Normal gelişim gösteren bir çocuk bir motor aktiviteyi defalarca tekrar etmektedir, ancak SP'li bir çocuk anormal hareket kalıplarını tekrar etmekte ve böylelikle bu yanlış hareket paternlerini üreten sinir devrelerini güçlendirmektedir [88].

Resiprokal inhibitör yollarda meydana gelen değişiklikler anormal ko-kontraksiyonlara yol açabilir. Bu ko-kontraksiyonlar özellikle hızlı veya resiprokal hareketler sırasında, uzamış spastik antagonist aktivasyonu yüzünden agonist kaslarda zayıflık ortaya çıkarmaktadır [89].

Kas aktivasyon paternleri her kas için spesifiktir, normalde önce küçük motor üniteler aktive edilir [90]; ancak, ÜMN hasarından sonra, motor ünitelerinin aktivasyonunun yetersiz, düzensiz ve normalden daha yavaş olduğu gösterilmiştir [91]. Bu nedenle kasın tamamının aktif olmadığı bildirilmiştir. Sağlıklı yaşlılarıyla kıyaslanan SP'li olgularda kuvvet üretiminin daha yavaş olduğu ve yeterli sayıda motor ünitenin ateşlenmediği bildirilmiştir [92].

Kas zayıflığının kassal temeli

Serebral palsili olgularında kaslarda herhangi bir değişiklik olmadığı geçmiş zamanlarda düşünülürken [93], günümüzde iskelet kasında önemli değişiklikler olduğu ve kassal zayıflığa yol açtığı bilinmektedir [94, 95]. SP'li olgularda kassal patolojilerin temel nedenlerinden biri kasların longitudinal olarak uzayabilme yeteneklerindeki yetersizliktir.

Sağlıklı kaslarda, kas gelişimi olması için gerekli koşul; fizyolojik yüklenme altında kasın düzenli olarak gerilmesidir; fakat SP'li olgularda kaslar tonus artışı nedeniyle aktivite sırasında gevşeyememektedir. Bu sebeple kassal zayıflık nedeniyle de bu çocukların aktivite seviyeleri azalmaktadır [80]. Kas kasılmasının en küçük birimi olan sarkomer, kasın kısalmasına rağmen uzamış durumdadır. Kısalmış kaslarda ortaya çıkan sarkomer uzaması meydana gelen kontraktürlerde gözlenen kassal bir adaptasyonudur [96, 97]. SP'li olgularda hem üst hem de alt ekstremitte fleksörlerinde sağlıklı kontrollere kıyasla daha uzun sarkomerleri olduğu gösterilmiş buna bağlı olarak kas hacminin SP'li olgularda sağlıklı yaşlılarına göre %50 oranında daha az olduğu belirtilmiştir [98, 99].

SP'de kas sertliğinin genellikle artmış kas tonusuyla ilişkili olduğu düşünülse de, kasların viskoelastik sertliğinin de kontraktür oluşumuna katkısı olduğu gösterilmiştir [100]. Viskoelastik sertlik, kasların kısalmış pozisyonda kalmasıyla ortaya çıkan, aktif hareketle azalan geçici bir kas sertliğidir. Bu viskoelastik sertlik, kasılma sırasında kasın üstesinden gelmesi gereken iç direnci ve antagonist kas kasılması sırasında agonist kasın uzamasına karşı oluşan pasif direnci etkilemektedir. Yapılan çalışmalarında spastisitesi olan kaslarda aynı zamanda viskoelastik sertlik de olduğu gösterilmiştir. Zayıflamış bir agonist kas, spastik antagonistini tam olarak uzatamayabilir. Bu durumda açığa çıkan pasif sertlik, zayıflık paterni geliştirerek kontraktüre neden olabilmektedir [101]. İlgili bölgenin hareket ettirilmesi ve kasların aktif kasılıp gevşemesiyle, viskoelastik sertliğin azaldığı gösterilmiştir. Spastik kaslarda masaj ve germe ile gevşeme elde edilmesinin bir sebebi de kasların bu yapısıdır. Bu nedenle bazı yazarlar spastisite değerlendirmeden önce kaslarda biraz germe yapmanın spastisite ölçümünde daha doğru sonuçlara yol açacağını ifade etmektedir [65, 102, 103].

Üst motor nöron lezyonu sonucunda kas lifi tipinde değişiklik meydana gelebileceği bildirilmiştir. Tip I (yavaş kasılan) kas liflerinin, oksidatif kapasiteleri yüksek, kasılma ve gevşeme süreleri yavaş ve motor nöron uyarı eşikleri düşüktür. Tip II (hızlı kasılan) liflerde ise kasılma ve gevşeme süreleri düşük, motor nöron uyarı eşikleri yüksektir. Kaslarda Tip I ve Tip II kas lifleri karışık şekilde bulunmaktadır. Kas liflerinin oranları kasın temel fonksiyonuna göre farklılık göstermektedir. SP'li olgularda Tip I kas lifinde artış ve Tip II kas liflerinde azalma olduğu, kas liflerinin atrofik olduğu bildirilmiştir. Tip II kas liflerinin spastisite sebebiyle sürekli aktive olmasından dolayı Tip I kas liflerine dönüşmüş olduğu düşünülmektedir [104]. Tip I liflerinin sayısı artınca kaslar düşük kuvvetli uzamış

kontraksiyonlar üretirken, yüksek kuvvet oluşturan hızlı kontraksiyonlar daha az üretilmektedir [105, 106]. Serebral hasara bağlı olarak değişen nöral girdilerin, lif tiplerindeki bu farklılaşmayı etkilediği ortaya konmuştur [17]. Kas lifleri doğumdan sonra çocukluk döneminde matürasyon göstermektedir. Bu matürasyonla embriyonik ve neonatal miyosin formları, yetişkin formlarına dönüşmektedir. Bu matürasyon kas aktivitesinin miktarına ve özellikle kastaki mekanik gerilime bağlı olarak gelişebilmektedir. Aktivitedeki değişim ve ağırlık aktarmadaki yetersizliğin de miyozin matürasyonunu etkileyebileceği bildirilmiştir [107, 108].

2.5.3. Kontraktürler ve deformiteler

Kontraktürler, bir eklem normal eklem hareket sınırını tamamlayamaması ve pasif mobilizasyon sırasında aşırı direnç göstermesi olarak tanımlanmaktadır [109]. Spastik SP'de kaslarda sıklıkla kontraktürler gelişmekte, eklem hareket açıklığı sınırlanmakta ve kaslar fonksiyonel olarak kısalmaktadır. Kontraktürlerin gelişmesine; anormal kas tonusu, denge mekanizmalarının bozulması, kas zayıflığı ve seçici motor kontrol kaybı neden olmaktadır. Bu faktörler zamanla ve uzun kemiklerin büyümesiyle kasların gerilebilme yeteneğinde yetersizliğe yol açarak kontraktürlerin ve deformitelerin oluşumunda rol oynamaktadır [110]. Kas güçsüzlüğü ve spastisite varlığındaki kontraktürler, çocuk büyüdükçe kemik deformasyonuna neden olan anormal iskelet kuvvetleri ile sonuçlanır.

Alt ekstremitte kontraktürleri SP'li olgularda normal eklem hareketini kısıtlamasından dolayı yürüyüşte bozukluğa açan faktörlerden biridir [111]. SP'ye bağlı kalça problemleri, spastisite veya adduksiyon kontraktüründen kalça çıkığına kadar geniş bir yelpazede karşımıza çıkabilir. SP'li olgularda kalça eklemine en sık görülen kontraksiyonlar addüktör bölgede ortaya çıkmaktadır ve makaslama yürüyüş bozukluğu görülmektedir [112].

SP'li olgularda dizde en sık karşılaşılan deformitenin fleksiyon deformitesi olduğu bildirilmiştir. Hamstringlerdeki spastisite ve kuadriseps kasındaki zayıflık bu deformiteye yol açan nedenlerden biridir. Gastroknemius kasındaki kışalmanın da diz fleksiyon kontraktürü oluşumuna neden olabileceği bildirilmiştir [113].

SP'de en sık görülen eklem kontraktürünün ayak bileğinde ortaya çıkan ekin deformitesi olduğu bildirilmiştir [114]. Ayak bileğine plantar fleksiyon ve dize fleksiyon yaptıran

Gastroknemius kası ayak bileği ekin kontraktürlerinde ve diz fleksiyon kontraktürlerinde ciddi etkisi olan bir kastır. Selektif motor kontrolün distalde daha kötü olmasından dolayı distal biartiküler kaslar monoartiküler kaslardan daha fazla etkilenmektedir [110].

2.5.4. Ayak-ayak bileği problemleri

Ayak-ayak bileği kompleksi; 26 adet kemikten meydana gelir ve insan vücudunun en karmaşık bir yapısıdır. Ayak yapısını oluşturan kemiklerin, bu kemikleri birbirine bağlayan ligamentlerin, hareket oluşturan kasların ve bu kasları kemiklere bağlayan tendonların mükemmel bir uyum içerisinde olmasıyla sağlıklı ayak biyomekanisi ortaya çıkmaktadır. Bu yapılardan herhangi birinin fonksiyonunu kaybetmesiyle ayak da fonksiyonlarını yerine getirememektedir. Ayak-ayak bileği kompleksi; ayakta dik duruşta çaba harcamadan ve aşırı kas aktivitesi olmadan vücut ağırlığını taşıyabilmek için kişiye gerekli stabilizasyonu sağlamaktadır. Ayak bileği, alt ekstremitelerden alınan kuvvetleri ayağa aktarmakta ve yerden gelen reaksiyon kuvvetlerinin üste iletilmesinde rol oynamaktadır. Sağlıklı bir ayak-ayak bileği kompleksinin iki önemli görevi vardır. Bunlardan birincisi; vücut ağırlığını taşımak, ikincisi ise; yürüyüşün itme fazında kaldıraç kolu gibi görev yaparak yerde sabitlenen ayak üzerinde vücudun öne doğru ilerletilmesidir [115].

Ayak ve ayak bileği mobilite ve stabilitenin bir arada bulunduğu dinamik bir yapıdır. Topuk vuruşu sırasında ayak şok absorbe eden bir yapı olarak hareket eder, yerle temas sırasında zeminin şekline uyum sağlar, duyu bilgileri alır ve vücut ağırlığını taşır, yerden kalkışı sırasında ise sert bir yapıya dönüşür. Yürüme ve ayakta durma fonksiyonlarının yanı sıra, ayak alt ekstremitelerde kas aktivasyonunun ayarlanması ve kontrol edilmesi için gerekli duyu bilgileri sağlayan bir duyu organı olarak da fonksiyon görmektedir [90]. Ayak tabanında ve parmaklarında yer alan mekanoreseptörlerin duyu geribildirim sağlayarak dengenin devam ettirilmesinde önemli rol oynadıkları bilinmektedir [116].

Ayak bileğinde plantar fleksiyon hareketinin normal eklem hareket açıklığı 30° ile 50° arasındadır. Bu hareket dorsifleksör kaslar ve talusun kalkaneus üzerindeki şekli sayesinde limitlenir. Normal dorsifleksiyon ise 20°'dir ve triceps surae kasları ve talus kemiğinin şeklinden dolayı limitlenmektedir [117]. Tibialis anterior, gastroknemius ve soleus kasları ayak bileğinde primer hareket oluşturan kaslardır [21].

Tibialis anterior kası ayak bileğinde dorsifleksiyon hareketini oluşturmaktadır. Yürüyüş siklusu sırasında, topuk vuruşundan taban temasına geçerken eksentrik kasılarak hareketi kontrol etmektedir. Sallanma fazı sırasında ise, baş parmak ekstansörleri ve ayak evertörleri ile beraber konsentrik kasılarak ayağın ve parmakların yere sürtünmesini engellemektedir. Gastroknemius ve soleus kasları ise ayak bileğinin plantarfleksiyon hareketini oluşturmaktadır. Bu kaslar yürüyüşün orta duruş fazının sonuna kadar eksentrik çalışarak tibianın talus üzerindeki öne yuvarlanma hareketini kontrol etmektedir [22]. Yürüyüş sırasında ayak bileğindeki tork arttıkça soleus kasının da aktivasyonunu arttırarak stabilite oluşmasında etkili olduğu bildirilmiştir [23].

Denge sağlarken de aynı şekilde bu kaslar hem hareket hem stabilite oluşturabilmek için önemli rollere sahiptir. Sağlıklı kişilerde, gastroknemius kasının posterior yöndeki bir salınım sırasında aktive olarak denge sağlayacağı bildirilirken, tibialis anterior kasının ise vücudun anterior yönündeki bir salınımda aktive olacağı bildirilmiştir [25]. SP'li olgularda ise durum bundan farklıdır. Yürüyüş sırasında SP'li olgularda sağlıklı yaşlılarına kıyasla tibialis anterior kaslarında aktivasyonun yetersiz olduğu, gastroknemius kası ile hamstring kaslarında ve tibialis anterior kasında ko-aktivasyonlar olduğu ortaya konmuştur [29].

Denge kaybından toparlanırken az ektilenmiş tarafla kıyaslandığı zaman kasların aktivasyon zamanlarının daha yavaş olduğu da ortaya konmuştur [118]. Ayrıca kas aktivasyon sıralamasının hatalı olduğu; proksimal kas aktivasyonunun (kuadriseps ve hamstring kasları) ilk sırada olması gereken distal kas (tibialis anterior, gastroknemius ve soleus) aktivasyonundan daha önce gerçekleştiği ortaya konmuştur [119].

Benzer şekilde, sağlıklı yaşlılarına kıyasla SP'li olgularda yürüyüş sırasında sinerjist kasların aktivasyonunun yetersiz olduğu ve bu durumun artmış ko-kontraksiyona neden olabileceği bildirilmiştir. Fakat SP'li olgulardaki patolojik yürüyüşe neden olan kas ve yapıların hangileri olduğu hala bilinmemektedir [120].

2.6. Serebral Palside Görülen Yürüyüş Bozuklukları

Yürüme sırasında gövdeyi öne doğru ilerletebilmek için alt ekstremitelerde sürekli devam eden alternatif hareketler meydana gelmektedir. Bir yürüyüş siklusu, bir alt ekstremitenin topuk vuruşu ile aynı alt ekstremitenin takip eden topuk vuruşu arasında geçen zaman olarak

tanımlanmaktadır. Yürüyüşün duruş (stance) ve sallanma (swing) olmak üzere iki ana fazı vardır. Yürüme sırasında bacağın yerle temas etmediği süre sallanma fazı olarak, yerde olduğu süre ise duruş fazı olarak adlandırılmaktadır. Normal yürüyüş hızı sırasında yürüme siklusunun duruş fazı %60'ını oluştururken sallanma fazı ise %40'ını oluşturmaktadır [121].

Vücut ağırlık merkezi, ikinci sakral vertebranın hemen önünde yer almaktadır. Vücut ağırlık merkezi, yürüme esnasında yaklaşık olarak 5 cm hem dikey düzlemde yukarı-aşağı, hem de yatay düzlemde her iki yana hareket etmektedir. Ağırlık merkezi orta duruş fazında en yüksek, çift destek evresinde ise en düşük seviyededir. Her iki plandaki hareketler sinüzoidal bir eğri oluşturmaktadır [121].

Normal yürüyüşte sallanma fazındaki alt ekstremitenin pelvisi anteriora, rotasyon yaparken yük taşıyan ekstremitte tarafındaki pelvis posteriora doğru rotasyon yapmaktadır. Bu rotasyon her bir yönde ortalama 4° ve toplamda yaklaşık 8° kadardır. Bunun yanında kalçada duruş fazında iç ve dış rotasyon ortaya çıkmaktadır. Dikey düzlemde pelvisin rotasyonu kalça fleksiyon ve ekstansiyonunu azaltmaktadır ve ağırlık merkezindeki dikey planda yer değişme miktarı yaklaşık 0,9–1 cm kadar azaltılmaktadır [121].

Yer reaksiyon kuvvetleri, duruş fazındaki ekstremitte üzerinde kalça ekleminin medialinden geçtiğinden dolayı addüktör moment oluşturur. Bu moment sayesinde sallanma fazındaki pelviste yaklaşık 10 derecelik pelvik tilt meydana gelmektedir. Yere basan alt ekstremitte tarafındaki kalça abdüktörleri konsentrik kasılarak addüktör momentini kontrol eder ve pelvisteki düşmenin 4 derece ile sınırlandırılmasını sağlarlar. Bu noktada yere basan alt ekstremitte tarafındaki kalça ekleminin bir miktar internal rotasyonu olurken, sallanma fazındaki kalça ekleminde ise bir miktar eksternal rotasyon oluşur. Böylelikle ekstremitelerin dizilimi hareketle aynı yönde devam eder [121].

Perry'e göre, normal yürümenin sağlanmasında önemli olan beş faktördeki problemler sonucu yürüyüş bozuklukları ortaya çıkmaktadır. Bu faktörler;

- Basma fazında stabilitenin sağlanması
- Sallanma fazında ayağın yerden yeterli uzaklığının sağlanması
- Sallanma fazı sonu fazda ayağın uygun pozisyonunun sağlanması
- Yeterli adım mesafesinin sağlanması

- Enerji korunmasıdır [122].

Serebral palsili olgularda yürüyüşün kazanılmasındaki en önemli etkenin alt ekstremitenin etkilenim miktarı olduğu bildirilmiştir [111]. SP’de etkilenim tipi ile yürüyebilme arasında bir ilişki olduğu bildirilmiştir; unilateral spastik SP’lerin neredeyse tamamı yürümeyi kazanırken bilateral tutulumu olan olgularda yürüme %72-91 arasında bir oranda görülmektedir. SP’li olgularda yürümeyi bozan temel nedenler arasında; spastisite, kuvvet kaybı, denge ve koordinasyon bozuklukları, propriyosepsiyon kaybı, kontraktürler ve deformiteler gösterilmektedir. Ayak bileği dorsifleksörlerinde selektif motor kontrolün yetersiz olması da yürüyüşte ilerlemeyi sınırlayabilmektedir. Bu problemlerden dolayı; sallanma fazında bacağın ilerletilmesi için gerekli biyomekanik açıların yetersiz olduğu, şok absorpsiyonunun bozulduğu, yürümenin duruş fazında stabilizasyon sağlamanın zorlaştığı ve enerji tüketiminin arttığı bildirilmiştir. Sağlıklı yaşlılarına kıyasla SP’li olguların yürüyüşte adım uzunluğunun ve hızının azaldığı, adım genişliğinin ve enerji tüketimlerinin arttığı gösterilmiştir [123, 124].

2.6.1. Unilateral spastik serebral palside görülen yürüyüş bozuklukları

Unilateral SP’de en yaygın olarak kullanılan yürüyüş sınıflaması 1987 yılında Winters ve arkadaşları tarafından yapılmıştır [125]. Sagital düzlemde kinematik verilerin gözlemlenmesine dayanarak dört yürüyüş tipi tanımlanmıştır. Winters’ın sınıflaması Rodda ve Graham tarafından 2001’de dizde hiperekstansiyon ve transvers düzlemde kalçadaki deviyasyonları içerecek şekilde güncellenmiştir [123].

Tip 1: Sallanma fazında gastroknemius ve soleus kaslarının tibialis anterior kasına göre aşırı aktivitesi görülmektedir. Yürüyüş sırasında ayağın yerle teması parmak ucuyla olmaktadır fakat basma sırasında ayak bileğinin dorsifleksiyonunda bir kısıtlılık bulunmamaktadır.

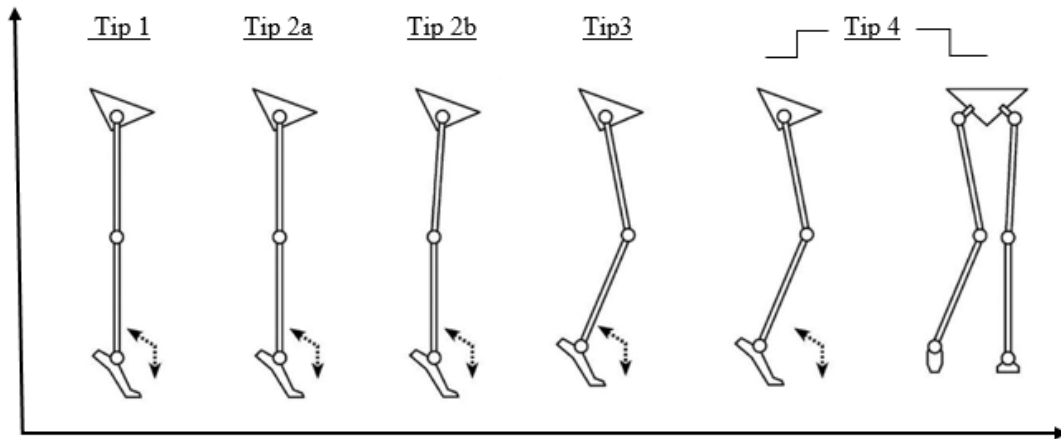
Tip 2: En sık rastlanan yürüme tipidir. Düşük ayak tablosuyla beraber gastroknemius ve soleus kaslarının statik veya dinamik kontraktürü sonucu ayak yürümenin duruş ve sallanma fazlarında ekin pozisyonundadır. Bu yürüyüş tipinde Tip 1’den farklı olarak gastroknemius ve soleus kaslarındaki spastisite miktarı daha fazladır. Tip 2, iki alt gruba ayrılmaktadır.

Tip 2a: Kalça ekstansiyonda, diz nötral pozisyondayken ayak bileğinde ekin deformitesi vardır.

Tip 2b: Kalça ekstansiyonda, diz hiperekstansiyondayken (genu rekurvatum) ayak bileğinde ekin deformitesi vardır.

Tip 3: Tip 1 ve 2'deki bozukluklara ek olarak bu gruptaki hastalar, sallanma fazında hamstringler ve rektus femoris kasları arasındaki ko-kontraksiyona bağlı olarak dizde kısıtlı bir fleksiyona, kalçada artmış fleksiyona ve artmış bir lumbal lordoza sahiptir. Bu gruptaki olgularda sallanma fazında rektus femoris kasının aşırı aktivitesine bağlı olarak ayağın ilerletilmesi zor olduğu için, hastalar karşı tarafta yükselme veya aynı tarafta bacağı oraklayarak kompanse etmeye çalışırlar.

Tip 4: Bu tip yürümede tip 3 bulgularına ek olarak kalça fleksör ve addüktör kaslarının etkilenimi de görülmektedir. Basma ve sallanma fazında ayak ekin pozisyonundadır, dizde fleksiyon ve ekstansiyon kısıtlanmıştır, kalçada fleksiyon, internal rotasyon ve addüksiyon kontraktürü vardır ve lumbal lordoz artışı görülmektedir. Dizdeki kısıtlılığı karşı tarafla parmak ucuna kalkarak kompanse etmektedirler [123].



Şekil 2.2. Unilateral spastik serebral palsi'de görülen yürüyüş bozuklukları

2.6.2. Bilateral spastik serebral palside görülen yürüyüş bozuklukları

Sutherland'ın SP'de yürüyüş sırasındaki diz anormallikleri sınıflamasına dayanarak [126], Rodda ve Graham ayak bileği, diz, kalça ve pelvisi göz önünde bulundurarak bilateral spastik SP'li olgular için sagittal düzlem kinematiğine dayanan bir sınıflandırma önermiştir. Bu öneriyle bilateral spastik SP'li olguların yürüyüşü 4 grup altında toplanmıştır [123].

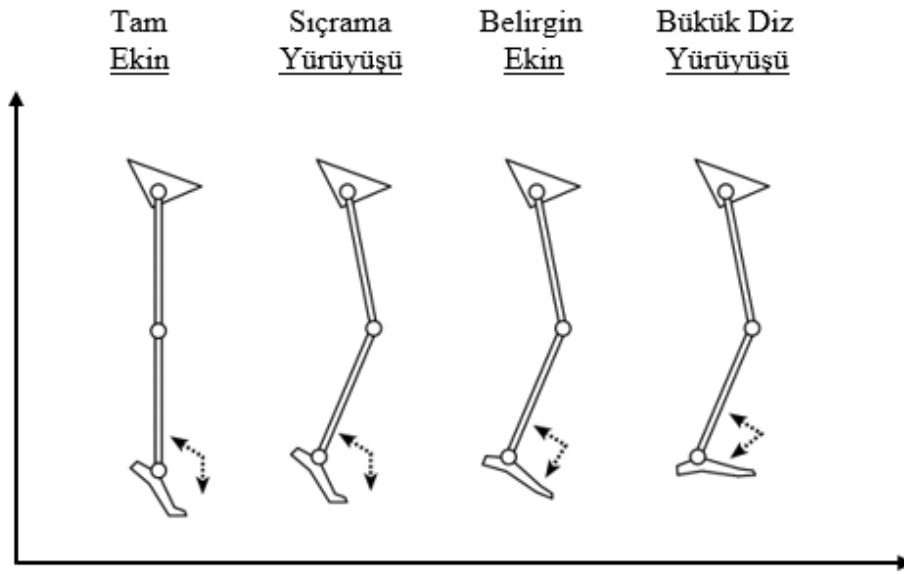
Tip 1-Tam Ekin: Bu yürüyüşte ayak bileği ekinde, kalça ve dizler ekstansiyonda olmaktadır. Dizlerde minimal rekurvatum da görülebileceği bildirilmiştir.

Tip 2-Sıçrama Yürüyüşü: Ayak bileğinde ekin, diz ve kalçada fleksiyon, anterior pelvik tilt ve artmış lumbal lordoz ile karakterize bir yürüyüştür. Basma fazının erken dönemlerinde başlayan ve geç döneme kadar değişen derecelerde aşırı kalça ve diz fleksiyonu ile karakterizedir. Kalça ve dizde hiçbir zaman tam ekstansiyon görülmemektedir.

Tip 3-Belirgin Ekin: Ayak bileğinde normal bir dorsifleksiyon açısı olmasına rağmen kalça ve dizin aşırı fleksiyonda olmasıyla yürüyüşün tüm fazları boyunca artmış bir fleksiyon gözlenmektedir. Bu artmış fleksiyon nedeniyle olgular parmak ucunda yürümekte ve sonuçta ekin pozisyonu görüntüsü ortaya çıkmaktadır. Hamstringler ve rektus femoriste kontraksiyonlar mevcuttur.

Tip 4-Bükük Diz Yürüyüşü: Bu yürüyüş tipinde basma süresi boyunca ayak bileğinde artmış dorsifleksiyon, diz ve kalça eklemlerinde ise artmış fleksiyon görülmektedir. Kalça fleksörleri ve hamstringler gergin, kuadriseps, gastroknemius ve soleus zayıftır. Kişi öne eğilmiş olarak yürümektedir [123].

2004 yılında Rodda ve Graham bu sınıflamalara ek olarak bilateral etkilenimli olgularda yürüyüşteki bozuklukların simetrik olmayabileceğini belirterek 5. Tip olan asimmetrik yürüyüşü tanımlamıştır. Bu yürüyüş tipine göre, bireyin iki alt ekstremitesinde yukarıda sıralanan farklı iki yürüme paternlerinin görülebileceği bildirilmiştir [126].



Sekil 2.3. Bilateral spastik serebral palside görülen yürüyüş bozuklukları

Selektif motor kontrolündeki yetersizliğin yürüyüş sırasında adım uzunluğunda ve yürüyüş hızında azalmaya yol açtığı gösterilmiştir. SP'li olguların yürüyüşün sallanma fazının sonunda ve ayak bileğinde dorsifleksiyon varken dizlerini tam ekstansiyona getiremedikleri gösterilmiştir [127].

2.7. Serebral Palside Görülen Denge ve Postüral Kontrol Problemleri

Denge istirahat ve aktivite sırasında yerçekimi merkezini destek yüzeyi içerisinde tutabilmek amacıyla gerçekleştirilen postüral uyumdur. Dengeyi sağlayabilmek için, duyuşsal uyarıların algılanması, düzenlenmesi, hareketin planlanması ve hatasız olarak gerçekleşmesi gerekmektedir [128]. Denge, vestibüler, görsel, işitsel ve propriyoseptif sistemler de dahil olmak üzere birçok vücut sisteminin uyum ile çalışmasıyla elde edilir. Denge sistemlerinin fonksiyonel amacı; yapılan aktivite için belirli bir postüral düzgünlüğün sürdürülmesi, istemli hareketlerin fasilasyonu ve sendeleme, kayma veya itme gibi dengeyi bozan durumlardan sonra dengenin yeniden kazanılmasını içermektedir [129].

Gövdenin ve destek yüzeyinin sabit olması durumunda statik dengeden, destek yüzeyinin veya gövdenin hareketli olması durumunda ise dinamik dengeden söz edilir [128]. Sp'li olguların hem statik hem dinamik dengelerinin sağlıklı yaşlılarına kıyasla bozuk olduğu

bildirilmiştir [130]. Dinamik denge kendi içinde proaktif ve reaktif denge olmak üzere iki alt başlıkta incelenmektedir.

Proaktif denge (beklentsel postüral ayarlamalar), beklenen bir denge değişikliğine karşı vücudu hazırlamak ve dengenin devam etmesini sağlamak amacıyla yapılan postüral ayarlamalardır. Proaktif dengenin sağlanabilmesi, kişinin postürünü sürdürebilme kabiliyeti, santral sinir sistemi ve o duruma ve deneyime dayalı sapmaları tahmin edebilmesine bağlıdır. Yani proaktif dengenin oluşabilmesi için kişinin o dengesel ayarlamayla daha önce karşılaşmış olması ve ne yapacağını tahmin edebilmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda proaktif dengenin 4 yaşından sonra geliştiği gösterilmiştir [131, 132].

Reaktif denge (kompansatuar postüral ayarlamalar) ise kişinin kayma veya tökezleme gibi beklenmedik bir durumdan toparlama ve yeniden dengesini sağlayabilmesi olarak tanımlanmaktadır. Hareketli bir zemin üzerinde ani bir değişikliğe karşın kişinin dengesini yeniden sağlayabilmesi reaktif denge sayesinde gerçekleşmektedir [133, 134]].

Spastik SP’li olgularda sağlıklı yaşlılarına kıyasla proaktif dengelerinin azalmış, reaktif dengelerinin ise artmış olduğu gösterilmiştir [135].

Postüral kontrol, vücut pozisyonunun uzayda yönlendirilmesi (oryantasyonu) ve stabilize edilmesinin kontrolü olup, dinamik sensöri-motor sürecin etkileşimine dayanan karmaşık bir motor beceridir. Postüral kontrol hem uygun kas aktivitesine hem de yeterli nöromotor kontrole dayanmaktadır. Bu nedenle SP’li olgularda postüral kontrolün de büyük oranda bozuk olduğu görülmektedir [136]. Denge ve postüral kontrol hareketin temel bileşenleridir. Oluşan bir denge kaybı durumundan toparlanabilmek ve oluşabilecek denge kayıplarını önceden tahmin edip postüral ayarlamaları yapabilmek için her ikisinin de etkili çalışıyor olması gerekmektedir.

Dengenin iyi olması birçok fonksiyonel becerinin performansı açısından önemlidir. SP’li olgularda denge kaybına yol açabilecek birçok faktör bulunmaktadır ve spastisite, kuvvet kaybı, selektif motor kontrolde yetersizlik, ko-kontraksiyon, duyu-algı-motor bütünleme problemleri, kontraktür ve deformiteler bu faktörlerden bazılarıdır [134, 137]. Denge birçok kaba motor becerinin önemli bir bileşeni olduğundan denge kaybı yaşayan SP’li olgular günlük yaşam aktivitelerinin büyük bir kısmında kısıtlanabilmektedir [130].

2.8. Serebral Palsili Olgularda Enerji Tüketimi

Enerji tüketimiyle sonuçlanan tüm bedensel hareketlere fiziksel aktivite denir. Yapılan çalışmalarda SP'li olguların tümünün sağlıklı yaşlılarına göre fiziksel aktivite seviyelerinin daha düşük olduğu bildirilmiştir [138-140]. SP'li olguların alt ekstremitelerindeki kontraktür ve deformiteler, kas zayıflığı, kaslardaki istemsiz ko-kontraksiyon ve eklem instabiliteleri yürüyüşte birçok probleme yol açmaktadır [111]. Adım uzunluğunda azalma, kadansta artış ve yürüyüş hızında azalmaya yol açan bu bulguların SP'li olgularda yürüyüş sırasındaki enerji tüketiminin sağlıklı yaşlılarına kıyasla 3 kata kadar arttırdığı uzun yıllardır bilinmektedir [141] [142].

2.9. Spastik Serebral Palsiye Eşlik Eden Problemler

Yapılan çalışmalar Spastik SP'li olguların tümünde motor problemler olduğunu ve tüm SP tipleri arasında en çok özürlülüğe yol açan tip olduğunu ortaya koymuştur. Günümüzde SP'nin yalnızca motor problemler oluşturan bir durum olmadığı bilinmektedir [143]. Motor problemler haricinde ortaya çıkan ve SP prognozu ve tedavisi üzerinde negatif etkiler oluşturan birçok problem bulunmaktadır.

2.9.1. Entellektüel bozukluklar

Entelektüel bozukluk; yeni veya karmaşık bilgileri anlama, yeni becerileri öğrenme ve uygulama yeteneğinde önemli ölçüde azaltılma anlamına gelmektedir. Üç alanda zihinsel işleyişi etkileyen yeteneklerin bozulmasını içermektedir:

- Algısal alan: Dil, okuma, yazma, matematik, akıl yürütme, bilgi ve bellekteki becerileri içerir.
- Sosyal alan: Empati, sosyal yargı, kişiler arası iletişim becerileri, arkadaşlık kurma ve sürdürme gibi yetenekleri ifade eder.
- Pratiklik alanı: Kişisel bakım, iş sorumlulukları, para yönetimi, rekreasyonel, okul ve iş görevlerini organize etme gibi alanlara odaklanır [144].

Yapılan çalışmalara göre SP'li olgularda %45 oranında entelektüel bozukluk görülmektedir ve SP'deki tabloyu daha da karmaşık hale getirebilmektedir. SP'li olgularda entelektüel

bozukluk çok hafif eksikliklerden bağımsız olarak yaşamanın engellenmesine kadar geniş bir yelpazede karşımıza çıkabilmektedir [145]. Entelektüel bozuklukların SP tipiyle ilişkili olduğu ve epilepsisi olan olgularda daha fazla olduğu ortaya konmuştur [60]. Bağımsız yürüyebilen olgularda %30 oranında, yardımcı cihazla yürüyen olgularda %48 oranında, yürüyemeyen olgularda ise %83 oranında entelektüel bozukluğa rastlandığı bildirilmiştir [145].

2.9.2. Epilepsi

Epilepsi, nöronların kontrol edilemeyen, ani, aşırı ve anormal deşarjlarına bağlı olarak ortaya çıkan bir durumdur. SP'li olguların %22-40'ında epilepsi eşlik eden bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır [60, 146]. Unilateral spastik SP'li olgularda parsiyel epilepsi yaygın olarak görülmektedir. Şiddetli bilateral tutulum olan hastaların yaklaşık yarısında ise jeneralize epilepsi görülmektedir [38]. Epileptik nöbetlerin sıklığı genellikle 16 yaşından sonra azalmaktadır [60].

2.9.3. Duyusal bozukluklar

Serebral palsili olguların büyük bir çoğunluğunda duysal bozukluklar olduğu fakat bu bozuklukların SP şiddeti ile korelasyon göstermediği ortaya konmuştur [147]. SP'li olgularda stereognosis %20 oranında iki nokta ayrımı ise %44-51 oranında etkilenmiştir [60]. Propriyosepsiyonla ilgili yapılmış olan çalışmalarda tüm SP tiplerinde defisitler olduğu ortaya konmuştur. Propriyosepsiyonun unilateral SP'li olgularda bile bilateral etkilenmiş olabileceği yapılan çalışmalarda gösterilmiştir [148]. SP'li olgularda duysal bozuklukların motor disfonksiyonu direkt olarak etkileyebileceği, bir motor aktiviteyi gerçekleştirme becerisinin geribildirim sağlayan ve yol gösteren afferent inputlar ile direkt olarak ilişkili olduğu bildirilmiştir [149, 150].

2.9.4. Konuşma bozuklukları

Konuşma bozuklukları SP şiddeti ile doğru orantılı olup yaygın olarak ortaya çıkmaktadır. Yapılan bir derlemede SP'li olguların %25-81'inde konuşma bozukluğu olduğu görülmektedir [151]. En sık görülen konuşma bozuklukları da dizartri ve afazi olarak bildirilmiştir [152].

2.9.5 Görme bozuklukları

Görme bozukluklarının en fazla spastik SP'li olgularda ortaya çıktığı, ciddiyeti değişmekle beraber SP'li olguların %62'sinde görme bozuklukları olduğu bildirilmiştir. Görme bozukluğu olan olguların %71'inde düşük görme keskinliği, %70.5'inde şaşılık ve %10'unda ciddi görme kaybı olduğu gösterilmiştir [151, 153].

2.9.6. Oral-motor problemler

Serebral palside oral-motor kas kontrolünün motor gerilik, spastisite, hipotoni, ilkel reflekslerin kaybolmaması sonucu yetersiz olduğu gösterilmiştir [154]. Yapılan çalışmalara göre Salya problemleri, aspirasyon pnömonisi, disfaji, gastro-özefagial reflü ve gecikmiş gastrik boşalma gibi farklı oral-motor problemlerin SP'li olgularda beslenme problemleri oluşturduğu ortaya konmuştur. Bu beslenme problemlerinin SP'li olguların %50'sinde görüldüğü ve olgularda büyüme üzerine negatif etkisi olduğu bilinmektedir [155].

2.9.7. Ağrı problemleri

Serebral palsili olguların ortalama 7 yaş civarında %32.4 oranında, yetişkinlikte ise %67 oranında ağrı yaşadığı bildirilmiştir [156, 157]. Ağrının genellikle kas-iskelet sistemi sorunlarından, spastisiteden veya pozisyon bozukluklarından kaynaklanan nöromusküler problemlerden köken alabileceği gösterilmiştir. Tüm SP tiplerinde en sık karşılaşılan ağrının bel ağrısı olduğu, bilateral SP'de sıklıkla diz ve ayak bileği ağrıları, diskinetik tip SP'de ise baş, boyun ve omuz ağrılarının sıklıkla görüldüğü bildirilmiştir [60].

2.10. Serebral Palside Kullanılan Cerrahi Yaklaşımlar

Serebral palside oluşan ikincil problemleri önlemek veya düzeltmek ve motor becerileri maksimumda tutmak amacıyla farklı cerrahi uygulamalar kullanılmaktadır. Deformiteleri önlemek amacıyla tenotomi, kas transferleri, osteotomi ve artrodez gibi yöntemler kullanılmaktadır. Yapılan bu cerrahi uygulamaların SP'li olgularda fonksiyon ve yaşam kalitesi üzerine olumlu etkileri olduğu gösterilmiştir [111].

Cerrahi uygulamaların amaçları; fonksiyonu veya hijyeni engelleyen kontraktürlerin giderilmesi, bazen artan kas tonusu yararlı olabileceği için spastisitenin seçici bir şekilde azaltılması, eklemlerin subluksasyonunun düzeltilmesiyle aktivitenin arttırılması, enerji tüketiminin azaltılması ve yürüyüş verimliliğinin arttırılması, aktivite ve katılımın arttırılmasını hedeflemektedir [158].

2.11. Serebral Palside Değerlendirme

Serebral palside değerlendirme; olgunun motor performansını, gelişim seviyesini, fonksiyonel durumunu belirlemek ve tedavi için kısa ve uzun vadede gerçekçi hedefler belirleyebilmek amacıyla yapılmaktadır. Gözlem değerlendirmenin en önemli parametrelerinden biridir. SP’de gözlem olgunun ilgisini çekebilecek bir odada, uygun oyuncak ve materyallerle yapılmalıdır ve olgunun yapabildiği aktif hareketler, aktivite ve oyun sırasındaki postürü, bağımsızlık seviyesi, ağırlık aktarması ve aktivite geçişleri sırasındaki tonus artışları gözlenmelidir.

2.11.1. Motor fonksiyonların değerlendirilmesi

Serebral palsili olgularda kaba motor fonksiyonları sınıflandırmak için en yaygın olarak kullanılan sistem Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi (KMFSS)’dir [159]. Palisano ve arkadaşları tarafından geliştirilen KMFSS, motor etkilenim derecesini 1 en az etkilenim, 5 en ağır etkilenim olmak üzere sınıflandırmaktadır [159, 160]. Motor fonksiyonlar yaşa göre değiştiği için fonksiyonlar 0-2 yaş, 2-4 yaş, 4-6 yaş, 6-12 ve 12-18 yaş için ayrı ayrı tanımlanmıştır [161]. Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması da yapılan KMFSS, kolay kullanılabilen, kısa sürede uygulanabilen, özel bir eğitim gerektirmeyen, geçerli ve güvenilir bir yöntemdir [162].

Çizelge 2.2. Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi

	• Kısıtlama olmadan yürür, merdiven çıkabilir • Koşma, zıplama gibi aktiviteleri yapabilir • Hız, denge ve koordinasyon gerektiren hareketlerde kısıtlılık vardır
	• Yardımcı araç olmadan yürür, tırabzandan tutunarak merdiven çıkar • Toplum içinde yürürken kısıtlılıkları vardır • Koşma ve zıplama aktiviteleri kısıtlıdır
	• Elden destekli yardımcı araçla yürür • Tırabzandan tutunarak merdiven çıkabilir • Toplum içinde yürürken kısıtlılıkları vardır • Tekerlekli sandalyeyi kendisi kullanabilir
	• Yardımcı cihazlarla bile bağımsız mobilizasyonu kısıtlıdır • Kısıtlılıkları nedeniyle toplum içinde taşınır veya motorlu tekerlekli sandalye kullanır
	• Baş kontrolü yetersizdir • Yardımcı araçlara rağmen oturma ve ayakta durmada sorun vardır • Yardımcı teknolojiler kullanılsa da mobilizasyon ciddi derecede kısıtlıdır • Tekerlekli sandalye ile taşınır

2.11.2. Selektif motor kontrol değerlendirmesi

Selektif motor kontrol (SMK) istemli bir hareketi veya postürü elde etmek amacıyla kas aktivasyonunu seçici bir patern halinde yapabilme becerisidir. SMK kaybı ilgili kas aktivasyonu sırasında ortaya çıkan ko-kontraksiyonla sonuçlanmaktadır. SMK'nın yürüyüşün verimliliği ile ilişkili olduğu ortaya konmuştur [84]. Dorsifleksör kasların SMK değerlendirmesi için Boyd ve arkadaşları tarafından geliştirilen skala kullanılmaktadır [163]. Skala 0 ve 4 arasında derecelendirilmektedir ve 0 en düşük performansı gösterirken 4 hareketin tam olduğu, selektif motor kontrolde yetersizlik olmadığını göstermektedir.

2.11.3. Dengenin değerlendirilmesi

SP'li olguların denge değerlendirmesinde laboratuvar testleri ve klinik ölçeklerden oluşan birçok yöntem kullanılabilmektedir. Kuvvet platformları, postürografi, denge sistemleri, stabilometre cihazları laboratuvar ortamında kullanılan ve objektif veriler sağlayan denge

analiz yöntemleridir. Klinikte en yaygın olarak kullanılan testler ise; pediatrik denge ölçeği (PDÖ), Zamanlı Kalk Yürü Testi (ZKYT) ve fonksiyonel uzanma testidir [164].

Pediatrik denge ölçeği

Yetişkinlerde kullanılan Berg Denge Ölçeğinin çocuklar için uyarlanmış şeklidir. SP’li olgularda fonksiyonel denge değerlendirmesinde geçerli ve güvenilir olduğu bildirilmiştir. Bu ölçek ile günlük yaşam aktiviteleri sırasındaki pozisyon geçişleri ve dik duruş pozisyonları sırasında dengeyi zorlayacak birçok farklı durum değerlendirilmektedir. Oturmadan ayağa kalkma, ayakta durma, transferler, adım alma, tek ayak üzerinde durma, dönme, eğilme, uzanma gibi aktiviteleri içeren 14 sorudan oluşmaktadır. Her soru için 0-4 arası puan verilmektedir. Testin toplam puanı 56’dır. Yüksek puanlar denge performansının iyi olduğunu göstermektedir. Toplam test süresi ortalama 15 dakikadır [165].

Zamanlı kalk yürü testi

Zamanlı kalk yürü testi temel hareket yeteneğini, yürüme hızını, postüral kontrolü, fonksiyonel mobilitayı ve dengeyi değerlendirmektedir. Üç yaşından büyük, yürüyebilen sağlıklı ve SP’li olgular için geçerlilik ve güvenilirliği vardır. Olgulardan yalnızca sırt destekli olan, kol desteksiz sandalyeden kalkıp maksimum hızda, koşmadan, 3 metrelik mesafeyi yürüyüp sonra dönüp sandalyeye tekrar oturması istenir ve bu testi yaparken geçen süre kaydedilir. Sürenin kısa olması fonksiyonel becerilerin ve dengenin daha iyi olduğunu göstermektedir [166].

Fonksiyonel uzanma testi

Dengenin dinamik kopponentini değerlendirmek için kullanılan bir testtir. SP’li olgularda geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır. Sabit ayakta durma pozisyonunda kolu ile öne ve yanlara vücut pozisyonunu bozmadan uzanması istenir. Çocuğun uzanabildiği maksimum mesafe santim olarak ölçülmektedir [167].

2.11.4. Kas tonusunun değerlendirmesi

Serebral palside kas tonusundaki bozuklukların motor fonksiyonlarda ve bağımsızlıkta kısıtlılıklara yol açtığı bilinmektedir [168]. Uygun bir tedavi programının belirlenebilmesi

için ortaya çıkan motor fonksiyon bozukluğunun spastisiteye ne oranda bağlı olduğunu belirlemek ve spastisiteyi diğer semptomlardan ayırt etmek için doğru bir değerlendirme yapabilmek önemlidir [169]. Spastisitenin varlığını belirlemek kolayken miktarını ölçmenin zor olduğu kabul edilmektedir [170].

Spastisiteye etki eden birçok farklı durum vardır. Spastisite günden güne hatta gün içinde değişiklik gösterebilmektedir. Ekstremitenin pozisyonu, çevrenin ısısı, yorgunluk ve akut nosiseptif uyaranların spastisiteye etki edebileceği bildirilmiştir [171].

Kas tonusunun değerlendirilmesinde evrensel olarak kabul görmüş net bir yöntem yoktur. Spastisitenin belirlenmesinde kullanılan birkaç farklı yöntem vardır. Spastisitenin değerlendirmesinin hızlı, basit ve herhangi bir ortamda uygulamaya elverişli olması önemlidir [172]. Başlıca ölçüm yöntemleri şöyle sıralanabilir:

Biyomekanik değerlendirmeler:

- Pendulum testi
- İzokinetik dinamometreler

Nörofizyolojik-Elektrofizyolojik değerlendirmeler:

- H yanıtı
- H/M oranı
- F yanıtı
- F/M oranı
- Yürüme analizi
- Dinamik EMG,
- Kinetik ve kinematik değerlendirmeler
- Gonyometrik ölçüm

Klinik Skalalar

- Ashworth/Modifiye Ashworth skalası
- Tardieu/Modifiye Tardieu skalası
- Spasm frekans skalası
- Postür değerlendirme Skalaları

Skalalar klinikte spastisitenin değerlendirilmesinde en yaygın ve en kolay uygulanabilir yöntemler olduğu için en fazla tercih edilen yöntemlerdir [173]. Modifiye Ashworth Skalası ve Modifiye Tardieu skalalarının (MTS) spastisite değerlendirmesinde en yaygın olarak kullanılan yöntemler olduğu bildirilmiştir [174].

Modifiye Ashworth skalası

İlgili ekstremitenin pasif hareketi sırasında spastisitesi olan kasın gösterdiği direncin belirlenmesine dayanan bir ölçüm yöntemidir. Spastisiteyi 0 ile 4 arasında değerlendiren Asworth skalasına 1+ değerinin eklenmesi ile Modifiye Ashworth skalası elde edilmiştir [174]. Bu skalanın hıza bağımlı değerlendirme yapan bir skala olmamasından dolayı aslında spastisiteyi gerçekten değerlendiremediği ortaya konmuştur [169].

Modifiye Tardieu skalası

Tardieu Skalası 1954 yılında geliştirilen ve spastisiteyi pasif hareketle değerlendiren bir skaladır [175]. Değerlendirme ekstremit segmentlerinin yerçekimi ile düşüş hızında, bu hızdan daha yavaş (R1) ve bu hızdan daha hızlı (R2) yapılmaktadır. 1999'da Boyd ve Graham tarafından bu skala R1 ve R2 olmak üzere iki farklı hızda değerlendirme yapacak şekilde modifiye edilmiştir. R1 ve R2 değerleri için eklem hareketinde kasın ilk direnç verdiği noktalar gonyometre ile ölçülmektedir. R1 değerlendirmesinde hızlı eklem hareketinde artmış germe refleksinden dolayı ortaya çıkan hıza bağımlı tonus artışının (spastisitenin) oluşturduğu yakalama hissi değerlendirilirken R2 değerlendirmesinde yavaş eklem hareketinde eklem hareket açıklığı ve kas uzunluğu ile ilgili bilgi elde edilmektedir [163]. MTS'ye göre R1 ve R2 değerlerinin arasındaki fark da önem arz etmektedir. Bu iki değer birbirine yaklaşması spastisite komponentinin daha az olduğunu bildirirken artması spastisitede artışı göstermektedir. SP'li olgularda MTS'nin Modifiye Ashworth skalasına göre değerlendirmede daha etkili olduğu ve hıza bağımlı tonus artışını ölçebildiği ortaya konmuştur [176, 177].

2.11.5. Yürüyüşün değerlendirilmesi

Serebral palsili olguların tedavi süreçlerini yönetirken yürüyüş analizi klinik karar vermede önemli bir rol oynamaktadır. Yürüyüş bozukluklarını belirlemek, tedavi hedeflerinin

belirlenmesine yardımcı olmak ve ortotik müdahalenin ardından değerlendirme yapabilmek için yürüyüş analizleri yapılmaktadır. Gözlemsel yürüyüş analizi, yürüyüşü değerlendirirken en yaygın kullanılan yöntemdir. Gözlemsel Yürüyüş analizi sagittal planda, basma fazında ayağın yerle temas etmesi ile başlar, diz, kalça ve pelvisin eklem hareketlerinin değerlendirilmesi ile son bulur. Yürüyüş analizi ayrıca yürüyüşün spatio-temporal parametrelerinin analiz edilmesini kapsamaktadır. Bu spatio-temporal parametreler; adım uzunluğu, çift adım uzunluğu, adım genişliği, kadans, yürüme hızı, adım süresi ve çift adım süresi olarak sıralanmaktadır [121].

Adım uzunluğu

Yürüme siklusunda, bir topuğun yerle temas eden noktası ile diğer topuğun yerle temas eden noktası arasındaki mesafe olarak tanımlanmaktadır. Bir yürüme siklusu için sağ ve sol olmak üzere iki adım uzunluğu vardır. Adım ve çift adım uzunlukları eklemlerin hareket açıklıklarında azalma, kas zayıflıkları, ağrı gibi durumlarda azalabilmektedir [121].

Çift adım uzunluğu

Bir topuğun yerle temas eden ilk noktası ile aynı topuğun yerle temas eden ikinci noktası arasındaki mesafedir. Sağ ve sol adım uzunluklarının toplamına eşittir.

Adım genişliği

Topukların orta noktaları arasındaki horizontal mesafedir. Ortalama 8 cm'dir.

Kadans

Bir dakikada atılan adım sayısı olarak bilinen kadans, yürüme ritmi olarak da bilinmektedir. Birimi adım/dakikadır.

Yürüyüş hızı

Kişinin yürüyüş sırasında belirli bir zaman ve yönde aldığı mesafe olarak tanımlanmaktadır. Yürüme hızı çift adım uzunluğunun kadans ile çarpılıp ikiye bölünmesiyle bulunur. Birimi metre/saniyedir.

Adım süresi

Bir ayağın yerde duruş süresini ifade eder. Bir ayağın topuk vuruşu yaptığı zaman ile diğer ayağın topuk vuruşu yaptığı zaman arasında geçen süredir. Ölçü birimi olarak saniye (s) kullanılmaktadır.

Çift adım süresi

İki ayağın aynı anda yerde olduğu süreyi tanımlamaktadır. Çift adım süresi, iki adım için geçen zaman olarak tanımlanmaktadır. Ölçü birimi olarak saniye (s) kullanılmaktadır [121].

Gözlemsel yürüyüş analizi sırasında daha objektif değerlendirme yapabilmek için eşzamanlı olarak kullanılabilecek farklı değerlendirme araçları geliştirilmiştir. “*Observational Gait Scale*”, “*Visual Gait Score*” “*Physician Rating Scale*” bu değerlendirmelerden birkaçıdır [178-180].

Gözlemsel yürüyüş analizi eklem hareket açıklığı gibi kinematik verilerle ilgili fikir vermekle beraber sübjektif olması nedeniyle gözlemcinin bilgi ve tecrübesine bağlıdır. Ayrıca, gözlemsel yürüme analizi güç ve moment gibi kinetik veriler hakkında sınırlı bilgi vermektedir.

Giyilebilir yürüyüş analiz sistemi-BTS G-WALK

BTS G-WALK, (BTS SpA, Via della Croce Rossa, 11 Padova, Italy; SN: 0213-0378) giyilebilen eylemsizlik sensörü ile hareketlerin objektif ve kesin olarak analiz edilmesine olanak sağlayan bir analiz sistemidir. Üç eksenli bir akselerometre, manyetik bir sensör ve üç eksenli bir jiroskoptan oluşan bir kablosuz sistem olup, lumbal 5 üzerine yerleştirilerek fonksiyonel bir yürüyüş analizi yapılmasına olanak tanımaktadır. BTS G-WALK aracılığıyla spatio-temporal yürüme parametreleri incelenebilmektedir. 34 gram ağırlığıyla çocuklarda

da kolaylıkla kullanılabilecek bir sistemdir. Yürüyüşün hızı, kadansı, adım uzunluğu, adım genişliği, yürüyüş döngüsü süresi, duruş süresi, sallanma fazı, tek ve çift destek periyotları ve pelvisin yürüyüş sırasındaki kinematiği ile ilgili bilgi vermektedir [181].

2.11.6. Serebral palsili olgularda kassal aktivasyonun değerlendirilmesi

Elektromyografi (EMG), sarkolemmadaki fizyolojik değişikliklerine ait sinyalleri büyüten, voltaj olarak kaydeden ve analiz edilmesine olanak sağlayan bir yöntemdir. EMG doğrudan kas dokusuna elektrotlar yerleştirilerek veya deri üzerine yerleştirilen yüzeyel elektrotlar aracılığıyla ölçülebilmektedir [182]. Nörolojik EMG ölçümlerinde dinamik olmayan şartlarda kasın dış uyarılara karşı verdiği cevap değerlendirilebilmektedir [183]. Kinezyolojik EMG ölçümlerinde ise fizyolojik çalışmalara ek olarak araştırma, spor eğitimi, endüstriyel ürünler ve çalışma koşullarını değerlendirmek amacıyla da kullanılmaktadır [184]. Yüzeyel EMG ölçümleri tedavi yaklaşımları, antrenman, fonksiyonel hareketler ve dengeyle ilgili durumlarda kasların nöromusküler aktivasyonu ölçülmektedir.

Kas kasılmasının en küçük birimi motor ünite olarak tanımlanmaktadır. Bir motor ünite, bir motor nöron, nöromusküler kavşak ve motor nöron tarafından inerve edilen kas liflerinden oluşmaktadır. Merkezi sinir sistemi tarafından aktive edilen motor ünite sayısı ve ateşlenme oranına göre kas kontraksiyonunun gücü değişmektedir. Merkezi sinir sisteminden gelen sinyal zayıfsa, küçük motor üniteler uyarılmaktadır. Sinyalin gücü arttıkça büyük motor üniteler uyarılmaktadır ve daha kuvvetli bir kontraksiyon ortaya çıkmaktadır. Merkezi sinir sisteminden gelen uyarıyla oluşan depolarizasyon aşamasında iyonların hareketleri elektromanyetik bir alan oluşturmaktadır ve ortaya çıkan elektriksel akımın bir bölümü deriye yayılmaktadır. Deriye yayılan bu elektriksel potansiyellerin elektrotlar aracılığıyla tespit edilmesiyle Yüzeyel EMG (yEMG) değerlendirmesi yapılabilmektedir [185, 186]. Kassal aktivasyonun değerlendirilmesi için non-invaziv bir yöntem olduğu ve çocuklarda kolaylıkla kullanılabileceği için (yEMG) SP'li olgularda da kullanılmaktadır [187, 188]. Ölçümler vücut üzerine yapıştırılan elektrotlarla yapılmaktadır. Elektrotların kastaki motor noktalara ve myotendinöz bağlantıya göre lokalizasyonu, sinyalin frekansını ve amplitüdünü etkilemektedir. Bu nedenle yEMG çalışmalarında yalnızca hedeflenen kastan sinyal alabilmek için “*Surface EMG For a Non-Invasive Assessment of Muscles*” (SENIAM) tarafından hazırlanan kılavuz dikkate alınmaktadır [189]. yEMG uygulamaları ile kasla ilgili 5 bilgi elde edilebilmektedir;

Kas aktif mi?

Aktivite anında ham EMG (*raw EMG*) kayıtlarına bakılarak direkt olarak cevap verilebilmektedir. Sağlıklı bir insanda istirahatte aksiyon potansiyeli oluşumu ve depolarizasyon olmamasından dolayı kaslar inaktiftir. Eğer kas ihtiyaç olmadığı halde aktivite göstermekteyse, kas spazmı, hipertonus, eklem instabilitesi veya davranışsal yanlış kullanım söz konusu olabilmektedir.

Kas aktivite miktarının belirlenebilmesi

Kasın aktivite miktarının karşılaştırılabileceği bir kontrol kaydı aracılığıyla belirlenebilmektedir. Ekstremiteler arası değerlendirme ya da müdahale öncesi sonrası değerler incelenebilmektedir.

Kasın aktif veya inaktif olduğu zaman aralıklarının belirlenebilmesi

Tipik bir hareket döngüsü sırasında kasların zamansal özellikleri ve diğer kaslarla beraber kasılma zaman aralıkları hesaplanabilmektedir. Bu tip analiz sonucunda normalizasyon gerekmediği için hastalarda kullanımı rahattır. Bu analizin kullanıldığı en popüler örnek yürüyüş analizleridir.

Kasın aktivite seviyesinin belirlenmesi

Bu analizle, tedavi, eğitim ve egzersiz programlarının etkileri belirlenebilmektedir. Ergonomik çalışmalarda, iş sırasındaki postürler değerlendirilerek, kasların üzerindeki stresi azaltmaya yönelik teknikler geliştirmek için kullanılabilmektedir.

Kastaki yorgunluk miktarı

Yorgunluk çok karmaşık bir sonuç olduğu için analizi oldukça karmaşıktır. yEMG kullanılarak yorgunluk ile ilgili objektif bir değerlendirme yapılabilmektedir. İzometrik kas kasılması boyunca, amplitüd ve frekansa bağlı analizlerde kas yorgunluğuna bağlı dalgalanmalar gözlenmektedir. Kas yüzeylerinde motor aksiyon potansiyellerinin iletim hızının azalması sonucunda amplitüdde artış ve toplam güç spektrumunun median frekansında azalmalar görülmektedir [190].

Elektromyografinin sinyal analizi

Ham EMG sinyali; üst üste binen MUAP'ları belirleyen filtresiz ve işlenmemiş sinyadır. Ham EMG verileri, doğası gereği, rastgele bir şekildedir ve bir ham EMG verisi aynı şekilde tekrar açığa çıkarılamayabilir. Bunun nedeni aktive olan motor ünitelerin sürekli olarak değişmesidir [190]. Ham EMG kaydı, kasların aktivasyonu konusunda objektif bilgiler içerse de bulguların güvenilirliğini artırmak amacıyla bazı sinyal işleme adımları kullanılmaktadır [190].

EMG sinyallerini etkileyen faktörler

Kas membranından elektrotlara kadar olan mesafede EMG sinyalinin şekli ve özellikleri çeşitli dış faktörlerden etkilenebilmektedir. Bu faktörler;

Doku özellikleri

İnsan vücudunda elektrik iletkenliği doku tipi, kalınlığı, fizyolojik değişiklikler ve sıcaklık ile değişmektedir. Bu koşullar, bireyden bireye farklılık gösterebilmekte ve işlenmemiş EMG sinyali üzerinde hesaplanan EMG genlik parametrelerinin doğrudan kantitatif karşılaştırmasını engelleyebilmektedir [190].

Çapraz Gürültü (Fizyolojik Cross Talk)

Değerlendirme bölgesine komşu kaslar, lokal elektrot sahası tarafından tespit edilebilen EMG sinyali üretebilir. Bu “Çapraz Gürültü”, genel sinyal içeriğinin en fazla %10-%15'ini oluşturabilir ya da hiç bulunmaz. Bununla birlikte, elektrot yerleşiminde kas grupları arasında elektrotların fazla yakın yerleştirilmemesine dikkat edilmelidir [190].

EKG gürültüsü, özellikle üst gövde ve omuz kaslarındaki EMG kayıtlarında gözlenmektedir. Kolayca farkedilebilmektedir ve ortadan kaldırmak için yeni algoritmalar geliştirilmiştir[190].

Kas gövdesi ve elektrot lokasyonu arasındaki geometrideki değişiklikler

Sinyal kaynağı ile tespit yeri arasındaki herhangi bir mesafe değişikliği, EMG verilerini değiştirebilmektedir. Bu durum tüm dinamik çalışmaların doğal bir problemidir ve eksternal baskıdan da kaynaklanabilir [190].

Dış gürültü

Çok gürültülü elektrik ortamlarında EMG kaydı alınırken özel dikkat gösterilmelidir. Ortamda bulunan diğer harici cihazların yanlış topraklanmasıyla üretilen güç kaynağından çıkan gürültünün doğrudan müdahalesi en sık rastlanan ve en fazla zorluk oluşturan dış gürültüdür [190].

Elektrot ve amplifikatörler

Elektrot seçimi, kalitesi ve amplifikatörün gürültüsü EMG hattına sinyal ekleyebilmektedir. EMG ölçümünün kalitesi büyük oranda cildin hazırlığına ve elektrotların pozisyonlanmasına bağlıdır. Elektrotlar cilde tam yapışmalı ve cilt empedansı düşük olmalıdır. Cildin empedansını düşürmek için ciltteki tüyler tamamen tıraşlanmalı ve ölü dokuyu uzaklaştırmak için alkolü pamukla temizlenmelidir. Elektrod seçiminde gümüş/gümüş klorür jelli elektrotlar tercih edilmelidir. Ölçümlerin seçiciliğini artırabilmek için küçük elektrotlar kullanılmalıdır; bu sayede çapraz gürültü riski büyük oranda azaltılabilir. Ayrıca elektrotlar arası merkezden merkeze olan mesafe ise 2 cm’de tutulmalıdır [182]. Elektrot uygulamalarında ve elektrotların pozisyonlanmalarında SENIAM yönergeleri dikkate alınıp birey bu kılavuza göre hazırlanmalıdır [189].

EMG sinyallerini etkileyen faktörlerin çoğu, değerlendirilecek kişinin doğru bir şekilde hazırlanması ve kaydın alındığı oda koşullarının kontrol edilmesiyle en aza indirilebilmektedir [190].

EMG filtre ayarlarının seçimi

EMG kaydında sinyale sızan gürültüleri temizlemek için filtreleme işlemi yapılmaktadır. Filtre derecesi, istenmeyen frekans aralığının hangi derecede bastırılacağını belirlemektedir. Kullanılacak filtrenin uygun bir şekilde seçilmesi çok önemlidir. Tüm çalışmalarda standart

bir filtre kullanmak yerine, aktiviteye ya da çalışan kas grubuna özgü filtreler güncel literatür dikkate alınarak seçilmektedir.

Düşük dereceli bir filtre seçimi yapılırsa, istenmeyen frekans aralığı yeterince temizlenememektedir. Seçilen filtre çok yüksekse, sinyalde artefaktlara neden olabilmektedir. Eğer olması gerekenden fazla bir değer seçilirse ölçülecek sinyal bozulmaktadır[190].

Kesit alma işlemi (EPOCH)

Kesit alma işlemi, kayıt altına alınan EMG ham verilerinin, belirlenen bir kısmının analiz edilmek üzere aktarılmasıdır. Kaydedilmiş verilerin yapılacak araştırmaya uygun bir şekilde bölünmesinde kullanılmaktadır [190].

‘Smoothing’ işlemi

‘Smoothing’ işlemi, EMG sinyalinin, dijital yumuşatma algoritmaları kullanılarak dik amplitüdlerin sivri uçlarının kesilmesi işlemiyle sinyalin doğrusal bir hal almasıdır. Bir ‘smoothing’ algoritması uygulanmasıyla veya uygun bir amplitüd parametresi seçimiyle, sinyalin yeniden üretilmeyen içerikleri (yani bu sinyaldeki sivri uçlar) elimine edilebilmektedir. Bu işlemde Root Mean Square (RMS) algoritması kullanılmaktadır. Karekök hesabına dayanan RMS, sinyalin ortalama gücünü yansıtmaktadır [190].

Maksimum istemli kontraksiyon normalizasyonu kavramı

Bireyler arasındaki kassal aktivasyon düzeylerini karşılaştırmak için kullanılan analiz yöntemine normalizasyon denmektedir. Normalizasyon işleminde en sık kullanılan yöntem MVC (‘Maximum Voluntary Contraction’, Maksimum İstemli Kasılma)’yi referans değer olarak kullanmaktır. MVC kontraksiyonları statik dirence karşı yapılmaktadır. Hatasız bir MVC elde edebilmek için ilgili tüm segmentlerin mükemmel derecede stabilize edilmesi çok önemlidir. Değerlendirilecek her kas için ayrı ayrı MVC değerlendirmesi yapılması gerekmektedir. Ekstremitelerin MVC değerlendirmelerinde, eklem hareket aralığının orta pozisyonunda izole olarak tek eklemde harekete direnç verilmesinin en iyi sonuçları verdiği ortaya konmuştur [190].

MVC normalizasyonundaki amaç, volt seviyesindeki sinyalleri bireyler için kıyaslanabilir maksimum aktivasyon seviyesindeki sinyallere dönüştürmektir. Aktiviteye ait EMG sinyalinin, maksimum kasılma esnasındaki EMG amplitüdünün maksimum değerine bölünerek normalizasyon işlemi gerçekleştirilir [190].

2.12. Serebral Palside Tanı

SP tanısı büyük ölçüde klinik bulgularla koyulmaktadır. Motor gelişimin basamaklarına ulaşmada gecikme, kas tonusunda veya reflekslerdeki değişikliklere dikkat edilmektedir. Doğum hikayesi ve nörolojik muayene tanıya gitmede büyük önem taşımaktadır. Prenatal, perinatal veya postnatal bir neden olmasa bile, bebeğin gelişimi beklendiği gibi devam etmiyorsa, farklı nöro-görüntüleme yöntemlerinin de kullanılmasıyla ileri araştırmalar yapılabilmektedir. Tanı konulması amacıyla kullanılan görüntü yöntemlerinden bazıları; Kraniyal ultrasonografi ve beyin MRG yöntemleridir ve Amerikan Nöroloji Akademisi tarafından SP'li tüm olguların tanısı değerlendirilmesinde önerilmektedir [191]. Genetik, metabolik, mitokondriyal, progresif nörolojik ve nöromusküler hastalıkların ayırıcı tanı testlerinin uygulanmasının önemli olduğu bildirilmiştir [192].

1990 yılından itibaren Heinz F. R. Prechtl tarafından fetal, preterm, term ve erken dönemde bebeklerin spontan motor hareketlerinin gözlenmesiyle oluşan “General movements (GMs)” yöntemi kullanılmaktadır. Bu yöntemde, bebek 5-20 dakika arasında bir süre boyunca gözlemlenir ve bebeğin spontan motor hareketlerinin kalitesi incelenir. GMs yönteminde amaç en erken dönemde erken müdahale gerektiren olguların belirlenmesini sağlamaktır [193]. Yapılan bir çalışmada GMs yönteminin kranial ultrason, nörolojik muayene ve hatta MRG'den daha etkili bir değerlendirme yöntemi olduğu ortaya konmuştur [194].

2.13. Serebral Palside Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Serebral palside beyinde ortaya çıkan patolojinin kalıcı olduğu, ilerleyici olmadığı fakat ortaya çıkan kas-iskelet problemlerin ilerleyici olduğu bilinmektedir [1]. SP'li olgularda, kas iskelet sistemindeki problemlerin mümkün olduğunca farklı tedavi yöntemleriyle azaltılması ve olgunun normal gelişim seviyesini yakalaması hedeflenmektedir. Fizyoterapi ve rehabilitasyon, tutulum tipine ve derecesine, eşlik eden problemlere, yaşa ve sosyoekonomik etkenlere göre değişmektedir. Fizyoterapi ve Rehabilitasyon SP'li olguların tedavisinde

önemli bir rol oynamaktadır ve fonksiyona, aktif harekete ve olgunun potansiyelini en iyi şekilde kullanabilmesine odaklanılmaktadır [78].

2.13.1 Nörogelişimsel tedavi yaklaşımı

Bobath yaklaşımı olarak da bilinen nörogelişimsel tedavi (NGT) yaklaşımında amaç kas tonusunu normalleştirmek, ilkel ve anormal refleksleri ve anormal hareket paternlerini azaltmak, postürü düzenlemek ve maksimum fonksiyonel bağımsızlığı kazandırmaktır. NGT yaklaşımı yıllar içerisinde güncellenerek günümüze kadar gelmiştir. Motor öğrenme ve nöroplastisite gibi motor kontrole yönelik yaklaşımlarla beraber, duruş ve hareket, fonksiyonel aktivite ile ilişkilendirilir ve var olan problemlerin çözülmesine odaklanılır. NGT bireyi motor problemlerin yanı sıra; kognitif, sosyal, emosyonel, psikomotor ve duysal açıdan da ele alır ve tüm sistemlerin değerlendirilmesine olanak verir. Tedavisi bireysel ve ihtiyaca yöneliktir. Yeni motor becerilerin öğrenilmesi fasilite edilirken, öğrenilmiş motor becerilerin de geliştirilmesi amaçlanmaktadır [195, 196].

2.14. Serebral Palsili Olgularda Kuvvetlendirme Eğitimi

Geçmiş yıllarda kullanılan tedavi protokollerinde spinal reflekslerin ve spastisitenin öncelikle tedavi edilmesi gerektiği, yürüme gibi becerilerin tedavisine geçilmeden primitif reflekslerin tamamen ortadan kalkmış olması gerektiği ve bunlar çözülmeden tedavide ilerlenilemeyeceği düşünülüyordu. SP'li olgular için kas kuvvetlendirmenin spastisitede artışa sebep olacağı ve olguların dirençli egzersizlerden yarar göremeyeceği düşünülüyordu [196]. 1984 yılında, Phelps ilk defa SP'li olguların tedavisinde kuvvetlendirme kullanılması gerektiği ve dirençli egzersizin zayıflamış bir kasta veya bozulmuş bir kas grubunda kuvvet veya beceri geliştirmek için SP'de tedavinin ayrılmaz bir parçası olduğunu öne sürmüştür [197]. Zaman içerisinde SP'li olgularda kuvvetlendirmeyi araştıran birçok çalışma yapılmıştır ve çok hafif etkilenimi olan SP'li olguların bile sağlıklı yaşlılarına göre kuvvetlerinin yetersiz olduğu bulunmuştur [14]. SP'li olguların dorsifleksörleri ve plantarfleksörlerinin kuvveti sağlıklı olguların kuvvetiyle karşılaştırıldığı zaman sırasıyla; %50 ve %35'i kadar kuvvete sahip olduğu bulunmuştur [20].

Yapılan çalışmalarda kuvvetlendirme eğitiminin birçok yararı olduğu ve negatif yan etkisi bulunmadığı gösterilmiştir [198]. SP'li olgularda alt ekstremitte kuvvetinin direkt olarak

yürüme hızı, fonksiyonel durum ve kaba motor fonksiyonların değerlendirilmesi ve ölçülmesi amacıyla kullanılan Kaba motor Fonksiyon Ölçütü (KMFÖ) sonuçları ile ilişkili olduğu ortaya konmuştur [199].

SP'li olgularda fonksiyonel kuvvetlendirme eğitimi de kullanılmaya başlanmıştır ve kuvvetlendirmenin fonksiyonla ilişkilendirildiği zaman daha iyi etkiler elde edilebileceği bildirilmiştir. Kas kuvvetinin artmasının yanı sıra fonksiyonel motor performansta artışla beraber spastisite ve pasif harekete dirençte azalmaya neden olabileceği bildirilmektedir. Ağırılık aktarma egzersizlerini de içeren fonksiyonel kuvvetlendirme egzersizlerinin alt ekstremiteler üzerine kontrol kazandırabileceği ve harekete spesifik bir kuvvetlenme ortaya çıkarabileceği bildirilmiştir. Böylelikle tekrarlanan aktivitede beceri ve kuvvet artışı olacağı, örneğin; tekrarlı çalıştırılan oturma kalkma fonksiyonunun oturma kalkma becerisini geliştirebileceği anlamına gelmektedir. Fonksiyonel kuvvetlendirme egzersizleri SP'de direkt mobilite azalmasına yol açan zayıflık ve motor kontrol parametrelerini hedef almaktadır [200].

SP'li ambulatuvar olguların çoğunda kas kuvvetlendirebilmenin mümkün olduğu ve sağlıklı yaşlılarıyla aynı prensiplerde kuvvetlendirme sağlanabileceği bildirilmiştir. Bir kuvvetlendirme programına katılmak için 4-5 yaşına girmiş olmasının daha iyi sonuçlar getireceği bildirilmiştir [196].

SP'li olgularda kas kuvvetlendirmesi için spastik kasların antagonistleri genellikle kuvvetlendirme için seçilmiş kaslardır. Ayak bileği ekleminde spastik gastroknemius ve soleus kaslarının antagonistisi olan tibialis anterior bu sebeple kuvvetlendirme protokollerine dahil edilmiş bir kastır. Fakat spastik kasların da zayıf olduğunun bilincinin artması ile yürüyüşte ve dengede önemli rolleri olan gastroknemius ve soleus kaslarının da kuvvetlendirilmesinin önemli olduğu bildirilmektedir [196].

SP'li olgularda kuvvetlendirme, endurans ve güç eğitimi için yapılabilecek tedavi programları için kanıtlanmış bir protokol bulunmamaktadır. Aynı şekilde kuvvet ile fonksiyon arasında doğrusal bir ilişki olduğu bilinse de, hangi kasların kuvvetlendirilmesiyle en iyi fonksiyonel sonucun elde edilebileceği de kanıtlanmamıştır.

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırma Grupları

Spastik serebral palsili olgularda fonksiyonel ayak bileği kuvvetlendirme eğitiminin etkinliğini inceleyen bu çalışmaya, Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon programına yönlendirilen spastik serebral palsili olgular dahil edildi. Gazi Üniversitesi, Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu izni ile çalışmaya başlandı (Tarih: 09.11.2018, Karar no: 863 (Ek 1)).

3.1.1. Çalışmaya dahil edilme kriterleri

- Çalışmaya katılmayı kabul etmek,
- 5-15 yaş arasında olmak,
- Spastik Serebral Palsi tanısı almış olmak,
- KMFSS'ye göre seviye I-II olmak,

3.1.2. Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri

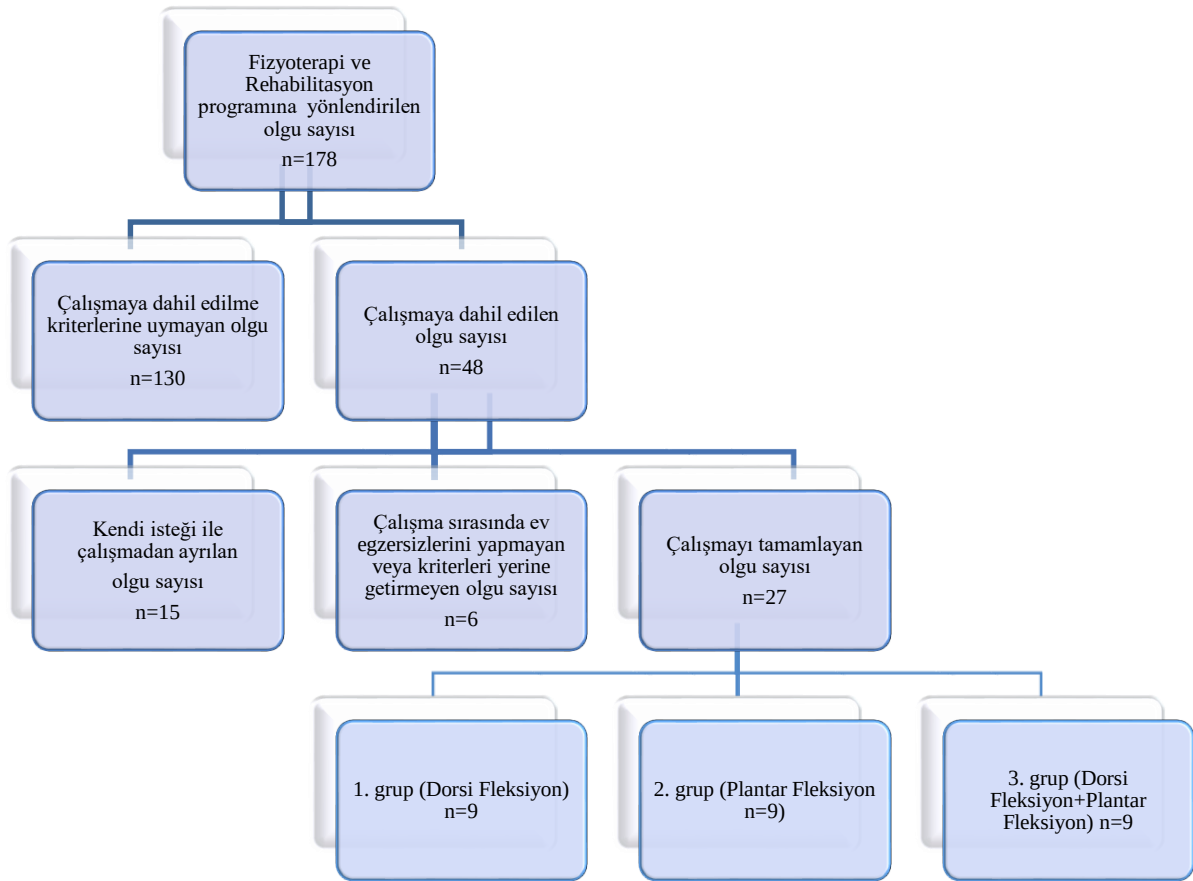
- Çalışmaya katılmayı kabul etmemek,
- Çalışmaya katılımı engelleyecek kooperasyon kısıtlılığı,
- Aile-çocuk kompliance'sinin uygun olmaması,
- Sistemik herhangi bir hastalığı veya alt ekstremitelerinde hareketi engelleyecek ortopedik bir bozukluğu olmak,
- Son 3 ay içerisinde botulinum toksin uygulaması yaptırmış olmak

3.1.3. Araştırmadan çıkarılma kriterleri

- Hastanın veya hasta yakınlarının çalışmadan ayrılmak istemesi
- Çalışmaya başladıktan sonra başka bir hastalık bulgusu
- Ailenin ev ödevlerini yerine getirmemesi
- Olgunun egzersiz programlarına uyum göstermemesi

3.2. Çalışma Planı

Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon programına yönlendirilen spastik serebral palsili olgular çalışmaya dahil edildi. Çalışmanın akış şeması Şekil 3.1’de verilmektedir.



Şekil 3.1. Çalışma akış şeması

Ayak bileği çevresindeki kasların kuvvetlendirilmesinin etkinliğinin ölçülmesi amacıyla çalışmaya katılan olgular randomize olarak 3 gruba ayrıldı. Birinci gruptaki olgularda plantar fleksör grup kaslar, ikinci gruptaki olgularda dorsal fleksör grup kaslar ve üçüncü gruptaki olgularda plantar fleksör ve dorsal fleksör grup kaslar beraber kuvvetlendirildi.

1. gruptaki olgulara DF kaslarının kuvvetlendirilmesi için 2 egzersiz verildi; oturmada dorsi fleksiyon egzersizi ve rampa çıkma ve geri geri inme egzersizi. Oturmada ayak pozisyonu değiştirilerek hareketin zorluğu ayarlandı. Egzersizler 10X3 set halinde toplam 30 tekrarla uygulandı.

2. gruptaki olgulara PF kaslarının kuvvetlendirilmesi için parmak ucuna kalkma egzersizi verildi. Zorluk ayaktaki PF açısı değiştirilerek arttırıldı. Başlangıçta harekete kasın kısa olduğu pozisyonundan başlandı. 2. haftanın sonunda ayağın yerle temasta olduğu pozisyona ilerlendi. 4. haftanın sonunda ise PF kasların uzamış olduğu, topuğun basamaktan aşağıda tutulduğu pozisyondan başlatıldı. Egzersizler 10X3 set halinde toplam 30 tekrarla uygulandı.

3. gruptaki olgulara hem 1. Gruptaki egzersizler hem 2. Gruptaki egzersizler verildi.

Tüm gruptaki olgulara ayrıca alt ekstremitte kaslarına da aynı ilerleyici fonksiyonel kuvvetlendirme egzersizleri kullanıldı. Olguların tamamı geleneksel nörogelişimsel tedavi programına devam etti. Bu program içerisinde; karın sırt kasları kuvvetlendirme, kalça ekstansör ve abduktör kaslarının kuvvetlendirilmesi, kuadriseps kasının kuvvetlendirilmesi ve spastik kaslara yönelik pasif germe egzersizlerine yer verildi. Kuvvetlendirme protokolü 6 hafta süresince haftada 2 gün günde 45 dakika her egzersiz 10X3 set halinde toplam 30 tekrarla fizyoterapist eşliğinde, ayrıca haftada 2 gün de ebeveyn eşliğinde toplamda 4 gün uygulandı. Ev programı haftalık olarak bir telefon uygulaması aracılığıyla olguların ebeveynleri ile görüşülerek gereken ayarlamalar yapıldı ve devamlılık kontrol edildi. Ev programına devam etmeyen olgular çalışma dışı bırakıldı.

Çalışmaya katılan tüm olgular ve ebeveynler çalışma ile ilgili bilgilendirildi ve çalışmaya katılmaya gönüllü olduklarına dair “Aydınlatılmış Onam Formu” (Ek 2) imzalatıldı. İşleme kriterlerine uymayan veya çalışmaya katılmayı kabul etmeyen hastalar önerilerle rutin rehabilitasyona yönlendirildi.

3.3. Değerlendirme Yöntemleri

Değerlendirmeler Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon bölümü tedavi ünitelerinde yapıldı. Öncelikle demografik bilgiler alınıp olguların ortama alışması ve kendilerini rahat hissetmeleri için süre sağlandı. Her değerlendirme seansına rekabet oluşmaması adına yalnızca bir olgu alındı. Olgular değerlendirmeye gelmeden önce velileriyle görüşülüp değerlendirmeleri yaparken rahat edecekleri bir şort ve ayakkabı ile gelmeleri sağlandı. Değerlendirmeler arasında olguların dinlenebileceği kadar süre verildi. Tüm değerlendirmeler olgulara detaylıca anlatıldı ve öğrenme etkisinin ortadan kaldırılması

için testler yapılmadan önce olguların tüm testleri doğru bir şekilde öğrendiğinden emin olundu.

Çalışmaya katılmayı kabul eden tüm hastalar, rehabilitasyon programı başlamadan önce ve 6 haftalık rehabilitasyon sürecinin ardından değerlendirildi. Hastaların yaşı, boyu, kilosu, cinsiyeti, Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi (KMFSS) seviyeleri, etkilenen tarafları, dominant tarafları, cihaz kullanım süreleri ve tipi, cerrahi öyküleri, botulinium toksin uygulama öyküleri, doğum tipleri, gestasyonel haftaları kayıt edildi.

3.3.1. Kas tonusunun değerlendirilmesi

Alt ekstremité kaslarının tonusunun değerlendirilmesi için MTS kullanıldı. Bu skala spastisitenin değerlendirmesinde yaygın olarak kullanılan güvenilir, geçerli bir ölçektir. Değerlendirme ekstremité segmentlerinin yerçekimi ile düşüş hızına oranla daha yavaş (R1) ve daha hızlı (R2) olacak şekilde yapıldı. R1 ve R2 değerleri için eklem hareketinde kasın ilk direnç verdiği noktalar gonyometre ile ölçüldü[163].

Plantar fleksör kasların değerlendirilmesi için olgu sırtüstü pozisyona yerleştirildi. Olgunun dizi ekstansiyondayken gonyometre lateral malleole yerleştirildi ve R1 hızında normal eklem hareketine bakıldı. Ardından R2 hızında değerlendirme tekrarlandı ve elde edilen değerler kaydedildi [163].

Hamstring kaslarının değerlendirilmesi yine sırtüstü pozisyonda yapıldı. Olgunun değerlendirilecek alt ekstremitesi kalça ve dizi 90° fleksiyona yerleştirildi. Kalçadaki fleksiyon açısını bozmadan femurun lateral kondiline yerleştirilen gonyometre ile R1 ve R2 hızlarında olgunun dizini ekstansiyona getirerek normal eklem hareket ölçümleri kaydedildi [163].

R1 değerlendirmesinde hızlı eklem hareketinde artmış germe refleksinden dolayı ortaya çıkan hıza bağımlı tonus artışının oluşturduğu yakalama hissi değerlendirdi. R2 değerlendirmesinde yavaş eklem hareketinde eklem hareket açıklığı ve kas uzunluğu ile ilgili bilgi elde edildi. R1 ve R2 ölçümlerinin arasındaki fark kaydedildi [163].

3.3.2. Selektif motor kontrol değeriendirilmesi

Ayak bileği dorsifleksiyonunun aktif hareketinin değeriendirilmesi için selektif motor kontrol testi kullanıldı. Test oturma pozisyonunda, olgunun dizleri ekstansiyonda ve ayaklarını görebilecek şekilde uygulandı. Ayaklarını tek tek dorsifleksiyona getirmesi istendi. Hareketin olgular tarafından anlaşılması için dorsal yöne bir obje koyulup olguların ayaklarının dorsumunu objeye değdirmeye çalışması istendi. Olguların hareketi daha iyi yapabilmeleri için test önce az etkilenmiş ayağa uygulandı. Test puanı 0-4 arası değışmektedir. SMK puanlama sistemi çizelge 3.1’de gösterilmiştir [163].

Çizelge 3.1: Selektif Motor Kontrol Testi

Tanımlama	Puanlama
Hareket açığa çıkmaz	0
Limitli dorsifleksiyon (EHL veya EDL aktivitesiyle birlikte)	1
Dorsifleksiyon (EHL, EDL ve kısmi TA aktivitesiyle birlikte)	2
Dorsifleksiyon (Çoğunlukla TA aktivitesiyle oluşan, kalça ve diz fleksiyonuyla birlikte)	3
İzole selektif dorsifleksiyon (Diz ve kalça fleksiyonu olmadan TA aktivitesi)	4

3.3.3. Denge değeriendirilmesi

Fonksiyonel dengenin değeriendirilmesi amacıyla PDÖ kullanıldı. PDÖ farklı pozisyonlarda postüral değışiklikler sırasında dengeyi değeriendiren 14 testten oluşmaktadır. Her bir test 0-4 puan üzerinden derecelendirilir. Testten alınabilecek maksimum 56 puandır. Testten alınan toplam puan arttıkça iyi dengeyi gösterirken, azaldıkça kötü dengeyi gösterir [165]. Testin uygulama prosedürleri ve skorumlama yöntemleri Ek 4’te gösterilmiştir.

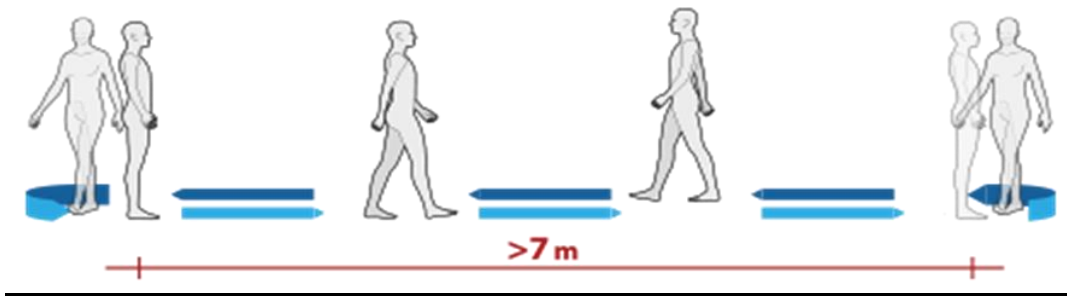
Test prosedürü ve yorumlama;

- Testler sırasında test puanı olgunun teste uygun olan mesafe, zaman veya sayı hedefini tamamlayıp tamamlamaması, yardım alıp almaması veya test sırasındaki postüral salınımları dikkate alınarak verildi.
- Olgulara hareketleri yapmadan önce o harekette dengelerini sağlamak için çaba harcamaları gerektiği anlatıldı.

- Testler olguların düşme riskini en aza indirecek şekilde güvenlik önlemleri alınarak yapıldı.
- Tandem ve öne doğru uzanma testlerinin skorları daha detaylı bilgi edinebilmek amacıyla ayrı ayrı analize katıldı [165].

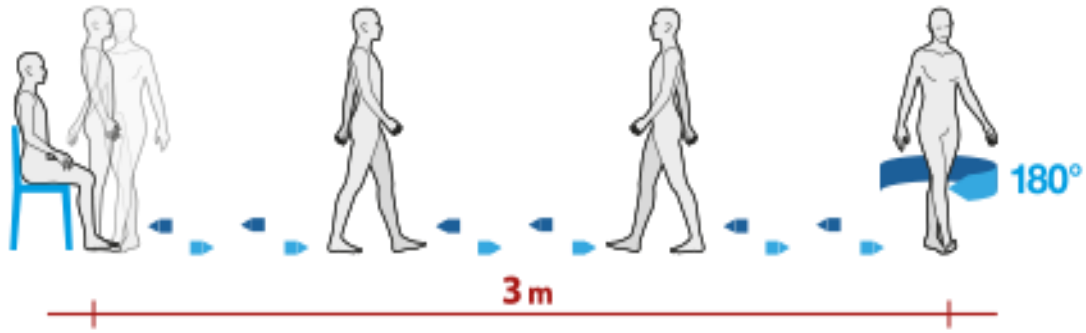
3.3.4. Yürüyüş değerlendirmesi

Yürüyüşün değerlendirilmesi amacıyla BTS G-WALK sistemi kullanıldı. BTS G-WALK, (BTS SpA, Via della Croce Rossa, 11 Padova, Italy; SN: 0213-0378) giyilebilen eylemsizlik sensörü ile hareketlerin objektif ve kesin olarak analiz edilmesine olanak sağlamaktadır. Üç eksenli bir akselerometre, manyetik bir sensör ve üç eksenli bir jiroskoptan oluşan bir kablosuz sistem olup, lumbal 5 üzerine yerleştirilerek fonksiyonel bir yürüyüş analizi yapılması sağlandı [181]. BTS G-WALK ile var olan problemleri veya bir eğitim stratejisi belirlemek için elde edilen verilerden gereken tüm spatio-temporal yürüme parametreleri incelendi. 34 gram ağırlığıyla olan sistem test sırasında olgulara zorluk yaşatmadı. BTS G-WALK cihazı olguların Lumbal 5 seviyesine yerleştirildi ve yürümeleri istendi. BTS G-WALK cihazı ile yürüme değerlendirmesi, 7 m yürüme mesafesi ile yapıldı (Şekil 3.2.).



Şekil 3.2. Yürüyüşün değerlendirilmesi

Dinamik denge ve fonksiyonel mobilitenin değerlendirilmesin için ZKYT uygulandı. Olgunun kalça ve dizleri 90° fleksiyonda olacak şekilde sandalyede otururken teste başlandı. Test sırasında olgulardan sandalyeden kalkıp 3 m yürümesi ve geri dönerek tekrar sandalyeye oturması istendi. Sandalyeden kalkıp tekrar sandalyeye oturana kadar geçen süre kaydedildi. Test, 3 kez tekrarlandı ve analizde bu üç değerın en hızlı olanı alındı (Şekil 3.3.) [166].



Şekil 3.2. Zamanlı Kalk Yürü Testi

3.3.5. Enerji tüketiminin değerlendirmesi

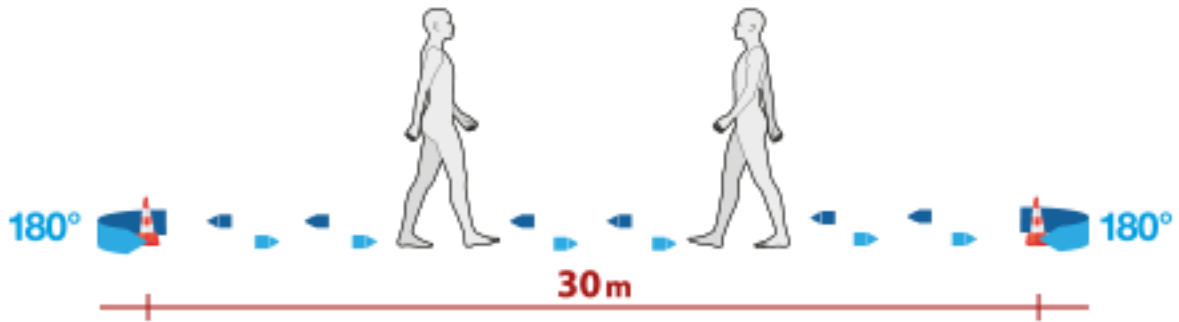
Enerji tüketim miktarı objektif olarak taşınabilir fiziksel aktivite ölçüm cihazı (ActiGraph GT3X+) ile 6 Dakika Yürüme Testi (6DYT) sırasında değerlendirildi. ActiGraph ile aktivite şiddetlerinde geçirilen süreler ve bu parametrelerden kestirilen enerji tüketimi hakkında veri veren geçerliği ve güvenilirliği yüksek olan ölçüm cihazıdır. Cihaz hem bir mikro-elektromekanik sistem tabanlı akselerometreye sahiptir. Cihaz ile aktivitenin şiddeti, sıklığı ve süresi hakkında objektif veri toplayabilmektedir. Cihaz vertikal (VT), antero-posterior (AP) ve medio-lateral (ML) olmak üzere üç ayrı düzlemdeki hareket ivmelerini ölçebilmekte ve birleşik vektör büyüklüğü (VM) ile aktivite sayısını vermektedir. Ölçülen aktivite sayısı ile bireylerin fiziksel aktivite durumu belirlenebilmektedir. Cihazın boyutları 4.6 cm x 3.3 cm x 1.5 cm; ağırlığı ise 19 gramdır. Ölçüm sırasında cihaz elastik kemer aracılığı ile bel bölgesinde anterior aksillar çizgi ile crista iliakanın kesiştiği yere takıldı.

Enerji Tüketimi değerlendirmeleri (6DYT) sırasında uygulandı. 6DYT, yürüme kapasitesinin veya hızının değerlendirilmesi gibi birçok durumda yaygın olarak kullanılan

ve kolay uygulanabilen bir testtir. Katılımcıların 6 dakika boyunca 30 metrelik mesafeyi durmadan, koşmadan, yürümeleri istendi. Yürünen mesafe metre olarak ölçüldü [201].

Enerji tüketimi ölçümüne başlatılması ve olgulardan verilerin toplanması için aşağıdaki sırayla gerekli prosedürler uygulandı:

- Çalışmadaki tüm değerlendirmeler bireye bu cihaz takılmadan tamamlandı.
- Olgular ve ebeveynleri cihaz hakkında bilgilendirildi.
- Ölçümün başlangıç ve bitiş süresi bilgisayar kontrol sisteminden ayarlandı.
- Bireyin demografik bilgileri programa girildi.
- Cihaz kemer aracılığıyla bireyin dominant olmayan taraf iliak cristasının 5 cm üzerine aksillar ön çizginin izdüşümüne gelecek şekilde olguların beline takıldı.
- Olgulardan 6 dakika boyunca 30 metrelik parkurda tempolu yürümeleri istendi (Şekil 3.4.).
- Güvenlik sağlayabilmek ve olgunun temposunun düşmemesinin sağlanması için yakınında yüründü.
- Yürüyüş mesafeleri her olgu için kaydedildi.
- Ölçüm süresi tamamlanınca cihazdan klinik rapor elde edildi.
- Her olgu için yürüyüş hızı, mesafe/zaman formülü kullanılarak hesaplandı.



Şekil 3.4. Enerji tüketim miktarının değerlendirilmesi

Elde edilen klinik rapor aşağıdaki parametreleri içermektedir;

- Kişinin bilgileri (Adı-soyadı, kilosu)
- Cihazın seri numarası
- Ölçümün başlama ve bitiş zamanı

- Cihazın takılma süresi bilgileri
- Enerji Tüketimi
 - Toplam enerji tüketimi (kcal)
 - Toplam adım sayısı
 - VT, AP ve ML eksenlerdeki aktivite sayısı (axis 1, axis 2, axis 3)
 - Birleşik vektör büyüklüğü
- Kesim Noktaları(Fiziksel Aktivite Şiddeti Kategorisi)
 - Sedanter
 - Hafif şiddetli fiziksel aktivite
 - Orta şiddetli fiziksel aktivite
 - Şiddetli fiziksel aktivite
 - Aşırı şiddetli fiziksel aktivite

3.3.6. Kassal aktivasyon değerlendirilmesi

Serebral palsili olgularda kassal aktivasyonun değerlendirilmesi için 8 kanallı invaziv olmayan yüzeysel EMG Noraxon MiniDTS (Noraxon, USA, Inc, Scottsdale, AZ) sistemi kullanıldı [202]. EMG sinyallerini kaydetmek için tek kullanımlık, kendinden yapışkanlı Ag/AgCl elektrotlar (Noraxon Dual EMG Electrode, U.S.A) kullanıldı. Kullanılan her elektrotun ciltle tam temasının sağlanması ve cilt empedansının 5 k Ω 'un altına düşürülmesi için elektrot altına gelen deri kısımlarına kıl temizliği yapıldı. Yapılan kıl temizliği için aileden ve olgudan tekrar sözel olarak izin alındı. Elektrot yapıştırılacak bölgeler elektrik iletiminin tam sağlanması amacıyla alkollü pamukla cilt hafif kızarıncaya kadar silindi ve kuruması beklendi. Elektrotlar olgular sedye üzerinde yüzüstü veya sırtüstü pozisyondayken ölçüm yöntemlerine uygun olarak yapıştırıldı. Her bir ölçüm noktası Surface ElectroMyoGraphy for the Non-Invasive Assessments of Muscles (SENIAM) tarafından önerilen kurallara uygun şekilde, değerlendirilen kas liflerine paralel pozisyonunda yerleştirildi [203]. Her noktaya iki adet elektrot karşılıklı olarak yapıştırıldı. Bu iki elektrot arası mesafe 20 mm, her bir dairesel elektrotun çapı 10 mm olarak seçildi. Ölçüm yapılan kaslar ve ölçüm teknikleri aşağıda belirtilmiştir (Çizelge 3.2.-3.6.). Fonksiyonel kas aktivasyonu için statik çömelme (squat) pozisyonunda ölçüm alındı (Çizelge 3.7.). Tüm ölçümler her bölge için iki tekrarla uygulandı ve bu ölçümlerin ortalaması alındı.

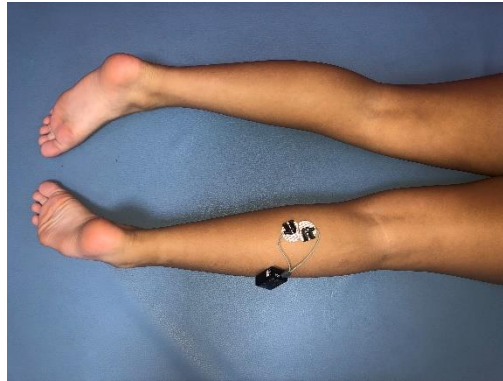
Çizelge 3.2. Tibialis anterior kası için uygulanan sensör konumları

Tibialis anterior

Origo		Lateral kondil, tibiaanın lateral yüzünün üst yarısı ve membrana interossea
İnseriyo		Os kuneiforme, 1. metatars basisinin medial ve plantar yüzü
Fonksiyon		Ayak bileği dorsi fleksiyonu ve inversiyonu
Elektrot mesafesi		20 mm.
Elektrot yerleşimi	Lokasyon	Proksimal fibula başı ile medial malleol arasındaki mesafenin 1/3 proksimali
	Oryantasyon	Proksimal fibula başı ile medial malleol arasındaki çizgi yönünde
	Fiksasyon	Elastik olmayan bant veya elastik bant (Çift taraflı)
	Klinik Test	Diz fleksiyonda ayak bileği dorsifleksiyonda aktif olarak pozisyonlanır. Hastanın hareketi maksimum düzeyde kuvvetle yapması istenir. Ayağın medialine ve dorsal yüzeyine ayak bilek ekleminin plantar fleksiyonu ve eversiyonu yönünde direnç uygulanır.

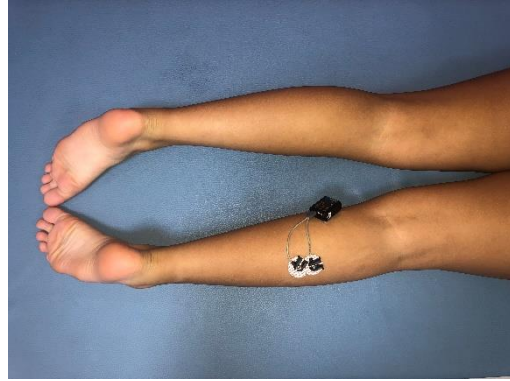
Çizelge 3.3. Gastroknemius medialis kası için uygulanan sensör konumları

**Gastroknemius
Medialis**



Origo	Femoral medial kondilin proksimal ve posterior kısmı, diz eklem kapsülü	
İnseriyo	Kalkaneusun arka yüzeyinin orta kısmı	
Fonksiyon	Ayak bileği eklemi plantar fleksiyonu ve diz eklemi fleksiyonu	
Elektrot mesafesi	20 mm.	
Elektrot yerleşimi	Lokasyon	Kasın en şişkin noktası
	Oryantasyon	Bacak uzun eksen
	Fiksasyon	Elastik olmayan bant veya elastik bant (Çift taraflı)
	Klinik Test	Diz fleksiyonda ayak bileği plantar fleksiyonda aktif olarak pozisyonlanır. Hastanın hareketi maksimum düzeyde kuvvetle yapması istenir. Ayağın dorsal fleksiyonu yönünde direnç uygulanır.

Çizelge 3.4. Gastroknemius lateralis kası için uygulanan sensör konumları

Gastroknemius Lateralis

Origo	Femoral lateral kondilin proksimal ve posterior kısmı, diz eklem kapsülü	
İnsersiyo	Kalkaneusun arka yüzeyinin orta kısmı	
Fonksiyon	Ayak bileği eklemi plantar fleksiyonu ve diz eklemi fleksiyonu	
Elektrot mesafesi	20 mm.	
Elektrot yerleşimi	Lokasyon	Fibulanın proksimal başı ile topuk orta noktası arasındaki mesafenin 1/3 proksimali
	Oryantasyon	Fibulanın proksimal başı ile topuk orta noktası arasındaki çizgi yönünde
	Fiksasyon	Elastik olmayan bant veya elastik bant (Çift taraflı)
	Klinik Test	Diz fleksiyonda ayak bileği plantar fleksiyonda aktif olarak pozisyonlanır. Hastanın hareketi maksimum düzeyde kuvvetle yapması istenir. Ayağın dorsal fleksiyonu yönünde direnç uygulanır.

Çizelge 3.5. Kuadriseps femoris (vastus medialis) kası için uygulanan sensör konumları

Kuadriseps Femoris (vastus medialis)

Origo	Linea intertrokanterika ve labium mediale linea aspera	
İnsersiyö	Patellanın basisi ve ligamentum patella	
Fonksiyon	Diz ekstansiyonu	
Elektrot mesafesi	20 mm.	
Elektrot yerleşimi	Lokasyon	Spina iliaka anterior superior ile medial diz ligamentinin anterior sınırının önündeki eklem boşluğu arasındaki çizginin 1/5 distali
	Oryantasyon	Spina iliaka anterior superior ile medial diz ligamentinin anterior sınırının önündeki eklem boşluğu arasındaki çizgiye dik
	Fiksasyon	Elastik olmayan bant veya elastik bant (Çift taraflı)
	Klinik Test	Diz semi-fleksiyonda aktif olarak pozisyonlanır. Hastanın ekstansiyon hareketini maksimum kuvvetle yapması istenir. Diz fleksiyonu yönünde bacak üzerinden direnç uygulanır.

Maksimum istemli kas kontraksiyon ölçümü

Çizelge 3.6. Semitendinosus kası için uygulanan sensör konumları

Semitendinosus		
Origo	Tuber iskiadikum	
İnsersiyo	Tibianın medial kondilinin alt kısmı ve tuberositas tibia	
Fonksiyon	Diz fleksiyonu, diz fleksiyonda iken diz internal rotasyonu, uyluk ekstansiyonu	
Elektrot mesafesi	20 mm.	
Elektrot yerleşimi	Lokasyon	Tuber iskiadikum ile tibianın medial kondili arasındaki çizginin ortası
	Oryantasyon	Tuber iskiadikum ile tibianın medial kondili arasındaki çizgiye paralel
	Fiksasyon	Elastik olmayan bant veya elastik bant (Çift taraflı)
	Klinik Test	Diz semi-fleksiyonda aktif olarak pozisyonlanır. Hastanın fleksiyon hareketini maksimum kuvvetle yapması istenir. Diz ekstansiyonu yönünde bacak arkasından direnç uygulanır.
Maksimum istemli kas kontraksiyon ölçümü		

Fonksiyonel kas aktivasyonunu değerlendirmek için statik squat testi yapıldı. Olgular her iki alt ekstremitelerine eşit ağırlık verirken diz ekleminde 60 derece fleksiyon pozisyonunda sırtlarını duvardan ayırmadan squat pozisyonunu korudu. Ölçümler her iki taraf için tekrarlandı.

Çizelge 3.7. Fonksiyonel kas aktivasyonu için statik squat testi



Raw EMG sinyalleri 20 Hz, IIR, Butterworth High-Pass ve 500 Hz, IIR, Butterworth Low-Pass hareket artefaktı filtresinden geçirildi. Daha sonra EMG sinyallerinin değerlendirilebilmesi için Root Mean Square (RMS) değerleri, art arda gelen zaman pencerelerindeki (time windows: 0.1 s) ham EMG verilerinden hesaplandı.

3.4. İstatistiksel Analiz

Çalışmanın istatistiksel analizleri “Statistical Package for Social Sciences” (SPSS) Versiyon 21.0 (SPSS inc., Chicago, IL, ABD) programı kullanılarak yapıldı. Verilerin normal dağılımı “Shapiro-Wilk Testi” kullanılarak incelendi. Ölçümle belirlenen ve normal dağılım göstermeyenler ortanca (IQR) ile kategorik değişkenler frekans ve yüzde (%) ile belirlendi. Grup içi karşılaştırmalar için Wilcoxon testi kullanıldı. İstatistiksel yanılma düzeyi $p < 0.05$ alındı. Anlamlılık düzeyinin iki grupta farklı olduğu durumlarda; öncesi sonrası ölçüm farkları Mann-Whitney U Testi kullanılarak yapıldı. Anlamlılık düzeyinin üç grupta da farklı olduğu durumlarda; öncesi sonrası ölçüm farkları Kruskal-Wallis Testi kullanılarak yapıldı. Gruplar arası farklar anlamlı çıkmadığı için Bonferroni düzeltmesine ihtiyaç duyulmadı. İstatistiksel anlamlılık için hata düzeyi %5 olarak kullanıldı.

4. BULGULAR

4.1. Olguların Demografik Özellikleri

Çalışmaya toplamda 27 serebral palsi tanısı almış olgu dahil edildi. Grupların demografik özellikleri (boy, kilo, yaş, KMFSS seviyeleri, cihaz kullanım süresi, FTR sıklığı) açısından farklılık bulunamadı. Olgulara ait demografik bilgiler Çizelge 4.1’de verilmektedir.

Çizelge 4.1. Çalışmaya katılan olguların demografik özellikleri

	Grup 1 (DF) Ortanca (IQR) n:9	Grup 2 (PF) Ortanca (IQR) n:9	Grup 3 (DF+PF) Ortanca (IQR) n:9	p
Boy (cm)	130 (115,5/156,5)	136 (120/151)	120 (116,5/154,5)	0,759
Kilo (kg)	23 (18,5/49)	28 (23,5/33)	20,8 (18,3/55,4)	0,832
Yaş (yıl)	8 (6,5/12,5)	8 (6,5/13)	6 (5,5/11,5)	0,599
KMFSS	1 (1/2)	2 (1/2)	2 (1/2)	0,565
Cihaz Kullanım Süresi	5 (2/48)	48 (1,5/111)	36 (3/57,8)	0,722
FTR Başlangıç Zamanı	36 (19,5/54)	60 (36/108)	24 (11,3/42)	0,040
FTR Süresi (ay)	72 (51/102)	84 (47/135)	57 (43,5/118,5)	0,734

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon IQR: Çeyrekler arası değer, KMFSS: Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi, FTR: Fizyoterapi ve Rehabilitasyon.

Olguların cinsiyeti, dominant ve etkilenmiş tarafı ve SP tiplerine ait klinik özellikleri çizelge 4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2. Çalışmaya katılan olguların klinik özellikleri

	<u>Grup 1 (DF)</u> n%	<u>Grup 2 (PF)</u> n%	<u>Grup 3 (DF+PF)</u> n%
Cinsiyet			
Kız	4 (44,4)	5 (55,6)	3 (33,3)
Erkek	5 (55,6)	4 (44,4)	6 (66,7)
Dominant Taraf			
Sağ	5 (55,6)	5 (55,6)	2 (22,2)
Sol	4 (44,4)	4 (44,4)	7 (77,8)
Etkilenen Taraf			
Sağ	4 (44,4)	4 (44,4)	7 (77,8)
Sol	5 (55,6)	5 (55,6)	2 (22,2)
SP Tipi			
Hemiparetik	6 (66,7)	4 (44,4)	6 (66,7)
Diparetik	3 (33,3)	5 (55,6)	3 (33,3)

4.2. Kas Tonusu

Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası etkilenmiş tarafın plantar fleksörlerin kas tonusunu değerlendirmek amacıyla yapılan MTS sonuçları karşılaştırıldığında, 1. grupta yavaş ve hızlı değerlendirmelerde, 2. grupta hızlı değerlendirmelerde, 3. Grupta ise hızlı değerlendirmelerde ve R2-R1 farklarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (Çizelge 4.3, $p<0,05$). Az etkilenmiş taraf plantar fleksörlerin kas tonusu değerlendirmelerinde ise 1. grupta hızlı değerlendirmelerde istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (Çizelge 4.3, $p<0,05$).

Tedavi öncesi ve sonrası etkilenmiş tarafın diz fleksörlerinin kas tonusunu değerlendirmek amacıyla yapılan MTS sonuçları karşılaştırıldığında, 2. grupta yavaş ve hızlı değerlendirmelerde istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu (Çizelge 4.3 $p<0,05$). Az etkilenmiş taraf plantar fleksörlerin kas tonusu değerlendirmelerinde ise sonuçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı (Çizelge 4.3, $p>0,05$). Gruplar arasındaki etkinlik düzeyine bakıldığı zaman 3 grubun da kas tonusu üzerinde eş düzeyde etkili olduğu gösterilmiştir (Çizelge 4.4, $p>0,05$).

Çizelge 4.3. Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası yapılan Modifiye Tardieu skalası sonuçlarının karşılaştırılması

		Grup 1 (DF) Ortanca (IQR)			Grup 2 (PF) Ortanca (IQR)			Grup 3 (DF+PF) Ortanca (IQR)		
Plantar Fleksörler		Öncesi	Sonrası	p	Öncesi	Sonrası	p	Öncesi	Sonrası	p
Etkilenmiş Taraf	Yavaş	10 (3,5/12,5)	15 (10/20)	0,015	10 (7/15)	10 (10/20)	0,197	10 (2,5/20)	15 (9/20)	0,104
	Hızlı	0 (-1,5 /7,5)	12 (7,5/17,5)	0,008	5 (1/9,5)	10 (5/15)	0,042	0 (-7,5/7,5)	10 (9/15)	0,017
	Fark	5 (0/10)	0 (0/6,5)	0,092	6 (3/9,5)	5 (0/7,5)	0,260	10 (5/15,5)	5 (0/7,5)	0,049
Az Etkilenmiş Taraf	Yavaş	20 (11,5/20)	20 (15/20)	0,465	15 (10/20)	20 (13,5/20)	0,465	20 (17,5/20)	20 (10/20)	0,102
	Hızlı	10 (10/20)	20 (15/20)	0,039	10 (5/11)	15 (11/20)	0,092	20 (15/20)	20 (10/20)	1,000
	Fark	0 (0/7,5)	0 (0/0)	0,066	5 (0/10)	0 (0/0)	0,206	0 (0/2,5)	0 (0/0)	0,180
Diz Fleksörleri										
Etkilenmiş Taraf	Yavaş	0 (-20/0)	0 (-15/0)	0,655	-10 (-20/0)	0 (-15/0)	0,026	-10 (-17,5/0)	0 (-10/0)	0,109
	Hızlı	0 (-17,5/0)	0 (-15/0)	0,276	-10(-25/0)	0 (-20/0)	0,039	-20 (-24,5/-10)	-5 (-20/0)	0,061
	Fark	0 (0/2,5)	0 (0/0)	0,414	0 (0/7,5)	0 (0/5)	0,861	10 (0/16,5)	5 (0/10)	0,523
Az Etkilenmiş Taraf	Yavaş	0 (-9,5/0)	0 (-9,5/0)	0,317	0 (-20/0)	0 (-5/0)	0,180	0 (-8,5/0)	0 (0/0)	0,273
	Hızlı	0 (-8,5/0)	0 (-9,5/0)	0,655	2 (-20/0)	0 (-10/0)	0,180	-10 (-16/0)	0 (-2,5/0)	0,084
	Fark	0 (0/0)	0 (0/0)	0,655	0 (0/0)	0 (0/0)	1,000	0 (0/10)	0 (0/0)	0,063

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon IQR: Çeyrekler arası değer

Çizelge 4.4. Tedavi öncesi ve sonrası Kas Tonusunu değerlendirmek amacıyla yapılan Modifiye Tardieu Skalasının gruplar arası karşılaştırılması

	Grup 1 (DF) Ortanca (IQR)	Grup 2 (PF) Ortanca (IQR)	Grup 3 (DF+PF) Ortanca (IQR)	p
Plantar Fleksörler Etkilenmiş Taraf Hızlı (Δ)	5 (0/6,5)	5 (0/15)	0 (0/0)	0,140

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon

4.3. Selektif Motor Kontrol

Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası dengeyi değerlendirmek amacıyla yapılan ayak bileği dorsifleksiyon hareketinin selektif motor kontrol testi sonuçları karşılaştırıldığında grupların hiçbirinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamadı (Çizelge 4.5, $p>0,05$)

Çizelge 4.5. Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası selektif motor kontrol testi sonuçlarının karşılaştırılması

	Grup 1 (DF) Ortanca (IQR)			Grup 2 (PF) Ortanca (IQR)			Grup 3 (DF+PF) Ortanca (IQR)		
	Öncesi	Sonrası	p	Öncesi	Sonrası	p	Öncesi	Sonrası	p
Etkilenmiş Taraf	2 (2/4)	4 (2/4)	0,102	3 (2/4)	4 (3/4)	0,63	3 (2/4)	4 (2,5/4)	0,340
Az Etkilenmiş Taraf	4 (4/4)	4 (4/4)	1,000	4 (4/4)	4 (4/4)	1,000	4 (3,5/4)	4 (4/4)	0,414

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon, IQR: Çeyrekler arası değer

Selektif motor kontrol testi puanları incelendiği zaman 1. grupta etkilenmiş tarafta tedavi öncesi 3 olgu tam puan alırken tedavi sonrası bu sayı 5 olguya yükseldi. 2. grupta etkilenmiş tarafta tedavi öncesi 3 olgu tam puan alırken tedavi sonrası bu sayı 6 olguya yükseldi. 3. grupta etkilenmiş tarafta tedavi öncesi 3 olgu tam puan alırken tedavi sonrası bu sayı 6 olguya yükseldi (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası etkilenmiş ve az etkilenmiş taraf selektif motor kontrol testi sonuçlarının gruplar arası dağılımı

		Grup 1 (DF)		Grup 2 (PF)		Grup 3 (DF+PF)	
		Öncesi (%)	Sonrası (%)	Öncesi (%)	Sonrası (%)	Öncesi (%)	Sonrası (%)
ETKİLENMİŞ	0	-	-	-	-	-	-
	1	-	-	-	-	1 (11,1)	-
	2	6 (66,6)	3 (33,3)	4 (44,4)	1 (11,1)	3 (33,3)	2 (22,2)
	3	-	1 (11,1)	2 (22,2)	2 (22,2)	2 (22,2)	1 (11,1)
	4	3 (33,3)	5 (55,5)	3 (33,3)	6 (66,6)	3 (33,3)	6 (66,6)
AZ ETKİLENMİŞ	0	-	-	-	-	-	-
	1	-	-	-	-	-	-
	2	1 (11,1)	1 (11,1)	-	-	1 (11,1)	-
	3	-	-	-	-	1 (11,1)	1 (11,1)
	4	8 (88,8)	8 (88,8)	9 (100)	9 (100)	7 (77,7)	8 (88,8)

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon IQR: Çeyrekler arası değer

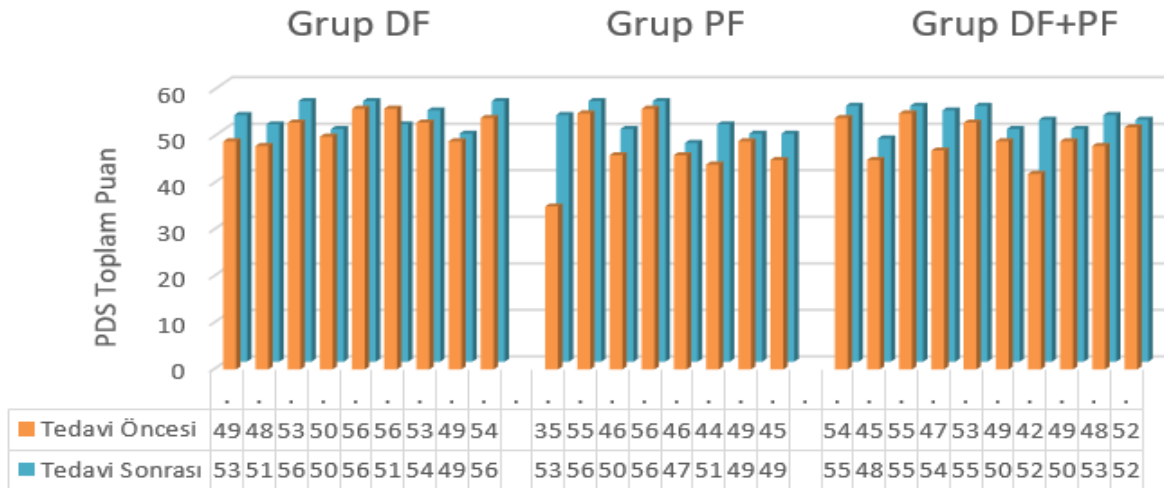
4.4. Denge

Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası dengeyi değerlendirmek amacıyla yapılan PDS toplam puanları karşılaştırıldığında 1. grupta istatistiksel olarak bir değişiklik bulunamazken (Çizelge 4.7, $p>0,05$), 2. ve 3. gruplarda istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler bulundu (Çizelge 4.7, $p<0,05$). 1. gruptaki olgularının hiçbirinin klinik anlamlılık düzeyinde (minimal klinik anlamlılık: 5,83 puan) gelişmesi bulunamadı. 2. ve 3. gruplarda 2'şer olgunun klinik anlamlı düzeyde dengelerinin geliştiği görüldü.

Çizelge 4.7 Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası Pediatrik Denge Ölçeği sonuçlarının karşılaştırılması

Pediatrik Denge Ölçeği	Grup 1 (DF) Ortanca (IQR)			Grup 2 (PF) Ortanca (IQR)			Grup 3 (DF+PF) Ortanca (IQR)		
	Öncesi	Sonrası	p	Öncesi	Sonrası	p	Öncesi	Sonrası	p
Toplam	53 (49/55)	53 (50,5/56)	0,344	46 (44,5/54,5)	51 (49/56)	0,017	49 (46/52,5)	52 (50/54,05)	0,018
Tandem (sn)	30 (5,75/30)	30 (12,2/30)	0,144	4,56 (1/3)	8 (5,5/30)	0,043	8 (3,5/30)	25 (3,25/30)	0,136
Uzanma Etkilenmiş (cm)	28 (23,5/29,5)	29 (24,5/32,5)	0,307	22 (12/28)	29 (23/31)	0,008	24 (15,5/28)	19 (16,5/32)	0,398
Uzanma Az Etkilenmiş (cm)	29 (23,5/33)	30 (26,5/34,5)	0,173	23 (13/30)	30 (25/31)	0,011	27 (17/35,5)	19,5 (25/33)	0,888

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon IQR: Çeyrekler arası değer



Sekil 4.1. Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası Pediatrik Denge Ölçeği puanlarının karşılaştırılması (1-27. hastalar)

4.5. Yürüyüş

Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası yürüyüş değerlendirmek amacıyla yapılan BTS G-Walk analizinin sonuçları karşılaştırıldığında 1. ve 2. gruplarda az etkilenmiş tarafın çift adım destek fazında, 2. grupta az etkilenmiş tarafın sallanma fazında ve etkilenmiş tarafın destek fazında geçirilen sürenin azaldığı görüldü (Çizelge 4.8, $p<0,05$).

Çizelge 4.8. Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası yürüyüş parametrelerinin karşılaştırılması

		Grup 1 (DF) Ortanca (IQR)			Grup 2 (PF) Ortanca (IQR)			Grup 3 (DF+PF) Ortanca (IQR)		
		Öncesi	Sonrası	p	Öncesi	Sonrası	p	Öncesi	Sonrası	p
Analiz Durasyonu (sn)		23,3 (21,8/26,5)	22,6 (20,5/27,2)	0,483	25,7 (21,6/27,9)	24,5 (23/26,9)	0,813	22,2 (21/25,6)	23,8 (19,7/29,9)	0,314
Kadans (Adım/sn)		119 (112/126)	118 (114/126)	0,441	125 (109/128)	119 (108/121)	0,594	130 (130/139)	125 (112/139)	0,441
Hız		1,01 (0,83/1,37)	1,05 (0,93/1,34)	0,477	1,13 (1,09/1,41)	1,18 (0,99/1,31)	0,441	1,29 (1,16/1,34)	1,14 (1,11/1,37)	0,406
Siklus Durasyonu (sn)	E	1,01 (0,98/1,10)	1,03 (0,97/1,07)	0,235	0,99 (0,96/1,14)	1,04 (1,01/1,14)	0,726	0,95 (0,87/1,02)	0,97 (0,91/1,09)	0,260
	A E	1,03 (0,98/1,10)	1,07 (0,97/1,08)	0,137	1 (0,96/1,12)	1,02 (1,01/1,13)	0,813	0,95 (0,88/1,02)	0,97 (0,88/1,08)	0,407
Çift adım Uzunluğu (m)	E	1,11 (0,85/1,19)	1,11 (0,98/1,31)	0,476	1,30 (1,12/1,40)	1,32 (1,03/1,40)	0,343	1,14 (1,05/1,37)	1,16 (1,07/1,39)	0,553
	A E	1,11 (0,85/1,40)	1,11 (0,98/1,32)	0,594	1,29 (1,12/1,42)	1,32 (1,04/1,42)	0,514	1,15 (1,05/1,38)	1,10 (1,06/1,38)	0,906
Adım Yüzdesi (boy%)	E	91,6 (77,2/99,1)	93 (84,1/105,3)	0,594	96,2 (85,7/104,9)	85,1 (83,6/104,7)	0,260	91,2 (84,6/96,9)	94,2 (90,2/101,1)	0,515
	A E	91,7 (76,9/99,8)	93 (84/106,4)	0,515	97 (84,8/105,2)	87,7 (83,7/106,2)	0,441	92,1 (84,4/97,2)	93,8 (89,1/99,6)	0,859
Adım Uzunluğu (Adım uzunluğu%)	E	51,4 (48/51,9)	50,8 (48,3/52,6)	0,327	51 (50/53)	50,8 (48/54,3)	0,779	49,4 (48,1/52,5)	49,6 (48,5/51,8)	0,553
	A E	48,6 (48,2/52,1)	49,2 (47,4/51,8)	0,327	49 (47/50,1)	49,2 (45,8/52)	0,779	50,6 (46,6/51,9)	50,4 (48,3/51,5)	0,476
Duruş Fazı (yürüyüş siklusu%)	E	61,2 (59/62,4)	62,5 (61,2/63,3)	0,123	60 (58,7/63,8)	61,9 (59/63,5)	0,374	60,4 (68,1/63,7)	59,6 (56,2/63)	0,123
	A E	62,1 (60,5/63,9)	63,1 (61,1/65,2)	0,262	60,8 (58,3/63,3)	61,6 (58,8/66,5)	0,05	63,5 (61,2/66)	66,4 (61,5/65)	0,441
Sallanma Fazı (yürüyüş siklusu%)	E	38,8 (37,6/41)	37,5 (36,8/38,9)	0,123	40 (36,3/41,4)	38,1 (36,5/41,1)	0,374	39,6 (36,3/42)	40,4 (37,1/43,8)	0,123
	A E	37,9 (36,1/40)	36,5 (34,8/38,9)	0,262	41,4 (36,7/44,4)	38,4 (34/41,2)	0,035	36,5 (34/38,8)	35,6 (35,1/38,6)	0,441
Çift adım Destek Fazı (yürüyüş siklusu%)	E	10 (7,6/12,8)	11,7 (8,6/12,7)	0,373	9,7 (8,6/12,3)	10,9 (10/13,2)	0,075	10,1 (9/13,2)	10,3 (9,5/12,7)	0,678
	A E	12,9 (11,7/14)	14,3 (13,1/15)	0,011	10,5 (7,8/11,5)	11,3 (10/15,2)	0,028	13,4 (10,4/13,8)	11,5 (10,7/14,2)	0,514
Destek Fazı (yürüyüş siklusu%)	E	38,4 (36,7/40,4)	36,3 (34,4/38,3)	0,086	39,5 (36,6/42,8)	38,4 (34,3/41,1)	0,028	37,8 (34,8/39,2)	36,2 (35,2/38,8)	0,484
	A E	39,3 (37,3/42,1)	37,6 (36,8/38,7)	0,236	39,9 (36,2/42,4)	37,3 (36/41,2)	0,314	40,2 (36,5/42,3)	41,5 (37,7/43,8)	0,155
Yürüyüş Siklusu Simetri Endeksi(%)		91,6 (84,6/92,8)	92,6 (89,4/94,7)	0,139	93,2 (77,6/96,15)	90,4 (82,4/95,5)	0,859	91,9 (87,8/96,9)	89,5 (83,7/96,3)	0,236
Pelvik Simetri Endeksi (%)		56,2 (48,5/76,2)	52,3 (32,4/76,8)	0,260	52,6 (33,8/69,6)	41,4 (20,4/80,1)	0,678	46 (18,6/78)	28,9 (23,8/78,8)	0,674
Obliklik Simetri Endeksi (%)		94,8 (91,4/96,2)	94,6 (88,8/96,6)	0,514	95,3 (91,4/98,3)	94,3 (86,1/96)	0,173	92,4 (87,1/96,3)	93,8 (85,8/97,5)	0,514
Rotasyon Simetri Endeksi		97,8 (95,6/98,4)	97,4(95,2/98,7)	0,678	98,4 (92,1/98,7)	97,1 (94,9/98,2)	0,678	96,8 (91,4/99)	94,6 (85,4/98,4)	0,237

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon IQR: Çeyrekler arası değer, E: Etkilenmiş taraf, AE: Az etkilenmiş taraf, s:saniye

4.6. Zamanlı Kalk ve Yürü Testi

Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası fonksiyonel mobilitayı değerlendirmek amacıyla yapılan Zamanlı kalk ve Yürü Testi puanları karşılaştırıldığında 1. ve 2. gruplarda istatistiksel olarak eş düzeyde anlamlı değişiklik bulundu (Çizelge 4.9. $p < 0,05$), 3. grupta bir gelişme kaydedilmedi (Çizelge 4.10. $p > 0,05$).

Çizelge 4.9. Tedavi öncesi ve sonrası fonksiyonel mobilitayı değerlendirmek amacıyla yapılan Zamanlı Kalk ve Yürü Testi puanları karşılaştırılması

	Grup 1 (DF) Ortanca (IQR)			Grup 2 (PF) Ortanca (IQR)			Grup 3 (DF+PF) Ortanca (IQR)		
	Öncesi	Sonrası	p	Öncesi	Sonrası	p	Öncesi	Sonrası	P
Süre (s)	6,68 (5,28/7,85)	5,68 (5,01/6,50)	0,038	7,45 (5,76/8,65)	6,62 (5,53/7,83)	0,042	6,16 (6/8,06)	6,22 (5,60/7,13)	0,660

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon IQR: Çeyrekler arası değer, s:saniye

Çizelge 4.10. Tedavi öncesi ve sonrası fonksiyonel mobilitayı değerlendirmek amacıyla yapılan Zamanlı kalk ve Yürü Testi gruplar arası karşılaştırılması

	Grup 1 (DF) Ortanca (IQR)	Grup 2 (PF) Ortanca (IQR)	Z	P
Süre (Δ-s)	-0,68 (-1,56/-0,08)	-0,23 (-0,74/0)	-0,839	0,401

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon IQR: Çeyrekler arası değer, Δ : Sonrası-Öncesi fark, s:saniye

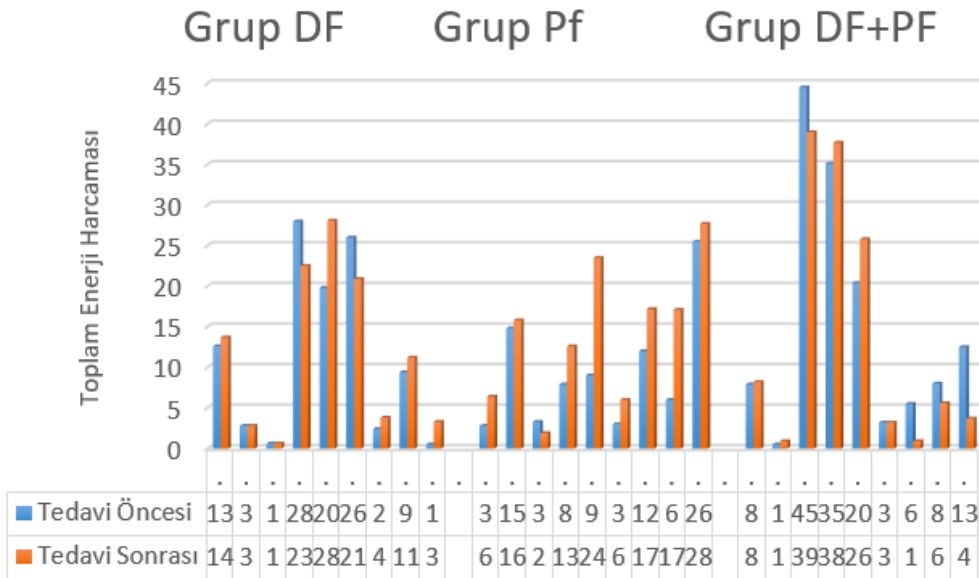
4.7. Enerji Tüketimi

Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası 6 dakika yürüyüş testi boyunca harcanan enerjiyi ve atılan toplam adımı değerlendirmek amacıyla ActiGraph aktivite monitörü ile yapılan analiz sonucunda toplam enerji tüketimi miktarları ve atılan adım sayısı karşılaştırıldığında 1. ve 3. gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik bulunamazken (Çizelge 4.11. $p>0,05$), 2. grupta istatistiksel olarak anlamlı gelişme bulundu (Çizelge 4.11. $p<0,05$).

Çizelge 4.11. Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası enerji tüketimi parametrelerinin karşılaştırılması

	Grup 1 (DF) Ortanca (IQR)			Grup 2 (PF) Ortanca (IQR)			Grup 3 (DF+PF) Ortanca (IQR)		
	Öncesi	Sonrası	p	Öncesi	Sonrası	p	Öncesi	Sonrası	p
Toplam Kalori	9,4 (1,5/22,9)	11,2 (3,1/21,7)	0,612	7,9 (3,2/13,4)	15,8 (6,2/20,4)	0,015	8 (4,4/27,8)	5,6 (2,1/31,8)	0,484
Toplam Adım	698 (654/778)	739 (690/766)	0,374	645 (583/675)	714 (581/734)	0,038	728 (665/767)	769 (753/802)	0,086

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon IQR: Çeyrekler arası değer,



Sekil 4.2. Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası enerji tüketimi parametrelerinin karşılaştırılması (1-27. hastalar)

6DYT sonuçları karşılaştırıldığı zaman tüm gruplarda yürünen mesafenin istatistiksel olarak geliştiği görülmektedir. Yürüyüş hızında tüm gruplarda istatistiksel olarak farklılık çıktığı

görülmektedir (Çizelge 4.12. $p < 0,05$). Ortaya çıkan bu farkların gruplar arasındaki eş düzeyde anlamlı olduğu görülmüştür (Çizelge 4.13. $p > 0,05$)

Çizelge 4.12. Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası 6DYT mesafesi ve yürüyüş hızı sonuçlarının karşılaştırılması

	Grup 1 (DF) Ortanca (IQR)			Grup 2 (PF) Ortanca (IQR)			Grup 3 (DF+PF) Ortanca (IQR)		
	Öncesi	Sonrası	p	Öncesi	Sonrası	p	Öncesi	Sonrası	p
Yürüyüş Mesafesi (m)	376 (364/437)	408 (390/476)	0,012	320 (305/446)	385 (323/450)	0,025	342 (286/432)	370 (336/468)	0,008
Yürüyüş Hızı (m/s)	1,04 (1,01/1,22)	1,13 (1,08/1,32)	0,012	0,89 (0,85/1,24)	1,07 (0,9/1,25)	0,025	0,95 (0,80/1,2)	1,02 (0,93/1,3)	0,008

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon IQR: Çeyrekler arası değer,

Çizelge 4.13. Tedavi öncesi ve sonrası yürüyüş mesafesi ve yürüyüş hızını değerlendirmek amacıyla yapılan 6DYT gruplar arası karşılaştırılması

	Grup 1 (DF) Ortanca (IQR)	Grup 2 (PF) Ortanca (IQR)	Grup 3 (DF+PF) Ortanca (IQR)	p
Yürüyüş Mesafesi (Δ-m)	32(12/66,6)	26,3 (2/58,5)	28 (12/42,25)	0,759
Yürüyüş Hızı (Δ- m/s)	0,09 (0,03/0,19)	0,07 (0,01/0,16)	0,08 (0,03/0,12)	0,679

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon , Δ : Sonrası-Öncesi fark

4.8. Kassal Aktivasyon

Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası kassal aktivasyonun değerlendirilmesi için yapılan EMG analizi sonucunda 2. grupta etkilenmiş Tibial Anterior kasında ve az etkilenmiş Gastrocnemius Medialis kasında anlamlı değişiklikler bulundu (Çizelge 4.14. $p<0,05$).

Fonksiyonel kas aktivasyonunu değerlendirmek amacıyla yapılan statik çözelme testi sonucunda ise 2. grupta az etkilenmiş Vastus Medialis Oblikus kasında ve az etkilenmiş Gastrocnemius Medialis kasında anlamlı değişiklikler bulundu (Çizelge 4.15. $p<0,05$).

Olguların tedavi öncesi ve sonrası squat sırasında istemli kas kullanımının yüzdesel miktarı Çizelge 4.16’da verilmiştir.

Çizelge 4.14. Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası maksimum istemli kasılma parametrelerinin karşılaştırılması

Maksimum İstemli Kasılma	Grup 1 (DF) Ortanca (IQR)			Grup 2 (PF) Ortanca (IQR)			Grup 3 (DF+PF) Ortanca (IQR)		
	Öncesi	Sonrası	p	Öncesi	Sonrası	P	Öncesi	Sonrası	p
Vastus Medialis Obliquus ET	9,2 (3,5/46,5)	28,5 (7,1/57,8)	0,374	49,4 (16,3/110,3)	13,9 (6,1/47,8)	0,314	57,2 (42,9/74,4)	39,8 (20,4/61,8)	0,214
Vastus Medialis Obliquus AET	46,7 (13,7/61,3)	27,3 (6,5/52,1)	0,173	71,9 (4,5/106,2)	10,4 (3,5/81,1)	0,038	46,8 (7,9/61,8)	41,6 (12,1/64,2)	0,889
Semitendinosus ET	21,9 (9,9/87)	34 (12,1/71,8)	0,859	10,9 (6,4/98,2)	7,3 (5/28,8)	0,260	38,3 (21,3/80)	35,9 (13,4/87,9)	0,515
Semitendinosus AET	17,6 (11,7/71)	28,8 (12,9/76,7)	0,953	60,6 (5,9/144,5)	12,5 (5,4/68,6)	0,173	55,9 (16/144,3)	59 (37,4/106,3)	0,767
Tibialis Anterior ET	53,6 (14,8/123,8)	15 (9,7/30)	0,051	66,8 (49,3/85,7)	30,5 (5,2/47)	0,021	26,4 (10,1/87,8)	40,4 (13,2/59,3)	0,374
Tibialis Anterior AET	83,6 (15,7/156)	49,9 (11,7/160,5)	0,678	66,8 (34,9/162)	37,8 (20/77,9)	0,051	78,2 (13,6/132,5)	92,7 (12,6/145,3)	0,678
Gastrocnemius Medialis ET	17,3 (8,2/40,3)	16,8 (6,6/46,9)	0,859	17,6 (4,3/73)	13,5 (4,1/48,8)	0,594	10,1 (3,8/38,7)	6,8 (2,2/29,4)	0,173
Gastrocnemius Medialis AET	15,9 (3,8/32,9)	40,8 (8,2/65,2)	0,173	79,6 (20,8/105)	25,2 (9,8/39,1)	0,021	15 (6,5/73,5)	21,3 (5,8/71,7)	0,767
Gastrocnemius Lateralis ET	14,4 (5,1/33,7)	30,3 (10,5/43,1)	0,374	7,9 (3,2/47,3)	10 (4,7/33,3)	0,767	16,8 (6,9/25,1)	22,7 (4,4/41,3)	0,374
Gastrocnemius Lateralis AET	26,7 (7,4/65,2)	36,7 (18,7/53)	0,441	51,9 (10,2/103,7)	40,9 (8,9/56,9)	0,110	27,1 (5,8/36)	14,1 (6,2/28)	0,441

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon IQR: Çeyrekler arası değer, ET: Etkilenmiş taraf, AET: Az etkilenmiş taraf

Çizelge 4.15. Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası squat sırasında istemli kasılma parametrelerinin karşılaştırılması

SQUAT	Grup 1 (DF) Ortanca (IQR)			Grup 2 (PF) Ortanca (IQR)			Grup 3 (DF+PF) Ortanca (IQR)		
	Öncesi	Sonrası	p	Öncesi	Sonrası	p	Öncesi	Sonrası	p
Vastus Medialis Obliquus ET	4,7 (4/24)	18,9 (9,7/34,8)	0,110	33 (1,9/54,8)	14,8 (3,6/38,4)	0,110	37,8 (29,5/56,3)	36 (21/49)	0,374
Vastus Medialis Obliquus AET	26,6 (14,5/55,6)	12,2 (6,3/20,1)	0,173	37,1 (14,3/69,5)	6,9 (3,7/47,4)	0,011	32,6 (7,3/57,5)	33,6 (14,7/42,8)	0,767
Semitendinosus ET	5,3 (3,4/11,3)	8,2 (2,5/11,4)	0,953	2,4 (2,3/7,6)	2,3 (2/8,6)	0,441	8,6 (4,4/10,5)	9,9 (4/12,6)	0,594
Semitendinosus AET	4,3 (2,4/12,2)	3,4 (2,3/8,3)	0,678	6,3 (1,8/16,6)	2,8 (2/6,5)	0,260	6 (2,4/15,5)	6,9 (4,2/15)	0,953
Tibialis Anterior ET	9,7 (4,8/11,5)	5 (2/7,1)	0,110	10,6 (8,8/13,1)	3,4 (1,6/17,7)	0,441	9,8 (6,7/15,8)	11,1 (3,9/15,9)	0,953
Tibialis Anterior AET	4,8 (1,7/11,4)	3,2 (1,8/9,8)	0,314	12,9 (5,4/19,2)	4,4 (2,1/16,4)	0,161	4,6 (2,1/11,7)	3,9 (1,9/10,1)	0,173
Gastrocnemius Medialis ET	9,7 (1,9/15)	6,9 (2/14,4)	0,594	10,4 (1,9/15,8)	8,2 (1,8/12,5)	0,139	5,1 (2,8/12,9)	4,5 (1,8/5,2)	0,173
Gastrocnemius Medialis AET	2,4 (1,7/12)	7,2 (2,1/12,6)	0,515	8,6 (2,9/12,8)	3 (1,9/8,3)	0,025	4,5 (2/11,3)	4,4 (2/9,4)	0,441
Gastrocnemius Lateralis ET	9,7 (2,3/11,9)	9,3 (3/18,6)	0,767	9,4 (2,8/21,7)	4,3 (2,4/17)	0,214	9,6 (3,4/26,2)	7,6 (4,5/13,8)	0,515
Gastrocnemius Lateralis AET	5,5 (2/11)	11,4 (2,3/18,4)	0,314	7 (3,6/13,9)	5,2 (2,5/8,6)	0,066	7,2 (2,2/12,6)	3,2 (1,9/11)	0,260

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon IQR: Çeyrekler arası değer, ET: Etkilenmiş taraf, AET: Az etkilenmiş taraf

Çizelge 4.16. Serebral palsili olgularda tedavi öncesi ve sonrası squat sırasında istemli kas kullanımının yüzdesel miktarı

KAS KULLANIM YÜZDESİ	Grup 1 (DF) Ortanca (IQR)			Grup 2 (PF) Ortanca (IQR)			Grup 3 (DF+PF) Ortanca (IQR)		
	Öncesi	Sonrası	p	Öncesi	Sonrası	p	Öncesi	Sonrası	p
Vastus Medialis Obliquus ET	67,7 (52,2/86,9)	66,5 (49,7/125,2)	0,314	78,2 (51/96)	70,5 (50,8/92,6)	0,859	77,8 (41,9/99,6)	77,9 (67,2/117,1)	0,173
Vastus Medialis Obliquus AET	77,6 (47,1/135,8)	49,5 (39,6/109,4)	0,774	69,7 (44,4/103,5)	69,8 (67,1/129,4)	0,953	63,6 (47/94,9)	79,4 (64,3/121,9)	0,208
Semitendinosus ET	17 (14,1/36,7)	18,3 (12,8/28,4)	0,859	24,3 (11,4/58,2)	40,8 (31,4/53,5)	0,214	20,5 (14,4/27,3)	16,3 (13,2/52,5)	0,314
Semitendinosus AET	23,4 (11,5/37,2)	14,5 (8,8/28)	0,314	10,6 (5,4/38,3)	16,9 (8,8/52,7)	0,260	16,9 (8,1/23,6)	12,4 (6,1/27,3)	0,953
Tibialis Anterior ET	20,9 (8,4/47,9)	26,1 (18,2/31,9)	0,515	19,1 (12,2/23)	45,8 (24,4/47,4)	0,066	46,4 (13,6/69,3)	23,6 (17,8/69,2)	0,678
Tibialis Anterior AET	10,3 (5/33,3)	11,2 (4/20,9)	0,260	19,1 (6,3/33,7)	10,6 (9,2/59)	1,00	10,9 (3,6/45,5)	11,8 (2,9/24,1)	0,441
Gastrocnemius Medialis ET	44,4 (23,1/53,3)	38,7 (18,3/49,4)	0,374	42,6 (29/87,8)	54,2 (21,3/75,3)	0,678	53,5 (33/109,2)	47,9 (17,2/101,7)	0,859
Gastrocnemius Medialis AET	32,5 (14,4/83,5)	22,6 (11,2/56,8)	0,051	25,4 (6,2/37,2)	18,9 (10,3/51,6)	0,594	30,4 (14,1/60,8)	23,9 (9,6/68,6)	0,594
Gastrocnemius Lateralis ET	58,1 (42,8/78,9)	35,7 (23,4/80,7)	0,374	95,4 (41,7/109,8)	56,3 (34,3/97,8)	0,139	57,4 (48,2/106,5)	41,8 (26,4/118,6)	0,767
Gastrocnemius Lateralis AET	29 (8,5/67,4)	24,1 (12,7/45)	0,110	15,1 (9/67,6)	18,8 (13,5/51,2)	0,767	45,6 (24,3/67)	27,2 (16,5/65,5)	0,767

DF: Dorsifleksiyon, PF: Plantarfleksiyon IQR: Çeyrekler arası değer, ET: Etkilenmiş taraf, AET: Az etkilenmiş taraf

5. TARTIŞMA

Spastik Serebral Palsili olgularda ayak-ayak bileği çevresine uygulanan fonksiyonel kuvvetlendirme eğitiminin etkilerini araştırmayı hedeflediğimiz bu çalışmanın sonucunda; DF yaptıran kaslar üzerine yoğunlaşılın egzersizlerin spastisite, enerji tüketimi, fonksiyonel mobilite ve yürüyüş parametreleri üzerine daha etkili olduğu, PF yaptıran kaslar üzerine yoğunlaşılın egzersizlerin spastisite, denge, yürüyüş parametreleri ve fonksiyonel mobilite üzerine daha etkili olduğu ortaya konmuştur. Hem DF hem de PF yaptıran kaslar üzerine yoğunlaşılın egzersizlerin ise denge ve enerji tüketimi üzerine etkili olduğu ortaya konmuştur.

Çalışmaya katılan gruplar arasında incelenen demografik ve klinik özellikler arasında istatistiksel açıdan anlamlı fark olmaması grupların tedavi öncesi benzer özellikte olduğunu ve bu çalışma ile açığa çıkan sonuçların bireylerin belirtilen karakteristiklerinden ve tedavi öncesi değerlerinden bağımsız olduğunu göstermektedir.

Literatüre göre daha şiddetli seviyede motor bozukluğa sahip olan SP'li olgularda istemli kas aktivasyonunu sağlamak için farklı protokoller uygulamak gerektiği için çalışmamızda yalnızca fonksiyonel kuvvetlendirme eğitimi KMFSS'ye göre seviye I ve II'de yer alan spastik SP'li olgulara uygulanmıştır. Seviyesi I – II olan SP'li olgularda kaba motor fonksiyonların etkilenmiş olduğu, kas kuvvetlerinin ve çevikliklerinin sağlıklı yaşlılarına göre zayıf olduğu ve günlük yaşam aktivitelerini olumsuz etkilediği ortaya konmuştur. Unilateral spastik SP'li olgularda da tek taraflı etkilenim bulunamayacağı bilinir [39, 40]. Bu nedenle çalışmamıza benzer özellikte olan KMFSS seviyesi I ve II olan hem unilateral hem bilateral spastik SP'li olgular dahil edilmiştir [39, 204, 205].

Tarihsel gelişime bakıldığında SP'li olgulara uygulanan aktif egzersizlerin kas tonusunu arttıracak düşüncesinin hakim olduğu bilinir [206]. Günümüzde hala SP'li olguların tedavisinin yapıldığı merkezlerde fizyoterapistler, spastisite ortaya çıkaracağı düşüncesiyle, özellikle PF kasların kuvvetlendirilmesinden kaçınmaktadır. Yıllar içerisinde yapılan çalışmalar egzersizin kas tonusunu azaltıcı etkisi olduğu gerçeğini ortaya koymaktadır [35, 207, 208]. Çalışmamız bu bulguları destekler niteliktedir. Gerek duyuşal farkındalığın artmış olması, gerekse kasın mekanik özelliklerinin etkilenmesinden dolayı bu olumlu etkinin ortaya çıkabileceği düşünülebilir. MTS ile değerlendirilen kas tonusu ölçümleri tedavi

öncesi ve sonrası değışikliklerin daha açık bir şekilde gözlenebilmesi açısından R2 ve R1 değeri ile beraber verilmiştir. R2 değeri ile ayak bileği dorsi fleksiyonu ve diz ekstansiyonu pasif eklem hareket açıklığı ölçülmektedir. R1 değeri ise hıza bağımlı bir değerlendirme olmasından dolayı plantar fleksörlerin veya hamstring kaslarının spastisitenin açığa çıktığı açığı belirtmektedir. Bu çalışmanın sonucunda ayak bileği ölçümlerinde yalnızca 1. grupta eklem hareket açıklığında artış bulunurken 3 grupta da spastisitede azalma olduğu gözlenmiştir. Az etkilenen tarafta yalnızca 1. grupta plantar fleksör kaslarda spastisitenin azaldığı görülmektedir. Bu bulgular ile beraber 1. grup egzersizlerinin ayak bileği bölgesindeki spastisite üzerinde diğer gruplardan daha etkili olduğu, plantar fleksör kaslardaki spastisitenin azaltılmasının amaçlandığı durumlarda DF kaslara yoğunlaşlan egzersizlere yer verilebileceği ortaya konmuştur. Hamstring kaslarının MTS ölçümlerinde ise yalnızca 2. grupta diz ekstansiyonunun normal eklem hareket açıklığında artış ve hamstring kaslarının spastisitesinde azalma olduğu görülmüştür. Gastroknemiusun çift eklem kateden bir kas olmasından dolayı, bu kasta egzersizlerle beraber ortaya çıkan aktivasyon artışının kasın kullanımında artışa, viskoelastik sertlikte azalmaya ve dolayısıyla gevşemeye yol açarak diz eklem hareket açıklığını da etkilemiş olabileceği kanaatindeyiz. 2. grupta distalde yalnızca Gastroknemius kasının kuvvetlendirilmesine yer verilmiş olması bu farklılığı doğurmuş olabilir. Bu nedenle hamstring kaslarındaki spastisitenin azaltılmasının amaçlandığı durumlarda PF egzersizlerine yer verilebileceği düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalarda SMK ile yürüyüş hızı, diz fleksiyonu ve kaba motor becerilerin ilişkili olduğu bilinmektedir. SMK'de azalma olmasının direkt olarak kaba motor becerilerde de azalmaya yol açabileceği bildirilmiştir [127, 209]. Dorsifleksör kaslardaki selektif motor kontrolün değerlendirilmesi amacıyla yapılan SMK testi sonuçlarına göre, tüm gruplarda gelişme olduğu fakat bu farkların istatistiksel olarak anlamlı bir değere ulaşmadığı görülmüştür. Gruplar incelendiği zaman özellikle etkilenmiş ekstremitte ölçümlerinde tüm gruplarda tedavi sonrası olguların yaridan fazlasının dorsifleksör kaslarının SMK testinden tam puan aldıkları görüldü. Bu sonuç ayak-ayak bileğine uygulanan kuvvetlendirme egzersizlerin istemli kas aktivasyonunu arttırdığını düşündürmektedir. SMK testinin minimal klinik anlamlılık çalışmaları yapılmamış olduğundan bu değışikliğin klinik olarak ne kadar gelişme ortaya koyduğu belirtilememiştir.

Plantar Fleksör kaslar, alt ekstremitedeki anahtar kaslardan biridir. Yürüyüş sırasında PF kaslar, vücudu desteklemek ve alt ekstremitayı ilerletmek için gerekli kuvvetin çoğunu sağlayan kaslardır. PF kasların SP'li olgularda en zayıf olan kas grubu olduğu bildirilmiştir [36]. Literatür incelendiğinde SP'li olgularda fonksiyonel PF egzersizlerinin denge üzerindeki etkisini araştıran herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Denge skorları açısından gruplar incelendiği zaman, plantar fleksiyon egzersizlerinin dahil edildiği gruplarda, yani 2. ve 3. gruplarda PDS'nin toplam puanında anlamlı değişikliklere yol açtığı görülmektedir. Tandem pozisyonunda durma süresi ve fonksiyonel uzanma değerlendirmelerinde ise yalnızca 2. grupta tedavi öncesi ve sonrası parametrelerde anlamlı gelişmeler ortaya çıkardığı görülebilmektedir. Bu bulgularla beraber PF egzersizlerinin dahil edildiği olgularda denge gelişiminin daha fazla olduğu, tek başına PF egzersizlerinin yapılmasının ise statik dengede daha fazla gelişmeye yol açabileceği düşünülmektedir. DF grubu kasların kuvvetlendirilmesi sonucunda dengede herhangi bir değişiklik ortaya çıkmamış olması ise, denge stratejilerinde DF kasların PF kaslar kadar aktif olmadığını düşündürmektedir. Özellikle soleus kasının önemli bir antigravite kası olduğu düşünüldüğünde, çalışmamız ile ortaya çıkan sonuç bu bulguları destekler niteliktedir.

Çalışmamızda yürüyüş değerlendirilmesi amacıyla kullanılan BTS G-walk sonuçlarının hiçbir grupta yorumlanabilir anlamlı bir değişiklik ortaya koyamadığı görülmektedir. Birkaç parametrede ortaya çıkan farkın yorumlamasının birçok faktörden dolayı mümkün olmayacağı düşünülmektedir; BTS G-walk cihazı pelvise yerleştirilerek değerlendirme yapılan bir cihazdır. Ayak-ayak bileğine yapılmış olan kuvvetlendirme egzersizlerinin pelvise yansıyacak ve değerlendirme sırasında anlamlılığa ulaşacak bir etki oluşturamamış olabilir. BTS G-walk cihazının SP'li olgularda ayak-ayak bileği kuvvetlendirme egzersizlerinin yürüyüşe olan etkisini değerlendirmeye yetecek düzeyde hassasiyeti olmayabileceği gibi, gruplar arası tam homojenite sağlanamamış olabilir. Olgular gruplara randomize olarak yerleştirildiğinden dolayı bazı olguların bilateral etkileniminin diğer olgulara göre daha fazla olması yürüyüş sırasında anlamsız farkların çıkması için bir sebeptir. Çalışmaya dahil edilen olguların yürüyüşlerinde aşırı bir asimetri olmaması ve birçok değerinin zaten normal sınırlar içerisinde olmasının, egzersizle ortaya çıkabilecek gelişim miktarını sınırlandırmış olabilir. Diğer taraftan yapılan egzersizler 6 hafta süre ile devam ettirilmiştir ve bu süre pelvise ve yürüyüşün tümüne yansıyabilecek bir değişiklik ortaya çıkaramamış olabilir. İleride daha çok sayıda olgunun katıldığı araştırmaları yapılması daha güvenilir sonuçların ortaya çıkmasına katkı sağlayacaktır.

Çalışmalarda SP’li olguların yürüyüş gibi submaksimal bir aktivitede bile artmış bir enerji tüketimi olduğu ortaya konmuştur. Sağlıklı yaşlılarına göre SP’li olgularda yürüyüş daha fazla enerji tüketimine neden olmaktadır [210, 211]. Aerobik egzersizlerin enerji tüketimini azaltacak etkinliği olduğu gösterilmiştir [212-214] fakat fonksiyonel egzersizlerin enerji tüketimi üzerine etkisini gösteren bir çalışma bulunamamıştır.

Schranz ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada [215], yaşları 6-16 arasında olan unilateral ve bilateral spastik SP’li 20 olgu; ilerleyici dirençli egzersiz ya da fonksiyonel egzersiz gruplarından birine randomize olarak yerleştirilmiştir. Olgular çalışmamıza benzer şekilde KMFSS seviye I ve II olgularından oluşmaktaydı. Egzersizler haftada 3 gün, 8 hafta süresince alt ekstremité kaslarına yönelik egzersizlerden oluşturulmuştu. İlerleyici dirençli egzersiz grubunda ağırlıklı yelekle direnç arttırılırken, fonksiyonel egzersiz grubunda ise aynı egzersizler daha sık aralıklarla ve yalnızca vücut ağırlığıyla yaptırılmıştır. Her iki gruptaki egzersizler; otur-kalk, yandan basamağa adım alma, köprü kurma, parmak ucuna kalkma ve “lunge” egzersizlerinden oluşturulmuştur. Olguların dinamometre ile kas kuvveti, MAS ile kas tonusu, ZKYT, 6DYT, enerji tüketimi ve yürüyüşü tedavi öncesi ve sonrası değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre her iki grupta da kuvvette artış olduğu, fakat yalnızca fonksiyonel grupta bu artışın istatistiksel anlamlılığa ulaştığı bildirilmiştir. İlerleyici dirençli egzersiz grubunda ise ZKYT’de istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler olduğu bildirilmiştir. Diğer testlerde gruplar arasında herhangi bir farklılık oluşmamıştır. Bu çalışmanın egzersizleri bizim 2. grubumuzdaki egzersizlerle benzerlik göstermektedir ve sonuçlarımız karşılaştırıldığı zaman bizim çalışmamızda kuvvet ölçülememiş olsa bile fonksiyonelliğe yansıyan değişikliklerin kuvvette gelişmeye yol açmış olabileceğini ve ilgili kaslarda kuvvetlendirme oluşturmuş olabileceğini düşünmekteyiz. Bu çalışmadan farklı olarak bizim çalışmamızda enerji tüketiminde, ZKYT, 6DKT ve yürüyüş hızı ve mesafesinde de anlamlı gelişmeler olduğu bulunmuştur. Örneklem grubundaki benzerliğe rağmen bizim çalışmamızda bu parametrelerde anlamlılık çıkmış olmasının nedeninin özellikle SP’li olgularda en fazla etkilenmiş bölge olan ayak-ayak bileği çevresine yoğunlaşmış olmamızdan kaynaklandığını düşünmekteyiz. SP’li olgularda ayak-ayak bileği çevresi kaslardaki kas tonusu ve dengesel parametrelerde ortaya çıkan gelişmelerin fonksiyonelliğe büyük oranda katkıda bulunduğu görüşündeyiz.

Çalışmamızda enerji tüketimi açısından, Actigraph ile yapılan değerlendirmeler sonucunda yalnızca 2. grubun egzersizlerinin enerji tüketimi ve atılan toplam adım üzerine anlamlı

etkisi olduğu gösterilmiştir. Tüm gruplarda yürüyüş mesafesinde gelişme ve yürüyüş hızında artış görülmüştür. 2. gruptaki olguların 6DYT sırasında önceki değerlere göre anlamlı olarak daha fazla adım attıkları görülmektedir. Yürüyüşün hızı atılan adım sayısı veya adım uzunluğu arttırıldığı zaman artmaktadır [216]. 1. ve 3. gruplarda yürüyüş hızının adım uzunluğunun gelişmesiyle gerçekleştiğini, PF grubunda ise atılan adım sayısı ile beraber geliştiği düşünülmektedir. 2. gruptaki olgularda adım sayısında artış olması enerji tüketiminin artmasına yol açmış olabilir. Literatür araştırıldığı zaman ayak bileği eklem hareket açıklığı ve yürüyüş verimliliğinin ilişkili olduğunu bildiren bir çalışma bulunmaktadır [217]. Çalışmamızda ayak bileği eklem hareket açıklığında artışa yol açan tek egzersiz grubunun 1. grup olduğu görüldü. Bu sonuca göre 1. grup egzersizlerinin dahil edildiği gruplarda yürüyüşün daha efektif olabileceği, daha az yorgunluk oluşturabileceği ortaya konmuştur.

KMFSS seviyesi I-III olan 4-12 yaş arasındaki 10 SP'li olgunun dahil edildiği çalışmada Salem ve arkadaşları [218] fonksiyonel görev odaklı egzersizlerle standart egzersizleri karşılaştırmışlar. Egzersizler 5 hafta boyunca, haftada 2 gün yaptırılmış. Fonksiyonel-görev odaklı grupta otur-kalk, basamak çıkma, engel atlama rampa inme ve çıkma top oynama ve yürüme aktivitelerinden oluşturulmuş. Olguların fonksiyonel performansı ve mobilite düzeyi KMFS ve ZKYT ile değerlendirilmiş. Sonuçlara göre, kontrol grubuna göre fonksiyonel görev odaklı egzersiz grubunda ZKYT süresinde ve yürüyüş parametrelerinde istatistiksel olarak anlamlı azalma olduğu, KMFS'ye göre ise egzersiz grubundaki olguların fonksiyonel performansı ve mobilitesinde gelişmeler olduğu gözlenmiş. Çalışmamıza kıyasla bu çalışmada özellikle ayak-ayak bileği çevresi kaslara odaklanılmamış, genel bir fonksiyonel kuvvetlendirme programı uygulanmıştır. Egzersiz içeriğine bakıldığı zaman bu çalışmadaki egzersizlerin, çalışmamızdaki 1. grup ile benzer egzersizlerden oluştuğu görülebilmektedir. 1. grubun sonuçları ve bu çalışmanın sonuçları karşılaştırıldığında benzer şekilde bizim çalışmamızda da ZKYT sonuçlarında gelişme olduğu görülebilmektedir. 1. grubun yürüyüş hızında, mesafesinde ve verimliliğinde elde edilen gelişmeler bu çalışmanın sonuçlarıyla beraber yorumlandığı zaman DF egzersizlerinin yürüyüş üzerine olumlu etkileri olduğunu göstermektedir.

2002 yılında yayınlanan çalışmada, Blundell ve arkadaşları 4-8 yaş arasındaki 8 SP'li olguda 4 haftalık fonksiyonel ve görev odaklı bir egzersiz programının etkinliğini değerlendirmişlerdir [219]. Egzersizlerin bizim çalışmamızla benzerlik gösterdiği bu

çalışmada, ayak bileği çevresi kaslara parmak ucuna kalkma ve rampa çıkma egzersizlerinin da dahil olduğu fonksiyonel egzersizler verilmiş. Çalışmanın sonuçlarına göre izometrik kas kuvvetinde %47'lik bir artış olduğu ve yürüyüş hızının arttığı gösterilmiştir. Bu çalışma bizim çalışmamızdaki 3. grubunun egzersizlerine benzerlik göstermektedir. Bizim çalışmamızda da 3. gruptaki olgularda, benzer şekilde yürüyüş hızında ve mesafesinde gelişme elde edildiği görülebilmektedir. Bu bulgulara ek olarak bizim çalışmamızda 3. grup egzersizlerine yer verilen olgularda tedavi sonrasında kas tonusunda azalma ve dengede gelişmeler gözlenmiştir. Çalışmalara dahil edilen olguların yaş grupları farklı olmuştaysa da, egzersizlerin oluşturduğu etkiler benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızda yEMG ile yapılan kassal aktivasyon değerlendirme sonuçları ile olguların tümünün değerlendirmeye dahil edilen kaslarının farklı miktarlarda aktif olduğu görülmüştür. Fakat kasların aktivasyon miktarının ölçümlerinde tedavi öncesi ve tedavi sonrası değerlendirmelerde hiçbir grupta yorumlanabilir anlamlı bir değişiklik ortaya konamamıştır. Birkaç parametrede ortaya çıkan farkın tesadüfen ortaya çıktığı ve yorumlamasının birçok faktörden dolayı mümkün olmadığı düşünülmektedir. Yapılan diğer yEMG çalışmalarından elde edilen faktörlere göre; SP'li olgularda resiprokal inhisbisyonun yetersiz olduğu ve kaslarda gevşeme sırasında problemler yaratabileceği bunun yEMG ölçümlerine yansiyabileceği bildirilmiştir [220]. SP'li olgularda izole kas kontraksiyonu elde edilmesinin çok zor olduğu bildirilmiştir. Önceden yapılmış olan yEMG çalışmalarına göre kaslarda ko-aktivasyonlar olabileceği bildirilmiştir. Örneğin, bu ko-aktivasyonlar Kuadriseps kası sırasında triseps surae kaslarının veya hamstring kaslarının da aktivasyonuna, tibialis anterior kas aktivitesi sırasında gastrocnemius kas aktivasyonuna yol açmasıyla sonuçlarda hatalara yol açabileceği bildirilmiştir [221]. SP'li olguların kas liflerinde tip I kas liflerinin daha fazla olduğu, MVC ölçümlerinde yüksek kas lifi ateşlemesine ulaşamadığı ve bu nedenle hatalı ölçümlere yol açabileceği bildirilmiştir [223]. Bu faktörlere ek olarak SP'li olgularda kaslarda ortaya çıkan patolojik değişikliklerin yEMG ölçümlerinin hatasız bir şekilde yapılması için önem arz eden referans noktalarında kaymaya yol açmış olabileceğini düşünüyoruz. Yüzeysel elektrodlar ilgili kasların motor noktalarına yerleştirilmektedir. SENIAM tarafından en doğru ölçümlerin bu noktalardan yapılabileceği bildirilmiştir [189]. Fakat bu referans noktaları eşlik eden bir hastalığı bulunmayan ve tipik gelişim gösteren bireyler için belirlenmiş noktalardır. SP'de kas liflerine direkt olarak etki eden patolojik değişiklikler kasların sarkomer boylarında uzamaya ve lif tipinde değişikliklere yol açtığı bilinmektedir [96]. Botulinium Toksin uygulamaları

için yapılan araştırmalarda da SP'li olguların kaslarında motor noktalarının sağlıklı yaşlılarına göre kasın farklı noktalarında olabileceği bildirilmiştir [222]. Bu faktörler ölçümler sırasında fizyolojik *cross talk*'ın, yani komşu bölgelerden alınan sinyallerin artışına yol açmış olabilir. Değerlendirme yapılan bireylerin boy ortalamalarının 130 cm civarında olması değerlendirme yapılan bölgelerin de dolayısıyla daha küçük bir yüzey alanına sahip olmasına yol açmaktadır. Yüzeyel elektrod yerleşiminin bir birine fazla yakın olması da yine fizyolojik *cross talk*'ın artmış olmasına neden olmuş olabilir. Bu bilgilerden yola çıkarak yEMG ölçümleriyle belirlenen kassal aktivasyon miktarlarında anlamlılık bulamamış olabileceğimizi düşünmekteyiz.

Fonksiyonel mobilitenin değerlendirilmesi için yapılan ZKYT sonuçlarına göre, 1. ve 2. gruplarda anlamlı fark olduğu görüldü. ZKYT, yürüyüş ve dengesel komponentleri birleştirmektedir. Bu testten iyi bir puan alabilmek için kişinin hem dinamik dengesinin, hem de yürüyüş hızının yeterli olması gerekmektedir. DF grubunda görülen anlamlılığın nedeni olgularda DF kaslarındaki gelişmeyle beraber daha efektif bir yürüyüşün gelişmesine, PF grubundaki gelişmenin ise PF kaslardaki kuvvetlendirmeyle beraber dengesel becerilerin artmış olabileceğine bağlanabilir. 3. grupta herhangi bir gelişme kaydedilmemiştir. Bu bulgu bize spesifik olarak verilen fonksiyonel kuvvetlendirme egzersizlerinin daha iyi sonuçlar doğurduğunu, fonksiyonel mobilitede gelişme sağlayabilmek için doğrudan bir kas grubuna yoğunlaşılması gerektiğini göstermektedir.

Lorentzen ve arkadaşları [224] 2017 yılında KMFSS seviyesi I-III olan 32 yetişkin SP'li bireyin katıldığı çalışmada 6 hafta süresince eğimli yürüyüş bandı üzerinde verilen yürüyüş eğitiminin ayak bileği eklemi üzerindeki etkinliğini araştırmışlardır. Olgular randomize olarak çalışma ve kontrol gruplarına ayrılmıştır. Kontrol grubu rutin egzersizlerine devam ederken çalışma grubu yürüyüş bandı üzerinde eğimli zeminde yürüme egzersizi yapmıştır. Yürüyüş bandında yürüme kişilerin kendilerini rahat hissettikleri bir hızda uygulanmıştır. Tüm olgularda çalışmadan 6 hafta sonra; 3 boyutlu yürüyüş değerlendirmesi, 6DYT, ZKYT ve normal eklem hareketi değerlendirilmiştir. Çalışma sonucunda kontrol grubuna kıyasla, 3 boyutlu yürüyüş değerlendirmesi sonuçlarına göre istatistiksel olarak yürüyüş hızında gelişme olduğu bulunmuştur. 6DYT, SKYT ve pasif normal eklem hareket açıklığı sonuçlarında gelişme bulunsa da bu gelişmelerin istatistiksel anlamlılığa ulaşmadığı bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda da DF kuvvetlendirilmesi için yapılan rampa çıkma egzersizleri yürüyüş bandında yapılmamış olsa da aynı şekilde olguların kendilerini rahat

hissettikleri bir hızda, eğimli zeminde uygulanmıştır. Bu çalışmadan farklı olarak bizim çalışmamızda; 1. grupta 6DYT, ZKYT, enerji tüketimi ve kas tonusunda çalışma sonucunda istatistiksel gelişmeler ortaya konmuştur. Çalışmamızda istatistiksel anlamlılığa ulaşılmasının nedeni olguların daha küçük bir yaşta olması ve müdahale ile gelişmeye daha açık olabileceği düşünülmektedir. Kişilerin yaşları büyüdükçe eklemlerinde ortaya çıkan patolojilerin şiddetinin arttığı, zamanla yumuşak dokularının bu değişimlere uyum sağladığı ve yapılan müdahalelere daha az duyarlı olduğu bilinmektedir. Bu nedenle, daha küçük yaşta verilen rampa çıkma egzersizinin DF kaslar üzerinde pozitif etki oluşturabileceği, bu etkinin yapılan fonksiyonel testlere de yansıtılabileceği düşünülmektedir.

2-7 yaş arasındaki SP'li olguların fonksiyonel bir egzersiz programı sonrasında motor becerilerinin araştırıldığı çalışmada, Ketelaar ve arkadaşları [225] 55 SP'li olguyu; fonksiyonel egzersiz veya kontrol gruplarından birine randomize olarak dahil etmiştir. Egzersizler olguların ihtiyacı sonucunda belirlenmiş ve her olguya durumuna göre 3 egzersiz yaptırılmıştır. 6 ay sonra sonuçları değerlendirildiği zaman, çalışma sonuçlarına göre KMFS ile ölçülmüş motor fonksiyonun her iki grupta da geliştiği, gruplar arası fark bulunmadığı görülmüş. Tüm olgularda çalışma sonrasında günlük yaşam aktivitelerinde fonksiyonel gelişmeler olduğu bildirilmiştir. Bu çalışma sonuçlarına göre fonksiyonel kuvvetlendirme egzersizlerinin direkt bir etkinliği olmadığı, her kas grubuna göre spesifik egzersizlerin uygulanmasıyla anlamlı gelişmeler elde edilebileceği görülmektedir. İhtiyaca yönelik genel fonksiyonel egzersiz programlarından daha çok, doğrudan ayak-ayak bileği çevresi kaslara uygulanan egzersizlerin birçok parametrede daha etkili olduğu, daha kısa sürede sonuçlar ortaya çıkarabildiği görülmüştür.

SP'li olgularda denge ve fonksiyonlardaki yetersizliklere ek olarak kas kuvvetinde de zayıflıklar görüldüğü bilinir [14, 15]. Kas zayıflığının fonksiyon üzerinde direkt etkisi olduğu ve fonksiyonel kısıtlılıklara yol açtığı farklı çalışmalarda gösterilmiştir [16-19]. Çalışmamız ayak bileği çevresi DF, PF ve DF+PF kasların fonksiyonel egzersizlerle kuvvetlendirmesinin etkinliğine bakan ve bu etkileri egzersizler açısından ayrı ayrı yorumlayan ilk çalışmadır. Bu çalışmanın önemi bu kas gruplarını kuvvetlendirmenin ortaya koyduğu sonuçları açık bir şekilde kıyaslayabilecek sonuçlar sunmasıdır.

Sonuçlar, DF kas grubunu kuvvetlendirmenin özellikle yürüyüş verimliliğinin artmasına ve DF eklem hareket açıklığında artışa yol açtığını göstermektedir. DF egzersizleri oturma

pozisyonunda ayağını kendine çekme, rampa çıkma ve geri geri inme gibi fonksiyonel olarak verilmişti. Bu egzersizlerin DF kasları kuvvetlendirip kasılmasını arttırması yanı sıra tonusu artmış olan PF kaslara da her harekette aktif germe etkisi oluşturmuş olabileceğini düşünüyoruz. Bu germe etkisiyle ayak bileği DF eklem hareket açıklığında gelişme sağlamada katkısı olabileceği kanaatine varılmıştır.

PF egzersizleri parmak ucuna yükselme ve alçalma şeklinde verilmiştir. Zorluk ayaktaki PF açısı değiştirilerek arttırılmıştır. Başlangıçta harekete kasın kısa olduğu pozisyonundan başlandı. 2. haftanın sonunda ayağın yerle tam temasta olduğu pozisyona geçildi. 4. haftanın sonunda ise kişinin topuklarının bir basamaktan sarktığı, kasın uzun olduğu pozisyona geçildi. PF kaslarının fonksiyonel egzersizlerle kuvvetlendirilmesiyle özellikle dengede gelişmeler elde edilebileceği düşünülmektedir.

Sonuçlar; fonksiyonel gelişmenin egzersize spesifik olduğunu ortaya koymaktadır. Çalışılan kas grubunun fonksiyona göre kazanım elde edilmektedir. SP’li olguların ayak-ayak bileği çevresi kaslarının fonksiyonel egzersizlerle kuvvetlendirilmesinin her grupta farklı yararlar sağladığı görülmektedir.

Boyd ve arkadaşları [226] SP’li olgularda; “fonksiyonel gelişme elde edebilmek için kuvvetlendirmenin fonksiyonel hareketlerden oluşması ve istenilen becerinin gelişmesi için bu becerinin egzersiz halinde amaca yönelik çalışılması gerektiğini” ortaya koymuştur. Bizim çalışmamız bu verileri destekler niteliktedir. Bu çalışmanın SP’li olguların rehabilitasyonunda çalışan fizyoterapistlere distalde hangi kas grubuna yönelik çalışılırsa nasıl bir sonuç elde edilebileceğine dair yön göstereceği kanaatindeyiz.

Bu çalışmanın limitasyonlarından ilki, yEMG ölçümü ile elde edilen kuvvetlendirmenin miktarının ortaya konamamasıdır. yEMG ile SP’li olguların kaslarının aktivasyon miktarının ölçülemeyeceği öngörülemediği için kuvveti ölçebilecek başka bir yöntem çalışmaya eklenmemiştir. Kuvvette artış olduğu fonksiyonlardaki değişiklikler ortaya konmuş olsa da, kuvvet artışını objektif olarak ortaya koyabilecek bir ölçüm olmaması dezavantajımızdır. Bir diğer limitasyon düşük olgu sayısıdır. Kriterlere uygun ve koopere olabilen olgu sayısının daha fazla olmasının daha net sonuçlar ortaya koyabileceği düşünülmektedir. Nöroplastik süreç düşünüldüğü zaman anlamlı gelişmelerin elde edilmesi için daha uzun süre kuvvetlendirme eğitiminin verildiği çalışmaların yapılması gerekmektedir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuçlar

Çalışmamız ayak bileği çevresi DF, PF ve DF+PF kasların fonksiyonel egzersizlerle kuvvetlendirmesinin etkinliğine bakan ve bu etkileri egzersizler açısından ayrı ayrı yorumlayan ilk çalışmadır. Bu çalışmanın önemi bu kas gruplarını kuvvetlendirmenin ortaya koyduğu sonuçları açık bir şekilde kıyaslayabilecek sonuçlar sunmasıdır. Çalışmamızda spastik SP’li olgularda ayak-ayak bileği çevresine uygulanan fonksiyonel kuvvetlendirme eğitiminin yürüyüş, denge, kassal aktivasyon ve enerji tüketimi üzerine etkilerini araştırmak amacıyla planlanan bu çalışmanın sonuçları aşağıda verilmiştir.

Serebral palsi’li olguların tümünde sağlıklı yaşlılarına kıyasla ayak bileği çevresi kaslarının önemli ölçüde zayıf olduğu bilinmektedir [27]. Bu zayıflıklar olgularda tipik bir tablo oluşturmak yerine her olguda ayrı problemler oluşturabilir, zayıflık nedeniyle farklı fonksiyonel becerilerde yetersizlikler ortaya çıkabilmektedir. Literatürdeki bilgilerle çalışmamızın sonuçları birleştirildiği zaman, SP’li olguların rehabilitasyon programlarına ihtiyaçlarına yönelik egzersiz verilmesi gerektiği kanaatindeyiz. Egzersiz gruplarının belirli parametrelerde değişikliklere yol açmasıyla SP’li olgularda var olan yetersizliklere yönelik hangi egzersizin verilebileceğine dair yol gösterebileceği kanaatindeyiz.

6.1.1. Dorsi Fleksiyon Kasları Kuvvetlendirilen Grubun Sonuçları

- 1. grupta etkilenmiş taraf eklem hareket açıklığında artış olduğu ortaya konmuştur.
- Etkilenmiş taraf ayak bileğinde tonus artışının ilk hissedildiği eklem hareket açıklığında gelişme olduğu görülebilmektedir.
- 1. gruptaki olguların %33’ü tedavi öncesinde izole dorsifleksiyon yapabiliyorken tedavi sonrası %55’inin izole dorsifleksiyon yapabildiği görülebilmektedir.
- Yürüyüş hızı ve yürüyüş mesafesinde gelişme gözlenirken enerji tüketiminde artış istatistiksel anlamlılık kazanmamıştır.
- Yürüyüş verimliliğinin arttığı görülmektedir.
- Fonksiyonel mobilitede gelişme olduğu, olguların düşme riskinin azaldığı görülebilmektedir.

Dorsi fleksör kaslara yönelik egzersiz verildiği zaman eklem hareket açıklığında artışa, selektif motor kontrolde ve fonksiyonel mobilitede gelişmeye ve daha az enerji tüketimiyle daha verimli bir yürüyüş oluşması sağlanabilmektedir.

6.1.2. Plantar Fleksiyon Kasları Kuvvetlendirilen Grubun Sonuçları

- Etkilenmiş taraf ayak bileğinde tonus artışının ilk hissedildiği eklem hareket açıklığında gelişme olduğu görülebilmektedir.
- Etkilenmiş taraf diz ekstansiyonu eklem hareket açıklığında artış olduğu ortaya konmuştur.
- Hamstring kaslarında tonus artışının ilk hissedildiği eklem hareket açıklığında gelişme olduğu görülebilmektedir.
- 2. gruptaki olguların %33'ü tedavi öncesinde izole dorsifleksiyon yapabiliyorken tedavi sonrası %66'sının izole dorsifleksiyon yapabildiği görülebilmektedir.
- Dengede gelişme gözlenmiştir. Tandem durma süresinde ve hem etkilenmiş hem az etkilenmiş kolla öne uzanma mesafesinde artış olduğu gösterilmiştir.
- Fonksiyonel mobilitede gelişme olduğu, olguların düşme riskinin azaldığı görülebilmektedir.

Plantar fleksör kaslara yönelik egzersiz verildiği zaman hem plantar fleksörlerin hem hamstring kaslarının kas tonusunda azalma olduğu ve diz eklem hareket açıklığında artış olduğu görülebilmektedir. Selektif motor kontrolde gelişme görülmektedir. PF grubu kaslara verilen egzersizlerden sonra özellikle dengede gelişmeler gözlemlendiği, denge ve fonksiyonel mobilitenin geliştiği gösterilmiştir.

6.1.3. Dorsi Fleksiyon ve Plantar Fleksiyon Kasları Kuvvetlendirilen Grubun Sonuçları

- Etkilenmiş taraf ayak bileğinde tonus artışının ilk hissedildiği eklem hareket açıklığında gelişme olduğu görülebilmektedir.
- 3. gruptaki olguların %33'ü tedavi öncesinde izole dorsifleksiyon yapabiliyorken tedavi sonrası %66'sının izole dorsifleksiyon yapabildiği görülebilmektedir.
- Dengede gelişme olduğu gözlenmiştir.
- Yürüyüş hızı ve yürüyüş mesafesinde gelişme gözlenirken enerji tüketiminde artış istatistiksel anlamlılık kazanmamıştır. Yürüyüş verimliliğinin arttığı görülmektedir.

Hem DF hem PF kaslara fonksiyonel kuvvetlendirme egzersizleri verildiği zaman her iki egzersiz grubunun etkileri kombine olarak ortaya çıkmıştır fakat izole olarak çalışılması kadar etkili olmamıştır. 1. grup kadar eklem hareket açıklıklarında fark olmamış, 3. grupta olduğu kadar dengesel becerilerde gelişme gözlenmemiştir.

6.2. Öneriler

- Ayak bileği çevresine uygulanan fonksiyonel kuvvetlendirme egzersizleri uygulandığı kas grubuna bağlı olarak fonksiyonlarda farklı yararlar ortaya koymaktadır.
- Ayak bileği eklem hareket açıklığında gelişme elde edebilmek için DF egzersizlerinin rehabilitasyon programına eklenmesi önerilmektedir.
- Daha verimli bir yürüyüş oluşturmak amacıyla DF egzersizlerinin rehabilitasyon programına eklenmesi önerilmektedir.
- Hamstring kaslarının tonusunun azaltılmasının hedeflendiği durumlarda PF egzersizlerine yer verilmesi önerilmektedir.
- Diz eklem hareket açıklığının geliştirilmesinin istendiği durumlarda PF egzersizlerinin kullanılması önerilmektedir.
- Plantar fleksiyon egzersizleri önceden düşünüldüğü gibi spastisite artışına yol açmamaktadır. Bu egzersizler dengenin ve dengesel becerilerin geliştirilmesinin hedeflendiği durumlarda tedavi programlarına eklenmelidir.
- Her iki egzersiz grubunun tedavi programında kullanılmasıyla hem yürüyüş verimliliğinde hem dengede gelişmeler elde edilebilmektedir fakat bu etkiler DF ve PF egzersizler ayrı ayrı kullanıldığı zamanki kadar etkili olmamaktadır.
- Tüm olgularda SMK sonuçlarında, yürüyüş hızında ve yürüyüş mesafesinde anlamlı gelişmeler bulunması ayak bileği çevresine uygulanan fonksiyonel kuvvetlendirme egzersizlerin fonksiyonel becerilerde gelişmeye yol açtığını göstermektedir.

Bu çalışmanın sonuçları ışığında klinikte çalışan fizyoterapistler fonksiyonel ayak-ayak bileği kuvvetlendirme eğitimi programlarını tedavi protokollerine dahil etmelidirler. SP'li olguların ihtiyacı doğrultusunda DF veya PF egzersizleri en az 6 hafta süreyle uygulanmalıdır. Özellikle ülkemizde hala tabu olan PF kasların kuvvetlendirilmesinin dengede gelişmelere yol açtığı ve spastisitede artışa yol açmadığı, üstelik azalmaya yol açtığı görülmüştür.

KAYNAKLAR

1. Rosenbaum, P., Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., Bax, M., Damiano, D., Dan, B., Jacobsson, B. (2007). A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Developmental Medicine Child Neurology Supply*, 109 (109), 8-14.
2. Rosen, M. G., Dickinson, J. C. (1992). The incidence of cerebral palsy. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 167(2), 417-423.
3. Pharoah, P., Cooke, T., Johnson, M., King, R., Mutch, L. (1998). Epidemiology of cerebral palsy in England and Scotland, 1984–9. *Archives of Disease in Childhood-Fetal and Neonatal Edition*, 79(1), F21-F25.
4. Nordmark, E., Hagglund, G., Lagergren, J. (2001). Cerebral palsy in southern Sweden I. Prevalence and clinical features. *Acta Paediatrica*, 90(11), 1271-1276.
5. Wichers, M. J., Van der Schouw, Y., Moons, K., Stam, H., van Nieuwenhuizen, O. (2001). Prevalence of cerebral palsy in The Netherlands (1977–1988). *European Journal of Epidemiology*, 17(6), 527-532.
6. Winter, S., Autry, A., Boyle, C., Yeargin-Allsopp, M. (2002). Trends in the prevalence of cerebral palsy in a population-based study. *Pediatrics-Springfield-*, 110(6; part 1), 1220-1225.
7. Liang, Y., Guo, X., Yang, G., Yan, X., Li, X., Li, G., Lan, D., Li, S., Wang, Y., Ding, H. (2002). Prevalence of cerebral palsy in children aged 1-6 in Guangxi, China. *Chinese journal of preventive medicine*, 36(3), 164-166.
8. Li, S., Lin, Q., Liu, J.-m. (2001). Prevalence of childhood cerebral palsy in six provinces in China. *Chinese journal of preventive medicine*, 81(20), 1220-1223.
9. Serdaroğlu, A., Cansu, A., Özkan, S., Tezcan, S. (2006). Prevalence of cerebral palsy in Turkish children between the ages of 2 and 16 years. *Developmental medicine and child neurology*, 48(6), 413-416.
10. Gorter, J. W., Rosenbaum, P. L., Hanna, S. E., Palisano, R. J., Bartlett, D. J., Russell, D. J., Walter, S. D., Raina, P., Galuppi, B. E., Wood, E. (2004). Limb distribution, motor impairment, and functional classification of cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*, 46(7), 461-467.
11. Mutlu, A., Livanelioglu, A., Gunel, M. K. (2008). Reliability of Ashworth and Modified Ashworth scales in children with spastic cerebral palsy. *BMC musculoskeletal disorders*, 9(1), 44.

12. Shumway-Cook, A., Woollacott, M. H. (2007). *Motor control: translating research into clinical practice*, (2), Lippincott Williams & Wilkins, 47-52.
13. Tecklin, J. S. (2008). *Pediatric physical therapy*, (First Edition). Great Britain: Lippincott Williams & Wilkins, 112-127.
14. Wiley, M. E., Damiano, D. L. (1998). Lower- extremity strength profiles in spastic cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 40(2), 100-107.
15. Engsberg, J. R., Ross, S. A., Olree, K. S., Park, T. S. (2000). Ankle spasticity and strength in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*, 42(1), 42-47.
16. Givon, U. (2009). Muscle weakness in cerebral palsy. *Acta Orthopedica Traumatology Turcica*, 43(2), 87-93.
17. Mockford, M., Caulton, J. M. (2010). The pathophysiological basis of weakness in children with cerebral palsy. *Pediatric Physical Therapy*, 22(2), 222-233.
18. Elder, G. C., Kirk, J., Stewart, G., Cook, K., Weir, D., Marshall, A., Leahey, L. (2003). Contributing factors to muscle weakness in children with cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*, 45(8), 542-550.
19. Krigger, K. W. (2006). Cerebral palsy: an overview. *American family physician*, 73(1), 45-56.
20. Ross, S. A., Engsberg, J. R. (2002). Relation between spasticity and strength in individuals with spastic diplegic cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*, 44(3), 148-157.
21. Hagen, M., Schwiertz, G., Landorf, K. B., Menz, H. B., Murley, G. S. (2016). Selective activation of lower leg muscles during maximum voluntary isometric contractions. *Human movement science*, (50) 30-37.
22. Brockett, C. L., Chapman, G. J. (2016). Biomechanics of the ankle. *Orthopaedics and trauma*, 30(3), 232-238.
23. Ivanenko, Y., Dominici, N., Daprati, E., Nico, D., Cappellini, G., Lacquaniti, F. (2011). Locomotor body scheme. *Human movement science*, 30(2), 341-351.
24. Di Giulio, I., Maganaris, C. N., Baltzopoulos, V., Loram, I. D. (2009). The proprioceptive and agonist roles of gastrocnemius, soleus and tibialis anterior muscles in maintaining human upright posture. *The Journal of physiology*, 587(10), 2399-2416.

25. Yoon, S.-W. (2017). Analysis of the muscular activities of the tibialis anterior and gastrocnemius muscles in functional reach. *Journal of physical therapy science*, 29(5), 851-853.
26. Fowler, E. G., Staudt, L. A., Greenberg, M. B. (2010). Lower- extremity selective voluntary motor control in patients with spastic cerebral palsy: increased distal motor impairment. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 52(3), 264-269.
27. Damiano, D. L., Vaughan, C. L., Abel, M. E. (1995). Muscle response to heavy resistance exercise in children with spastic cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 37(8), 731-739.
28. Hosking, J., Bhat, U., Dubowitz, V., Edwards, R. (1976). Measurements of muscle strength and performance in children with normal and diseased muscle. *Archives of disease in childhood*, 51(12), 957-963.
29. Burtner, P., Qualls, C., Woollacott, M. (1998). Muscle activation characteristics of stance balance control in children with spastic cerebral palsy. *Gait & posture*, 8(3), 163-174.
30. Damiano, D. L., Kelly, L. E., Vaughn, C. L. (1995). Effects of quadriceps femoris muscle strengthening on crouch gait in children with spastic diplegia. *Physical therapy*, 75(8), 658-667.
31. Andersson, C., Grooten, W., Hellsten, M., Kaping, K., Mattsson, E. (2003). Adults with cerebral palsy: walking ability after progressive strength training. *Developmental medicine and child neurology*, 45(4), 220-228.
32. Dodd, K. J., Taylor, N. F., Graham, H. K. (2003). A randomized clinical trial of strength training in young people with cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*, 45(10), 652-657.
33. MacPhail, H. A., Kramer, J. F. (1995). Effect of isokinetic strength- training on functional ability and walking efficiency in adolescents with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 37(9), 763-775.
34. Johnson, L., Nelson, M., McCormack, C., Mulligan, H. (1998). The effect of plantarflexor muscle strengthening on the gait and range of motion at the ankle in ambulant children with cerebral palsy: a pilot study. *New Zealand Journal of Physiotherapy*, (26)8-14.
35. Engsberg, J. R., Ross, S. A., Collins, D. R. (2006). Increasing ankle strength to improve gait and function in children with cerebral palsy: a pilot study. *Pediatric Physical Therapy*, 18(4), 266-275.

36. Jung, J. W., Her, J. G., Ko, J. (2013). Effect of strength training of ankle plantarflexors on selective voluntary motor control, gait parameters, and gross motor function of children with cerebral palsy. *Journal of physical therapy science*, 25(10), 1259-1263.
37. Brown, K. (2003). Cerebral palsy: can we prevent it? How soon will we prevent neurodisability in childhood?, *Developmental Medicine & Child Neurology*, 45 (8), 31-39.
38. Colver, A., Fairhurst, C., Pharoah, P. O. (2014). Cerebral palsy. *Lancet*, 383(24), 1240-1249.
39. Blair, E. (2010). Epidemiology of the cerebral palsies. *Orthopedic Clinics*, 41(4), 441-455.
40. Cans, C. (2000). Surveillance of cerebral palsy in Europe: a collaboration of cerebral palsy surveys and registers. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 42(12), 816-824.
41. Oskoui, M., Coutinho, F., Dykeman, J., Jetté, N., Pringsheim, T. (2013). An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(6), 509-519.
42. Kirby, R. S., Wingate, M. S., Braun, K. V. N., Doernberg, N. S., Arneson, C. L., Benedict, R. E., Mulvihill, B., Durkin, M. S., Fitzgerald, R. T., Maenner, M. J. (2011). Prevalence and functioning of children with cerebral palsy in four areas of the United States in 2006: a report from the Autism and Developmental Disabilities Monitoring Network. *Research in developmental disabilities*, 32(2), 462-469.
43. Sellier, E., Platt, M. J., Andersen, G. L., Krägeloh- Mann, I., De La Cruz, J., Cans, C., Network, S. o. C. P., Van Bakel, M., Arnaud, C., Delobel, M. (2016). Decreasing prevalence in cerebral palsy: a multi- site European population-based study, 1980 to 2003. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 58(1), 85-92.
44. Tsui, K., Yiu, B., Cheng, C., Chan, C. (2006). Prevalence study of cerebral palsy in Hong Kong children. *Hong Kong Medical Journal*, 12(3), 180-4.
45. Kakooza-Mwesige, A., Andrews, C., Peterson, S., Mangen, F. W., Eliasson, A. C., Forssberg, H. (2017). Prevalence of cerebral palsy in Uganda: a population-based study. *The Lancet Global Health*, 5(12), 1275-1282.
46. O'Callaghan, M. E., MacLennan, A. H., Gibson, C. S., McMichael, G. L., Haan, E. A., Broadbent, J. L., Goldwater, P. N., Dekker, G. A. (2011). Epidemiologic associations with cerebral palsy. *Obstetrics & Gynecology*, 118(3), 576-582.
47. Jones, M. W., Morgan, E., Shelton, J. E., Thorogood, C. (2007). Cerebral palsy: introduction and diagnosis (part I). *Journal of Pediatric Health Care*, 21(3), 146-152.

48. Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P., Leviton, A., Paneth, N., Dan, B., Jacobsson, B., Damiano, D. (2005). Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Developmental medicine and child neurology*, 47(8), 571-576.
49. Nelson, K. B. (2008). Causative factors in cerebral palsy. *Clinical obstetrics and gynecology*, 51(4), 749-762.
50. Livanelioğlu, A., Günel, M. (2009). Serebral palside fizyoterapi.(Birinci Baskı) *Ankara: Yeni Özbek Matbaası*, 5-12.
51. MacLennan, A. H., Thompson, S. C., Gecz, J. (2015). Cerebral palsy: causes, pathways, and the role of genetic variants. *American journal of obstetrics and gynecology*, 213(6), 779-788.
52. Moreno-De-Luca, A., Ledbetter, D. H., Martin, C. L. (2012). Genetic insights into the causes and classification of the cerebral palsies. *The lancet neurology*, 11(3), 283-292.
53. McMichael, G., Bainbridge, M., Haan, E., Corbett, M., Gardner, A., Thompson, S., Van Bon, B., Van Eyk, C., Broadbent, J., Reynolds, C. (2015). Whole-exome sequencing points to considerable genetic heterogeneity of cerebral palsy. *Molecular psychiatry*, 20(2), 176.
54. Reid, S. M., Meehan, E., Gibson, C. S., Scott, H., Delacy, M. J., Group, A. C. P. R. (2016). Biological sex and the risk of cerebral palsy in Victoria, Australia. *Developmental Medicine & Child Neurology*, (58)43-49.
55. Romeo, D. M., Sini, F., Brogna, C., Albamonte, E., Ricci, D., Mercuri, E. (2016). Sex differences in cerebral palsy on neuromotor outcome: a critical review. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 58(8), 809-813.
56. Jacquemont, S., Coe, B. P., Hersch, M., Duyzend, M. H., Krumm, N., Bergmann, S., Beckmann, J. S., Rosenfeld, J. A., Eichler, E. E. (2014). A higher mutational burden in females supports a “female protective model” in neurodevelopmental disorders. *The American Journal of Human Genetics*, 94(3), 415-425.
57. Braun, K. V. N., Doernberg, N., Schieve, L., Christensen, D., Goodman, A., Yeargin-Allsopp, M. (2016). Birth prevalence of cerebral palsy: a population-based study. *Pediatrics*, 137(1), 20-28.
58. Linsell, L., Malouf, R., Morris, J., Kurinczuk, J. J., Marlow, N. (2016). Prognostic factors for cerebral palsy and motor impairment in children born very preterm or very low birthweight: a systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 58(6), 554-569.

59. Cans, C., Dolk, H., Platt, M., Colver, A., Prasauskiene, A., RÄGELOH- MANN, I. K. (2007). Recommendations from the SCPE collaborative group for defining and classifying cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, (49) 35-38.
60. Odding, E., Roebroeck, M. E., Stam, H. J. (2006). The epidemiology of cerebral palsy: incidence, impairments and risk factors. *Disability and rehabilitation*, 28(4), 183-191.
61. Sanger, T. D., Delgado, M. R., Gaebler-Spira, D., Hallett, M., Mink, J. W. (2003). Classification and definition of disorders causing hypertonia in childhood. *Pediatrics*, 111(1), 89-97.
62. Compagnone, E., Maniglio, J., Camposeo, S., Vespino, T., Losito, L., De Rinaldis, M., Gennaro, L., Trabacca, A. (2014). Functional classifications for cerebral palsy: correlations between the gross motor function classification system (GMFCS), the manual ability classification system (MACS) and the communication function classification system (CFCFS). *Research in Developmental Disabilities*, 35(11), 2651-2657.
63. Goldsmith, S., McIntyre, S., Smithers- Sheedy, H., Blair, E., Cans, C., Watson, L., Yeargin- Allsopp, M., Group, A. C. P. R. (2016). An international survey of cerebral palsy registers and surveillance systems. *Developmental Medicine & Child Neurology*, (58) 11-17.
64. Pandyan, A. D., Conway, B. A., Hermens, H. J., Johnson, G. R. (2018). Definition and Measurement of Spasticity and Contracture. *Neurological Rehabilitation*. 23(2), 11-34.
65. Barnes, M. P., Johnson, G. R. (2008). *Upper motor neurone syndrome and spasticity: clinical management and neurophysiology*, (Second Edition). London: Cambridge University Press, 125-135
66. Singer, H. S., Mink, J., Gilbert, D. L., Jankovic, J. (2015). *Movement disorders in childhood*, (Second Edition). United States of America, Academic Press, 231-244.
67. Sankar, C., Mundkur, N. (2005). Cerebral palsy-definition, classification, etiology and early diagnosis. *The Indian Journal of Pediatrics*, 72(10), 865-868.
68. Himmelmann, K., Hagberg, G., Uvebrant, P. (2010). The changing panorama of cerebral palsy in Sweden. X. Prevalence and origin in the birth- year period 1999–2002. *Acta paediatrica*, 99(9), 1337-1343.
69. Gordon, A. M., Bleyenheuft, Y., Steenbergen, B. (2013). Pathophysiology of impaired hand function in children with unilateral cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, (55) 32-37.

70. Jaspers, E., Byblow, W. D., Feys, H., Wenderoth, N. (2016). The corticospinal tract: a biomarker to categorize upper limb functional potential in unilateral cerebral palsy. *Frontiers in pediatrics*, 4 (3), 112.
71. Trevisan, C. M., deCamargo Oliveira, G., Souza, J. A., Cabral daSilva, E. (2016). Distribution of plantar pressure and body posture in spastic cerebral palsy. *Manual Therapy, Posturology & Rehabilitation Journal= Revista Manual Therapy*, 32 (14), 25-36.
72. Reid, L. B., Rose, S. E., Boyd, R. N. (2015). Rehabilitation and neuroplasticity in children with unilateral cerebral palsy. *Nature Reviews Neurology*, 11(7), 390.
73. Holmefur, M., Kits, A., Bergström, J., Krumlinde-Sundholm, L., Flodmark, O., Forssberg, H., Eliasson, A.-C. (2013). Neuroradiology can predict the development of hand function in children with unilateral cerebral palsy. *Neurorehabilitation and neural repair*, 27(1), 72-78.
74. Volpe, J. J. (2018). Hypoxic-Ischemic Injury in the Term Infant: Pathophysiology. *Volpe's Neurology of the Newborn*. (Fifth Edition). Philadelphia: Elsevier, 500-509.
75. Beckung, E., Hagberg, G., Uldall, P., Cans, C. (2008). Probability of walking in children with cerebral palsy in Europe. *Pediatrics*, 121(1), 187-192.
76. Himmelmann, K., McManus, V., Hagberg, G., Uvebrant, P., Krägeloh-Mann, I., Cans, C. (2009). Dyskinetic cerebral palsy in Europe: trends in prevalence and severity. *Archives of Disease in Childhood*, 94(12), 921-926.
77. Monbaliu, E., Himmelmann, K., Lin, J.-P., Ortibus, E., Bonouvrié, L., Feys, H., Vermeulen, R. J., Dan, B. (2017). Clinical presentation and management of dyskinetic cerebral palsy. *The Lancet Neurology*, 16(9), 741-749.
78. Levitt, S., Addison, A. (2018). *Treatment of cerebral palsy and motor delay*, (Fifth Edition). Singapore: Wiley-Blackwell, 231-239.
79. Farmer, S. E. (2003). Key factors in the development of lower limb co-ordination: implications for the acquisition of walking in children with cerebral palsy. *Disability and Rehabilitation*, 25(14), 807-816.
80. Graham, H. K., Selber, P. (2003). Musculoskeletal aspects of cerebral palsy. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 85(2), 157-166.
81. Esquenazi, A. (2009). Upper motor neurone syndrome and spasticity. *The Lancet Neurology*, 8(6), 517.

82. Neilson, P. D., McCaughey, J. (1982). Self-regulation of spasm and spasticity in cerebral palsy. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 45(4), 320-330.
83. Shumway-Cook, A., Woollacott, M. H. (2001). *Motor control*, (Third Edition). United States of America: Lippincott Williams & Wilkins Philadelphia, 66-78.
84. Sanger, T. D., Chen, D., Delgado, M. R., Gaebler-Spira, D., Hallett, M., Mink, J. W. (2006). Definition and classification of negative motor signs in childhood. *Pediatrics*, 118(5), 2159-2167.
85. Tedroff, K., Knutson, L. M., Soderberg, G. L. (2006). Synergistic muscle activation during maximum voluntary contractions in children with and without spastic cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*, 48(10), 789-796.
86. Papavasiliou, A. S. (2009). Management of motor problems in cerebral palsy: a critical update for the clinician. *European Journal of Paediatric Neurology*, 13(5), 387-396.
87. Kim, H. S., Hwang, J. H., Jeong, S. T., Lee, Y. T., Lee, P. K., Suh, Y.-L., Shim, J. S. (2003). Effect of muscle activity and botulinum toxin dilution volume on muscle paralysis. *Developmental medicine and child neurology*, 45(3), 200-206.
88. Mendelsohn, A. I., Simon, C. M., Abbott, L., Mentis, G. Z., Jessell, T. M. (2015). Activity regulates the incidence of heteronymous sensory-motor connections. *Neuron*, 87(1), 111-123.
89. Damiano, D. L., Dodd, K., Taylor, N. F. (2002). Should we be testing and training muscle strength in cerebral palsy? *Developmental Medicine And Child Neurology*, 44(1), 68-72.
90. Duchateau, J., Enoka, R. M. (2011). Human motor unit recordings: origins and insight into the integrated motor system. *Brain Research*, 14(9) 42-61.
91. Hu, X., Suresh, A. K., Rymer, W. Z., Suresh, N. L. (2016). Altered motor unit discharge patterns in paretic muscles of stroke survivors assessed using surface electromyography. *Journal Of Neural Engineering*, 13(4), 26-25.
92. Tammik, K., Matlep, M., Erelina, J., Gapeyeva, H., Pääsuke, M. (2008). Quadriceps femoris muscle voluntary force and relaxation capacity in children with spastic diplegic cerebral palsy. *Pediatric Exercise Science*, 20(1), 18-28.
93. Tardieu, C., de la Tour Huet, E., Bret, M., Tardieu, G. (1982). Muscle hypoextensibility in children with cerebral palsy: I. Clinical and experimental observations. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 63(3), 97-102.

94. Lieber, R. L., Steinman, S., Barash, I. A., Chambers, H. (2004). Structural and functional changes in spastic skeletal muscle. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 29(5), 615-627.
95. Mathewson, M. A., Chambers, H. G., Girard, P. J., Tenenhaus, M., Schwartz, A. K., Lieber, R. L. (2014). Stiff muscle fibers in calf muscles of patients with cerebral palsy lead to high passive muscle stiffness. *Journal of Orthopaedic Research*, 32(12), 1667-1674.
96. Smith, L. R., Lee, K. S., Ward, S. R., Chambers, H. G., Lieber, R. L. (2011). Hamstring contractures in children with spastic cerebral palsy result from a stiffer extracellular matrix and increased in vivo sarcomere length. *The Journal of Physiology*, 589(10), 2625-2639.
97. Mathewson, M. A., Ward, S. R., Chambers, H. G., Lieber, R. L. (2015). High resolution muscle measurements provide insights into equinus contractures in patients with cerebral palsy. *Journal of Orthopaedic Research*, 33(1), 33-39.
98. Malaiya, R., McNee, A. E., Fry, N. R., Eve, L. C., Gough, M., Shortland, A. P. (2007). The morphology of the medial gastrocnemius in typically developing children and children with spastic hemiplegic cerebral palsy. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 17(6), 657-663.
99. Lieber, R. L., Fridén, J. (2002). Spasticity causes a fundamental rearrangement of muscle-joint interaction. *Muscle & Nerve*, 25(2), 265-270.
100. Lee, S. S., Gaebler-Spira, D., Zhang, L.-Q., Rymer, W. Z., Steele, K. M. (2016). Use of shear wave ultrasound elastography to quantify muscle properties in cerebral palsy. *Clinical Biomechanics*, (31)20-28.
101. Toner, L. V., Cook, K., Elder, G. B. (1998). Improved ankle function in children with cerebral palsy after computer- assisted motor learning. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 40(12), 829-835.
102. Vattanasilp, W., Ada, L., Crosbie, J. (2000). Contribution of thixotropy, spasticity, and contracture to ankle stiffness after stroke. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 69(1), 34-39.
103. Lee, S. S., Spear, S., Rymer, W. Z. (2015). Quantifying changes in material properties of stroke-impaired muscle. *Clinical Biomechanics*, 30(3), 269-275.
104. Marbini, A., Ferrari, A., Cioni, G., Bellanova, M., Fusco, C., Gemignani, F. (2002). Immunohistochemical study of muscle biopsy in children with cerebral palsy. *Brain and Development*, 24(2), 63-66.

105. Booth, C. M., Cortina-Borja, M. J., Theologis, T. N. (2001). Collagen accumulation in muscles of children with cerebral palsy and correlation with severity of spasticity. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 43(5), 314-320.
106. Rose, J., Haskell, W. L., Gamble, J. G., Hamilton, R. L., Brown, D. A., Rinsky, L. (1994). Muscle pathology and clinical measures of disability in children with cerebral palsy. *Journal of Orthopaedic Research*, 12(6), 758-768.
107. Schiaffino, S., Reggiani, C. (1996). Molecular diversity of myofibrillar proteins: gene regulation and functional significance. *Physiological Reviews*, 76(2), 371-423.
108. Lieber, R. L. (2002). *Skeletal muscle structure, function, and plasticity*, (Second Edition). United States of America: Lippincott Williams & Wilkins, 352-360.
109. Attias, M., Chevalley, O., Bonnefoy-Mazure, A., De Coulon, G., Cheze, L., Armand, S. (2016). Effects of contracture on gait kinematics: a systematic review. *Clinical Biomechanics*, (33)103-110.
110. Berker, A. N., Yalçın, M. S. (2008). Cerebral palsy: orthopedic aspects and rehabilitation. *Pediatric Clinics of North America*, 55(5), 1209-1225.
111. Sharan, D. (2017). Orthopedic surgery in cerebral palsy: Instructional course lecture. *Indian journal of orthopaedics*, 51(3), 240.
112. Agarwal, A., Verma, I. (2012). Cerebral palsy in children: An overview. *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*, 3(2), 77-81.
113. Mathewson, M. A., Lieber, R. L. (2015). Pathophysiology of muscle contractures in cerebral palsy. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics*, 26(1), 57-67.
114. Gage, J. R., Schwartz, M. H., Koop, S. E., Novacheck, T. F. (2009). *The identification and treatment of gait problems in cerebral palsy*, (2), London: John Wiley & Sons, 128-140.
115. Gülçimen, B., Sedat, Ü. (2008). İnsan Ayağı Biyomekaniğinin İncelenmesi. *Uludağ University Journal of The Faculty of Engineering*, 13(2), 45-52.
116. Kennedy, P. M., Inglis, J. T. (2002). Distribution and behaviour of glabrous cutaneous receptors in the human foot sole. *The Journal of Physiology*, 538(3), 995-1002.
117. Logan, A. L., Rowe, L. J. (1995). *The foot and ankle: clinical applications*, (First Edititon). United States of America: Jones & Bartlett Learning, 23-64.
118. Woollacott, M., Shumway-Cook, A., Hutchinson, S., Ciol, M., Price, R., Kartin, D. (2005). Effect of balance training on muscle activity used in recovery of stability in

- children with cerebral palsy: a pilot study. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47(7), 455-461.
119. Nashner, L., Shumway-Cook, A., Marin, O. (1983). Stance posture control in select groups of children with cerebral palsy: deficits in sensory organization and muscular coordination. *Experimental Brain Research*, 49(3), 393-409.
 120. Smith, B. L. (2018). *Muscle Synergy During a Single Leg Standing Test in Ambulatory Children with Cerebral Palsy*, Yüksek Lisans Tezi, Kentucky University, p 22-26.
 121. Whittle, M. W. (2014). *Gait analysis: an introduction*, (2), London: Butterworth-Heinemann, 125-160.
 122. Perry, J., Davids, J. R. (1992). Gait analysis: normal and pathological function. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 12(6), 115.
 123. Rodda, J., Graham, H. (2001). Classification of gait patterns in spastic hemiplegia and spastic diplegia: a basis for a management algorithm. *European Journal of Neurology*, (8)98-108.
 124. Richards, C. L., Malouin, F. (2013). Cerebral palsy: definition, assessment and rehabilitation. *Handbook Of Clinical Neurology*. Elsevier. 8 (12) 183-195.
 125. Winters, T., Gage, J., Hicks, R. (1987). Gait patterns in spastic hemiplegia in children and young adults. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 69(3), 437-441.
 126. Sutherland, D. H., Davids, J. R. (1993). Common gait abnormalities of the knee in cerebral palsy. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 288), 139-147.
 127. Zhou, J., Lowe, E., Cahill-Rowley, K., Mahtani, G., Young, J., Rose, J. (2019). Influence of impaired selective motor control on gait in children with cerebral palsy. *Journal of Children's Orthopaedics*, 13(1), 73-81.
 128. Pollock, A. S., Durward, B. R., Rowe, P. J., Paul, J. P. (2000). What is balance? *Clinical Rehabilitation*, 14(4), 402-406.
 129. Mancini, M., Horak, F. B. (2010). The relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits. *European Journal of Physical and Rehabilitation Medicine*, 46(2), 239.
 130. Liao, H.-F., Hwang, A.-W. (2003). Relations of balance function and gross motor ability for children with cerebral palsy. *Perceptual and Motor Skills*, 96 (3), 1173-1184.

131. Aruin, A. S., Forrest, W. R., Latash, M. L. (1998). Anticipatory postural adjustments in conditions of postural instability. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology/Electromyography and Motor Control*, 109(4), 350-359.
132. Bonaparte, J. P., Kirby, R. L., MacLeod, D. A. (2001). Proactive balance strategy while maintaining a stationary wheelie. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(4), 475-479.
133. Shumway-Cook, A., Hutchinson, S., Kartin, D., Price, R., Woollacott, M. (2003). Effect of balance training on recovery of stability in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 45(9), 591-602.
134. Woollacott, M. H., Shumway-Cook, A. (2005). 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*, 12(3), 211-219.
135. Bigongiari, A., e Souza, F. d. A., Franciulli, P. M., Neto, S. E. R., Araujo, R. C., Mochizuki, L. (2011). Anticipatory and compensatory postural adjustments in sitting in children with cerebral palsy. *Human Movement Science*, 30(3), 648-657.
136. Vitiello, D., Pochon, L., Malatesta, D., Girard, O., Newman, C. J., Degache, F. (2016). Walking-induced muscle fatigue impairs postural control in adolescents with unilateral spastic cerebral palsy. *Research in Developmental Disabilities*, (53)11-18.
137. Dewar, R., Love, S., Johnston, L. M. (2015). Exercise interventions improve postural control in children with cerebral palsy: a systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 57(6), 504-520.
138. Maher, C. A., Williams, M. T., Olds, T., Lane, A. E. (2007). Physical and sedentary activity in adolescents with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 49(6), 450-457.
139. Nooijen, C., Slaman, J., van der Slot, W., Stam, H. J., Roebroek, M. E., van den Berg-Emons, R., Group, L. M. R. (2014). Health-related physical fitness of ambulatory adolescents and young adults with spastic cerebral palsy. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 46(7), 642-647.
140. Carlon, S. L., Taylor, N. F., Dodd, K. J., Shields, N. (2013). Differences in habitual physical activity levels of young people with cerebral palsy and their typically developing peers: a systematic review. *Disability and Rehabilitation*, 35(8), 647-655.
141. Campbell, J., Ball, J. (1978). Energetics of walking in cerebral palsy. *The Orthopedic Clinics of North America*, 9(2), 374.

142. Rose, J., Gamble, J. G., Burgos, A., Medeiros, J., Haskell, W. L. (1990). Energy expenditure index of walking for normal children and for children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 32(4), 333-340.
143. Himmelmann, K., Beckung, E., Hagberg, G., Uvebrant, P. (2006). Gross and fine motor function and accompanying impairments in cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 48(6), 417-423.
144. American Psychology Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM-5®)*, San Francisco: May 2013, 166th Annual Meeting, 25-32
145. Reid, S. M., Meehan, E. M., Arnup, S. J., Reddihough, D. S. (2018). Intellectual disability in cerebral palsy: a population- based retrospective study. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 60(7), 687-694.
146. Cooper, M. S., Mackay, M. T., Fahey, M., Reddihough, D., Reid, S. M., Williams, K., Harvey, A. S. (2017). Seizures in children with cerebral palsy and white matter injury. *Pediatrics*, 139(3), e20162975.
147. Cooper, J., Majnemer, A., Rosenblatt, B., Birnbaum, R. (1995). The determination of sensory deficits in children with hemiplegic cerebral palsy. *Journal of Child Neurology*, 10(4), 300-309.
148. Wingert, J. R., Burton, H., Sinclair, R. J., Brunstrom, J. E., Damiano, D. L. (2009). Joint-position sense and kinesthesia in cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 90(3), 447-453.
149. Pavão, S. L., Silva, F. P. d. S., Savelsbergh, G. J., Rocha, N. A. C. F. (2015). Use of sensory information during postural control in children with cerebral palsy: systematic review. *Journal of Motor Behavior*, 47(4), 291-301.
150. Papadelis, C., Ahtam, B., Nazarova, M., Nimec, D., Snyder, B., Grant, P. E., Okada, Y. (2014). Cortical somatosensory reorganization in children with spastic cerebral palsy: a multimodal neuroimaging study. *Frontiers in Human Neuroscience*, 8(725).
151. Novak, I., Hines, M., Goldsmith, S., Barclay, R. (2012). Clinical prognostic messages from a systematic review on cerebral palsy. *Pediatrics*, 130(5), e1285-e1312.
152. Gulati, S., Sondhi, V. (2018). Cerebral palsy: an overview. *The Indian Journal of Pediatrics*, 85(11), 1006-1016.
153. Park, M. J., Yoo, Y. J., Chung, C. Y., Hwang, J.-M. (2016). Ocular findings in patients with spastic type cerebral palsy. *Ophthalmology*, 16(1), 195.

154. Cohen, J. C., Murry, T. (2016). Pediatric Dysphagia: Disorders of Swallowing and Feeding. *Comprehensive Management of Swallowing Disorders*, (11) 471.
155. Taylor, C., Zhang, M., Foster, J., Novak, I., Badawi, N. (2018). Caregivers' experiences of feeding children with cerebral palsy: a systematic review protocol of qualitative evidence. *Database of Systematic Reviews and Implementation Reports*, 16(3), 589-593.
156. Engel, J. M., Jensen, M. P., Hoffman, A. J., Kartin, D. (2003). Pain in persons with cerebral palsy: extension and cross validation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(8), 1125-1128.
157. Alriksson- Schmidt, A., Hägglund, G. (2016). Pain in children and adolescents with cerebral palsy: a population- based registry study. *Acta Paediatrica*, 105(6), 665-670.
158. Narayanan, U. G. (2016). *Lower limb deformity in neuromuscular disorders: Pathophysiology, assessment, goals, and principles of management. Pediatric Lower Limb Deformities*. (1) Switzerland: Springer. 267-296.
159. Palisano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Russell, D., Wood, E., Galuppi, B. (1997). Gross motor function classification system for cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 39(4), 214-23.
160. Rosenbaum, P. L., Palisano, R. J., Bartlett, D. J., Galuppi, B. E., Russell, D. J. (2008). Development of the gross motor function classification system for cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 50(4), 249-253.
161. Palisano, R. J., Rosenbaum, P., Bartlett, D., Livingston, M. H. (2008). Content validity of the expanded and revised Gross Motor Function Classification System. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 50(10), 744-750.
162. El, Ö., Baydar, M., Berk, H., Peker, Ö., Koşay, C., Demiral, Y. (2012). Interobserver reliability of the Turkish version of the expanded and revised gross motor function classification system. *Disability and Rehabilitation*, 34(12), 1030-1033.
163. Boyd, R. N., Graham, H. K. (1999). Objective measurement of clinical findings in the use of botulinum toxin type A for the management of children with cerebral palsy. *European Journal of Neurology*, 6(12), 23-35.
164. Saether, R., Helbostad, J. L., Riphagen, I. I., Vik, T. (2013). Clinical tools to assess balance in children and adults with cerebral palsy: a systematic review. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(11), 988-999.
165. Franjoine, M. R., Gunther, J. S., Taylor, M. J. (2003). Pediatric balance scale: a modified version of the berg balance scale for the school-age child with mild to moderate motor impairment. *Pediatric Physical Therapy*, 15(2), 114-128.

166. Williams, E. N., Carroll, S. G., Reddihough, D. S., Phillips, B. A., Galea, M. P. (2005). Investigation of the timed 'up & go' test in children. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47(8), 518-524.
167. Bartlett, D., Birmingham, T. (2003). Validity and reliability of a pediatric reach test. *Pediatric Physical Therapy*, 15(2), 84-92.
168. Bar-On, L., Molenaers, G., Aertbeliën, E., Van Campenhout, A., Feys, H., Nuttin, B., Desloovere, K. (2015). Spasticity and its contribution to hypertonia in cerebral palsy. *BioMed Research International*, 15 (2), 2-10.
169. Scholtes, V. A., Becher, J. G., Beelen, A., Lankhorst, G. J. (2006). Clinical assessment of spasticity in children with cerebral palsy: a critical review of available instruments. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 48(1), 64-73.
170. Biering-Sørensen, F., Nielsen, J. B., Klinge, K. (2006). Spasticity-assessment: a review. *Spinal Cord*, 44(12), 708.
171. Gracies, J. M. (2005). Pathophysiology of spastic paresis. II: Emergence of muscle overactivity. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 31(5), 552-571.
172. Gelber, D. A., Jeffery, D. R. (2001). *Clinical evaluation and management of spasticity*, (Second Edition). New York: Springer Science & Business Media, 128-180.
173. Balci, B. P. (2018). Spasticity Measurement. *Archives of Neuropsychiatry*, 55(1), 49.
174. Esquenazi, A. (2015). Assessment of Lower Limb Spasticity and Other Consequences of the Upper Motor Neuron Syndrome. *Spasticity: Diagnosis and Management*, 12 (2) 91.
175. Tardieu, G. (1954). A la recherche d'une technique de mesure de la spasticite. *Revue neurologique*, 2(91) 143-144.
176. Ben-Shabat, E., Palit, M., Fini, N. A., Brooks, C. T., Winter, A., Holland, A. E. (2013). Intra- and interrater reliability of the Modified Tardieu Scale for the assessment of lower limb spasticity in adults with neurologic injuries. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 94(12), 2494-2501.
177. Fosang, A. L., Galea, M. P., McCoy, A. T., Reddihough, D. S., Story, I. (2003). Measures of muscle and joint performance in the lower limb of children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 45(10), 664-670.
178. Toro, B., Nester, C., Farren, P. (2003). A review of observational gait assessment in clinical practice. *Physiotherapy Theory and Practice*, 19(3), 137-149.

179. Mackey, A. H., Lobb, G. L., Walt, S. E., Stott, N. S. (2003). Reliability and validity of the Observational Gait Scale in children with spastic diplegia. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 45(1), 4-11.
180. Kawamura, C. M., de Moraes Filho, M. C., Barreto, M. M., de Paula Asa, S. K., Juliano, Y., Novo, N. F. (2007). Comparison between visual and three-dimensional gait analysis in patients with spastic diplegic cerebral palsy. *Gait & posture*, 25(1), 18-24.
181. BTS G-Walk Bioengineering. (2012) *Wireless Digital Gait Analysis System Users Manual*. Milanese, May 2017. BTS Bioengineering, 32-45.
182. Garcia, M. C., Vieira, T. (2011). Surface electromyography: Why, when and how to use it. *Revista Andaluza De Medicina Del Deporte*, 4(1), 17-28.
183. Misra, V. P., Catania, S. (2017). *EMG-guided botulinum toxin therapy*. *Oxford Textbook of Clinical Neurophysiology*, Great Britain: Oxford University Press, 291.
184. Howard, R. (2016). Wireless sensor devices in sports performance. *Institute of Electrical and Electronics Engineers Potentials*, 35(4), 40-42.
185. Kandel, E. R., Schwartz, J. H., Jessell, T. M., Biochemistry, D. o., Jessell, M. B. T., Siegelbaum, S., Hudspeth, A. (2000). *Principles Of Neural Science*, (1) New York: McGraw-hill, 160-167.
186. Katirji, B. (2007). *Electromyography in Clinical Practice Book: A Case Study Approach*, (Second Edition). United States of America, Elsevier Health Sciences, 126-128.
187. DeLuca, P. A., Davis, R. B., Öunpuu, S., Rose, S., Sirkin, R. (1997). Alterations in surgical decision making in patients with cerebral palsy based on three-dimensional gait analysis. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 17(5), 608-614.
188. Lauer, R. T., Stackhouse, C. A., Shewokis, P. A., Smith, B. T., Tucker, C. A., McCarthy, J. (2007). A time–frequency based electromyographic analysis technique for use in cerebral palsy. *Gait & Posture*, 26(3), 420-427.
189. Stegeman, D., Hermens, H. (2007). Standards for surface electromyography: The European project Surface EMG for non-invasive assessment of muscles (SENIAM). *Enschede: Roessingh Research and Development*, 108-12.
190. Konrad, P. (2005). *The abc of emg. A practical introduction to kinesiological electromyography*, (First Edition). United States of America: Noraxon Incorporate, 30-35.

191. Ashwal, S., Russman, B., Blasco, P., Miller, G., Sandler, A., Shevell, M., Stevenson, R. (2004). Practice parameter: diagnostic assessment of the child with cerebral palsy: report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology and the Practice Committee of the Child Neurology Society. *Neurology*, 62(6), 851-863.
192. Fairhurst, C. (2012). Cerebral palsy: the whys and hows. *Archives of Disease in Childhood-Education and Practice*, 97(4), 122-131.
193. Ferrari, F., Einspieler, C., Prechtl, H., Bos, A., Cioni, G. (2004). *Prechtl's method on the qualitative assessment of general movements in preterm, term and young infants*, (1), Great Britain: Mac Keith Press, 36-47.
194. Bosanquet, M., Copeland, L., Ware, R., Boyd, R. (2013). A systematic review of tests to predict cerebral palsy in young children. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 55(5), 418-426.
195. Bly, L. (1991). A historical and current view of the basis of NDT. *Pediatric physical therapy*, 3(3), 131-136.
196. Miller, F. (2007). *Physical therapy of cerebral palsy*, (First Edition). New York: Springer Science & Business Media, 128-132.
197. Scrutton, D. (1984). *Management of the motor disorders of children with cerebral palsy*, (First Edition). Great Britain: Cambridge University Press, 156-169.
198. Dodd, K. J., Taylor, N. F., Damiano, D. L. (2002). A systematic review of the effectiveness of strength-training programs for people with cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 83(8), 1157-1164.
199. Damiano, D. L., Martellotta, T. L., Sullivan, D. J., Granata, K. P., Abel, M. F. (2000). Muscle force production and functional performance in spastic cerebral palsy: relationship of cocontraction. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 81(7), 895-900.
200. Shepherd, R. B. (2014). *Cerebral palsy in infancy*, (First Edition). Sydney: Elsevier Health Sciences, 122-136.
201. Maher, C. A., Williams, M. T., Olds, T. S. (2008). The six-minute walk test for children with cerebral palsy. *International Journal of Rehabilitation Research*, 31(2), 185-188.
202. Dederling, A., Oddsson, L., Harms-Ringdahl, K., Nemeth, G. (2002). Electromyography and ratings of lumbar muscle fatigue using a four-level staircase protocol. *Clinical Biomechanics*, 17(3), 171-6.

203. Hermens, H. J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *J Electromyography Kinesiology*, 10(5), 361-74.
204. Verschuren, O., Ada, L., Maltais, D. B., Gorter, J. W., Scianni, A., Ketelaar, M. (2011). Muscle strengthening in children and adolescents with spastic cerebral palsy: considerations for future resistance training protocols. *Physical Therapy*, 91(7), 1130-1139.
205. Verschuren, O., Ketelaar, M., Gorter, J. W., Helders, P. J., Takken, T. (2009). Relation between physical fitness and gross motor capacity in children and adolescents with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 51(11), 866-871.
206. Bobath, K. (1991). *A neurophysiological basis for the treatment of cerebral palsy*, (Second Edition). England: Cambridge University Press, 256-263.
207. Damiano, D. L. (2006). Activity, activity, activity: rethinking our physical therapy approach to cerebral palsy. *Physical therapy*, 86(11), 1534-1540.
208. Priego Quesada, J. I., Lucas Cuevas, A. G., Llana Belloch, S., Pérez Soriano, P. (2014). Effects of exercise in people with cerebral palsy. A review. *Journal of Physical Education and Sport*, 14 (1), 36-41,
209. Voorman, J. M., Dallmeijer, A. J., Knol, D. L., Lankhorst, G. J., Becher, J. G. (2007). Prospective longitudinal study of gross motor function in children with cerebral palsy. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88(7), 871-876.
210. Hoofwijk, M., Unnithan, V., Bar-Or, O. (1995). Maximal treadmill performance of children with cerebral palsy. *Pediatric Exercise Science*, 7(3), 305-313.
211. Unnithan, V. B., Clifford, C., Bar-Or, O. (1998). Evaluation by exercise testing of the child with cerebral palsy. *Sports Medicine*, 26(4), 239-251.
212. Kelly, M., Darrah, J. (2005). Aquatic exercise for children with cerebral palsy. *Developmental Medicine and Child Neurology*, 47(12), 838-842.
213. Kim, O.Y., Shin, Y.K., Yoon, Y. K., Ko, E. J., Cho, S.R. (2015). The effect of treadmill exercise on gait efficiency during overground walking in adults with cerebral palsy. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 39(1), 25.
214. Verschuren, O., Peterson, M. D., Balemans, A. C., Hurvitz, E. A. (2016). Exercise and physical activity recommendations for people with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 58(8), 798-808.
215. Schranz, C., Kruse, A., Belohlavek, T., Steinwender, G., Tilp, M., Pieber, T., Svehlik, M. (2018). Does Home-Based Progressive Resistance or High-Intensity Circuit

- Training Improve Strength, Function, Activity or Participation in Children With Cerebral Palsy? *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 99(12), 2457-2464.
216. Hamill, J., Knutzen, K. M. (2006). *Biomechanical basis of human movement*, (Second Edition). United States of America: Lippincott Williams & Wilkins, 251-272.
 217. Ballaz, L., Plamondon, S., Lemay, M. (2010). Ankle range of motion is key to gait efficiency in adolescents with cerebral palsy. *Clinical Biomechanics*, 25(9), 944-948.
 218. Salem, Y., Godwin, E. M. (2009). Effects of task-oriented training on mobility function in children with cerebral palsy. *NeuroRehabilitation*, 24(4), 307-313.
 219. Blundell, S., Shepherd, R., Dean, C., Adams, R., Cahill, B. (2003). Functional strength training in cerebral palsy: a pilot study of a group circuit training class for children aged 4–8 years. *Clinical Rehabilitation*, 17(1), 48-57.
 220. Leonard, C. T., Sandholdt, D. Y., McMillan, J. A., Queen, S. (2006). Short-and long-latency contributions to reciprocal inhibition during various levels of muscle contraction of individuals with cerebral palsy. *Journal of Child Neurology*, 21(3), 240-247.
 221. Stackhouse, S. K., Binder- Macleod, S. A., Lee, S. C. (2005). Voluntary muscle activation, contractile properties, and fatigability in children with and without cerebral palsy. *Muscle & Nerve: Official Journal of the American Association of Electrodiagnostic Medicine*, 31(5), 594-601.
 222. Perry, J. (1998). *Gait Analysis in the Science of Rehabilitation*, (First Edition). England: Cambridge University Press, 256-2632.
 223. Rose, J., McGill, K. C. (2005). Neuromuscular activation and motor-unit firing characteristics in cerebral palsy. *Developmental medicine and child neurology*, 47(5), 329-336.
 224. Lorentzen, J., Kirk, H., Fernandez-Lago, H., Frisk, R., Scharff Nielsen, N., Jorsal, M., Nielsen, J. B. (2017). Treadmill training with an incline reduces ankle joint stiffness and improves active range of movement during gait in adults with cerebral palsy. *Disability and rehabilitation*, 39(10), 987-993.
 225. Ketelaar, M., Vermeer, A., Hart, H. t., van Petegem-van Beek, E., Helders, P. J. (2001). Effects of a functional therapy program on motor abilities of children with cerebral palsy. *Physical therapy*, 81(9), 1534-1545.
 226. Boyd, R. N. (2012). Functional progressive resistance training improves muscle strength but not walking ability in children with cerebral palsy. *Journal of physiotherapy*, 58(3), 197.

EKLER

Ek-1. Etik Kurul Onayı

GAZİ ÜNİVERSİTESİ KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU GİRİŞİMSSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR KARAR FORMU									
ETİK KURUL BİLGİLERİ	ETİK KURULUNUN ADI		Gazi Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu						
	AÇIK ADRES		Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlık Binası 06500 Beşevler/Ankara						
	TELEFON		0312 202 69 58						
	FAKS		0312 202 46 73						
	E-POSTA		tipetikkurul@gazi.edu.tr						
BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI		Spastik Serebral Palsili Çocuklarda Fonksiyonel Ayak Bileği Kuvvetlendirme Eğitiminin Etkinliği						
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI ÜNVANI/ADI/SOYADI		Doç. Dr. Bülent ELBASAN						
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI /UZMANLIK ALANI/ BULUNDUĞU MERKEZ		Gazi Üniv. Sağlık Bilimleri Fakültesi						
	DESTEKLEYİCİ (Varsa)								
	ARAŞTIRMANIN TÜRÜ		Egzersiz gibi vücut fizyolojisi ile ilgili araştırmalar - Doktora tezi						
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER		TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐			
	DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı		Tarihi	Ver.No	Dili			
ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ		09.11.2018	1	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐					
AYDINLATILMIŞ ONAM FORMU		09.11.2018	1	Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐					
DEĞERLENDİRİLEN DİĞER BELGELER	Belge Adı				Açıklama				
	ARAŞTIRMA BÜTÇESİ		☒						
	BİYOLOJİK MATERYAL TRANSFER FORMU		☐						
DİĞER		☐							
KARAR BİLGİLERİ	Karar No: 863		Toplantı tarihi: 26.11.2018						
	Yukarıda bilgileri verilen başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve uygun bulunmuş olup, araştırma dosyasında belirtilen merkez/merkezlerde gerçekleştirilmesinde etik ve bilimsel sakınca bulunmadığına, G.Ü. Klinik Araştırmalar Etik Kurulu üyelerinin oybirliği ile karar verilmiştir.								
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU									
ETİK KURULUN ÇALIŞMA ESASI		İlaç ve Biyolojik Ürünlerin Klinik Araştırmaları Hakkında Yönetmelik, İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu							
BAŞKANIN ÜNVANI / ADI / SOYADI:		Prof. Dr. Canan ULUOĞLU							
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişki	Katılım *	İmza			
Prof. Dr. Canan ULUOĞLU BAŞKAN	Tıbbi Farmakoloji A.D	G.Ü.T.F	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐				
Prof. Dr. Birol DEMİREL BAŞKAN YARD.	Adli Tıp AD.	G.Ü.T.F	E ☒ K ☐	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐				
Prof. Dr. Gonca AKBULUT RAPORTÖR	Fizyoloji AD.	G.Ü.T.F.	E ☐ K ☒	E ☐ H ☒	E ☒ H ☐				

Ek-1. (devam) Etik Kurul Onayı

Prof. Dr. Bülent BOYACI ÜYE	Kardiyoloji AD.	G.Ü.T.F.	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Prof. Dr. Öznur L.BOYUNAĞA ÜYE	Radyoloji AD.	G.Ü.T.F.	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Prof. Dr. Mustafa KAVUTÇU ÜYE	Tıbbi Biyokimya A.D.	G.Ü.T.F.	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	Katılmadı
Prof. Dr. Nesrin ÇOBANOĞLU ÜYE	Tıp Tarihi ve Etik AD.	G.Ü.T.F.	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	Katılmadı
Prof. Dr. Aşlı KURUOĞLU ÜYE	Psikiyatri AD.	G.Ü.T.F.	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Doç. Dr. Hakan KAYIR ÜYE	Tıbbi Farmakoloji	COMMAT Ltd.	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	Katılmadı
Doç. Dr. Mutlu DOĞAN ÜYE	İç Hast. AD. Tıbbi Onkoloji BD.	Ank.Numune Eğt. ve Araşt.Hast.	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Doç. Dr. N.Arda DEMİRKAN ÜYE	Genel Cerrahi AD.	A.Ü.T.F.	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	Katılmadı
Doç. Dr. Anıl TAPISIZ ÜYE	Çocuk Sağlığı ve Hast.AD.Ç.Nör. BD.	G.Ü.T.F.	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Prof. Dr. Pınar ÖZDEMİR ÜYE	Biyoistatistik AD.	H.Ü.T.F.	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	Katılmadı
Doktor Öğr.Üyesi Mustafa GÖKSU ÜYE	Hukukçu	A.H.B.V.Ü Hukuk Fakültesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Aysel ÖZER ÜYE	Sivil Temsilci	Emekli Öğr. Üyesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	

* :Araştırma ile İlişki
** :Toplantıda Bulunma

Ek-2. Çocuklar İçin Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu



**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİNDE
OKUL ÇAĞINDAKİ ÇOCUK HASTALARDA YAPILACAK
"GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR" DA
YER ALACAK "ÇOCUKLAR" İÇİN
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU ÖRNEĞİ**

Araştırma Projesinin Adı: Spastik Serebral Palsili Çocuklarda Fonksiyonel Ayak Bileği Kuvvetlendirme Eğitiminin Etkinliği
Sorumlu Araştırmacının Adı: Doç. Dr. Bülent Elbasan
Diğer Araştırmacıların Adı: Dr. Fzt. Gökhan Yazıcı Uzm. Fzt. Melek Volkan Yazıcı, Uzm. Fzt. Gamze Çobanoğlu
Destekleyici (varsa):-

Sevgili.....

Benim adım Doç Dr Bülent Elbasan. Senin şu andaki hastalığın olan, Serebral Palsi konusunda bir araştırma yapıyoruz. Amacımız, bu hastalığın en etkili tedavisini bulabilmek ve senin gibi bu hastalığa sahip olan çocukların daha az canı yanarak hastanede izlenmesini sağlamaktır. Sen ve senin gibi Serebral Palsi'li çocuklar yürürken ayağınızdaki bazı kaslar yeterince çalışmıyor ve ayakucunuzu kaldıramadığınız için takılıp düşebilirsiniz. Bu çalışmayla beraber ayağınızdaki kasları kuvvetlendirmek ve daha rahat yürümenizi sağlamak istiyoruz.

Araştırmaya ben, Dr Gökhan Yazıcı ve bazı başka doktorlar katılacaklar. Eğer sen de bu araştırmaya katılmayı istersen, sana tedavin için yapılan işlemlerin dışında herhangi bir şey yapılmayacak. Sadece, tedavin sırasında zaten yapılacak olan değerlendirme ve egzersizler bu araştırma yürütülecektir.

Bu araştırmanın sonuçlarını başka doktorlara da söyleyeceğiz ancak senin adın ve tahlil sonuçlarını kimseye açıklamayacağız.

Bu araştırma hakkında anne ve babana bilgi vereceğiz ve senin de bu çalışmaya katılıp katılmaman için onlardan izin alacağız. Sen de bu konuyu anne ve/veya baban ile konuşabilirsin. Eğer katılmak istemezsen hiç kimse sana kızmaz veya küsmez. Doktorlar sana önceden olduğu gibi iyi davranacak, tedavini aynen sürdürecektir.

Aklına şimdi gelen veya daha sonra gelecek soruları bana sorabilirsin. Telefon numaram ve adresim aşağıda yazıyor.

Bu araştırmaya katılmayı kabul ediyorsan lütfen aşağıya adını ve soyadını yazarak imzayı at. Daha sonra bu formun bir kopyası sana ve ailene verilecektir.

Çocuğun adı- soyadı:

Çocuğun imzası:

Tarih:

Velisinin adı- soyadı:

Velisinin imzası:

Tarih:

Doç. Dr. Bülent Elbasan

Adres: Muammer Yaşar Bostancı caddesi, Gazi Üniversitesi, Sağlık bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon bölümü.

Tel: 0532 467 2923

İmza:

Ek-3. Ebeveyn Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu



T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

GAZİ ÜNİVERSİTESİNDE
ÇOCUK HASTALARDA YAPILACAK OLAN
“GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR”
İÇİN “EBEVEYN” BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU ÖRNEĞİ

Araştırma Projesinin Adı: Spastik Serebral Palsili Çocuklarda Fonksiyonel Ayak Bileği Kuvvetlendirme Eğitiminin Etkinliğinin Araştırılması

Sorumlu Araştırmacının Adı: Doç. Dr. Bülent Elbasan

Diğer Araştırmacıların Adı: Dr. Fzt Gökhan Yazıcı, Uzm. Fzt. Melek Volkan Yazıcı, Uzm. Fzt. Gamze Çobanoğlu

Destekleyici (varsa):-

Değerli anne ve babalar;

Çocuğunuzun, kliniğimizde yapılması planlanan “Spastik Serebral Palsili Çocuklarda Fonksiyonel Ayak Bileği Kuvvetlendirme Eğitiminin Etkinliğinin Araştırılması” isimli bir çalışmada yer alabilmesi için sizden izin istiyoruz. Çocuğunuzun bu çalışmaya davet edilmesinin nedeni onda Spastik Serebral Palsi hastalığının görülmüş olmasıdır. Bu çalışma, araştırma amaçlı olarak yapılmaktadır ve katılım gönüllülük esasına dayalıdır. Çocuğunuzun çalışmaya katılması konusunda karar vermeden önce araştırma hakkında sizi bilgilendirmek istiyoruz. Çalışma hakkında tam olarak bilgi sahibi olduktan sonra ve sorularınız cevaplandıktan sonra eğer çocuğunuzun katılmasını isterseniz sizden bu formu imzalamanız istenecektir. Bu araştırma hakkında çocuğunuza da bilgi vereceğiz ve ondan da bu çalışmaya katılması için izin alacağız.

Çalışmanın amaçları ve dayanağı nelerdir, çocuğundan başka kaç kişi bu çalışmaya katılacak?

- Çalışmamızda spastik SP’li çocuklarda ayak bileği çevresine uygulanacak fonksiyonel kuvvetlendirme eğitiminin yürüyüş, denge, kasal aktivasyon ve enerji harcaması üzerine etkilerinin araştırılması amaçlanmaktadır.
- Spastik Serebral Palsili olguların neredeyse tümünde ayak- ayakbileği eklemi etkilenmiştir. Çok hafif etkilenimi olan SP’li olgularda bile sağlıklı yaşatlarına göre kuvvetlerinin yetersiz olduğu bulunmuştur. Bu sebeple Spastik Serebral Palsili olguların alt ekstremitelerinin detaylı bir şekilde değerlendirilmesi ve bir egzersiz programı verilmesi planlanmıştır.
- Bu egzersizler kapsamında çocuğunuz ayak-ayakbileği çevresi kasların kuvvetlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan 3 egzersiz grubundan birine dahil edilecektir. Bu egzersiz gruplarından ilki ayağın ucunu kaldırmaya yarayan kasları kuvvetlendirmeyi, ikinci grup baldırda bulunan kasları kuvvetlendirmeyi, üçüncü grup ise bu kas gruplarının her ikisini de kuvvetlendirmeyi amaçlamaktadır. Bu kuvvetlendirme egzersizlerinin tümü de Serebral Palsi’li olgularda kuvvetlendirme amacıyla yaygın olarak kullanılan geçerli yöntemlerdir. Bu çalışmanın sonucunda, egzersizlerin birbiri üzerindeki üstünlüğünü belirlemek ve çocuğunuza en uygun kuvvetlendirme programını önermeyi amaçlamaktayız.
- Çalışmaya dahil edilen olgular Gazi Üniversitesi, Sağlık bilimleri fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Pediatri Ünitesine gelen Spastik Serebral Palsili olgulardan seçilecektir. Bu çalışmaya toplamda 36 Spastik Serebral Palsili olgu dahil edilmesi planlanmıştır.

Çocuğum bu çalışmaya katılmalı mı? (Bu bölüm aynen korunacaktır)

Çocuğunuzun bu çalışmada yer alıp almaması tamamen size bağlıdır. Eğer katılmasına izin vererseniz bu yazılı bilgilendirilmiş olur formu imzalanmak için size verilecektir. Şu anda bu formu imzalasanız bile istediğiniz herhangi bir zamanda çocuğunuzun çalışmadan çekebilirsiniz. Eğer katılmasını istemezseniz veya çalışmadan ayrılırsanız, doktorunuz tarafından çocuğunuz için en uygun tedavi planı uygulanacaktır. Aynı şekilde çalışmayı yürüten doktor çocuğunuzun çalışmaya devam etmesinin yararlı olmayacağına karar verebilir ve onu çalışma dışı bırakabilir.

Çocuğum bu çalışmaya katılırsa onu neler bekliyor?

Bu araştırma kapsamında çocuğunuza, tedavisi için yapılan rutin işlemlerin dışında herhangi bir girişim yapılmayacaktır. Çalışma yalnızca, çocuğunuzun tedavisi sırasında rutin olarak fizyoterapi merkezlerinde uygulanan egzersizler ile yapılacaktır. Değerlendirmeler sırasında detaylı değerlendirmeler (Şekil 1-3) yapılması için kullanılacak olan bütün cihazlar Spastik Serebral Palsili olgularda değerlendirmede yaygın olarak kullanılan ve güvenilir olan cihazlardır. Bu cihazların hiçbir yan etkisi bulunmazken herhangi bir ağrı da oluşturmamaktadır. Çocuğunuzun bu çalışmada kalma süresi 6 hafta olarak düşünülmüştür.

Çalışmanın riskleri ve rahatsızlıkları nelerdir, çocuğumun görebileceği olası bir zarar durumunda ne yapılacaktır?

1. Bu çalışma dolayısıyla çocuğunuzun herhangi bir zarar görme riski bulunmamaktadır.
2. Araştırmadan dolayı çocuğunuzun göreceği olası bir zararda gerekli her türlü tıbbi müdahale tarafımızdan yapılacaktır; bu konudaki tüm harcamalar da tarafımızdan üstlenilecektir.

Çocuğumun bu çalışmada yer almasının yararları nelerdir?

Bu çalışma sonucunda sizin çocuğunuz gibi Spastik Serebral Palsi hastası olan olguların tedavisinde kullanılacak egzersizlerin ne kadar etkili olduğu belirlenebilecektir. Uygulanan egzersizler çocuğunuza ve toplumda bulunan diğer

BGOF-Girişimsel olmayan-Çocuk hasta ebeveyni	Rev. Tarihi / No.su:	Sayfa
	29.05.2013/01	1/2

Ek-3. (devam) Ebeveyn Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu



**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**

Spastik Serebral Palsili olgular için gerçekten yararlı egzersizler mi, uygulama sıklığı yeterli mi ve bu egzersizlerin bir birine bir üstünlüğü olup olmadığının belirlenmesi açısından yararlı olacaktır.

Şekil 1: Çocuğunuzdan sandalyeden kalkıp 3 metre yürüyüp tekrar oturması istenecektir. Bu sırada süre ölçülecektir.	Şekil 2: Çocuğunuzdan 6 dakika boyunca yürütmesi istenecektir. Bu sırada harcadığı enerji miktarı beline yüzeyel olarak bağlanacak bir kemerle ölçülecektir.	Şekil 3: Çocuğunuzun bacaklarının uygun yerlerine elektrot yapıştırılacaktır. Bu elektrotlarda iğne yoktur. Elektrotlara bağlanacak görseldeki algılayıcılarla kas aktivasyonu ölçülecektir.

Çocuğumun bu çalışmaya katılmasının maliyeti nedir? (Bu bölüm aynen korunacaktır)

Çalışmaya katılmakla parasal yük altına girmeyeceksiniz ve size de herhangi bir ödeme yapılmayacaktır.

Çocuğumun kişisel bilgileri nasıl kullanılacak? (Bu bölüm aynen korunacaktır)

Çalışma doktorunuz çocuğunuz ile ilgili kişisel bilgileri, araştırmayı ve istatistiksel analizleri yürütmek için kullanacaktır ancak çocuğunuzun kimlik bilgileri gizli tutulacaktır. Yalnızca gereği halinde, çocuğunuz ile ilgili bilgileri etik kurullar ya da resmi makamlar inceleyebilir. Çalışmanın sonunda, sonuçlar hakkında bilgi istemeye hakkınız vardır. Çalışma sonuçları tıbbi literatürde yayınlanabilecektir ancak çocuğunuzun kimliği açıklanmayacaktır.

Daha fazla bilgi, yardım ve iletişim için kime başvurabilirim?

Çalışma ilacı ile ilgili bir sorunuz olduğunda ya da çalışma ile ilgili ek bilgiye gereksiniminiz olduğunuzda aşağıdaki kişi ile lütfen iletişime geçiniz.

ADI : Doç. Dr. Bülent Elbasan

GÖREVİ : Sorumlu Araştırmacı

TELEFON : 0542 443 38 22

(Katılımcı çocuğun ebeveyninin beyanı)

GÜTF Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim dalında, Doç. Dr. Bülent Elbasan tarafından tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı ve ilgili metni okudum.

Çocuğumun araştırmaya katılması konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer çocuğumun çalışmaya katılmasını reddedersem, bu durumun çocuğumun tıbbi bakımına ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum. Çalışmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir neden göstermeden çocuğumu araştırmadan çekebilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

İster doğrudan, ister dolaylı olsun araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle meydana gelebilecek herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. (Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim).

Araştırma sırasında bir sağlık sorunu ile karşılaştığımızda; herhangi bir saatte, Doç. Dr. Bülent Elbasan'ı, 05424433822 'ten arayabileceğimi ve Gazi Üniversitesi Sağlık bilimleri fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon bölümünde bulabileceğimi biliyorum.

Bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anladım bulunmaktayım. Bu koşullarla, çocuğumun söz konusu klinik araştırmaya katılmasını gönüllülük içerisinde kabul ediyorum.

İmzalı bu form kağıdının bir kopyası bana verilecektir.

Tarih:

Velisinin adı- soyadı:

Velisinin imzası:

Araştırmacının adı-soyadı, ünvanı

Adres:

Tel:

İmza:

BGOF-Girişimsel olmayan-Çocuk hasta ebeveyni	Rev. Tarihi / No.su: 29.05.2013/01	Sayfa 2/2
--	---------------------------------------	--------------

Ek-4. Değerlendirme Formu

Değerlendirme Formu

Tarih:

Adı-Soyadı:

Yaş:

Cinsiyet:

GMFCS seviyesi:

Etkilenen taraf:

Özgeçmiş:

Soygeçmiş:

Doğum tipi:

Gestasyonel Hafta:

Akrabalık:

Eğitim düzeyi:

Anne	Baba

Ek-4. (devam) Değerlendirme Formu

Spastisite:	Sol		Sağ	
Plantar Fleksörler				
Diz Fleksörleri				

Selektif Motor Kontrol:

Sol					Sağ				
0	1	2	3	4	0	1	2	3	4

Time Up&Go:

GWalk:

Pediatrik Denge Skalası:

Enerji harcaması:

EMG:

Ek-4. (devam) Değerlendirme Formu

Pediyatrik Denge Skalası

1. Oturur durumdayken ayağa kalkmak -----
2. Ayaktayken oturma pozisyonuna geçme -----
3. Yer değiştirmek -----
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. Diğer ayağı tabureye koyma -----
14. Ayaktayken kollar gergin öne uzanma -----

Skor (0-4) () Toplam Puan (Maksimum = 56)

1. Oturma Pozisyonundayken Ayağa Kalkmak Yönerge: Lütfen ayağa kalkın. Ellerinizden destek almamaya çalışın. 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.	8. Bir Ayak Önde Olarak Desteksiz Ayakta Durmak Yönerge: Hastaya gösterin: Bir ayağınızı diğerinin tam önüne koyun. Bunu yapamıyorsanız, ayağınızı, topuk kısmı öteki ayağınızın başparmağı hizasına gelecek şekilde bir adım atın. (3 puan vermek için adımın mesafesi diğer ayağın uzunluğunu geçmeli ve duruşun genişliği deneğin normal yürüyüş adımıdaki genişliğe yakın olmalı.) 4 Normal yürüyüş adımını bağımsız olarak atabiliyor ve 30 saniye tutabiliyor 3 Ayağını diğerinin 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 yardıma ihtiyacı var.
2. Ayaktayken Oturma Pozisyonuna Geçmek Yönerge: Lütfen oturun. 4 Ellerinden asgari 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	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 saniye tutabiliyor. 1 Bacağını kaldırmağa çalışıyor, 3 saniye tutamıyor ama bağımsız olarak ayakta durabiliyor. 0 Deneyemiyor ve düşmemek için yardıma gereksinimi var

Ek-4. (devam) Değerlendirme Formu

3. Transfer Yönerge: Sandalyeleri transfer yapılacak şekilde göre yerleştirin. Hastaya bir kolluklu bir de kolluksuz koltuğa doğru yer değiştirmesini söyleyin. İki sandalye (biri kolluklu diğeri kolluksuz) ya da bir yatak ve bir koltuk kullanabilirsiniz. 4 Elleri 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 gözetecek iki kişiye 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.
4. Desteksiz Ayakta Durmak Yönerge: Lütfen hiçbir yere tutunmadan iki dakika ayakta durun. 4 2 dakika emniyetli bir şekilde ayakta durabilir. 3 Gözetim altında 2 dakika ayakta durabilir. 2 Desteksiz 30 saniye ayakta durabilir. 1 Desteksiz 30 saniye ayakta durabilmek için birkaç denemeye ihtiyacı var 0 Yardım almadan 30 saniye ayakta duramaz.	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.
5. Ayaklar Yerde Ya Da Bir Tabure Üstündeyken Arkaya Yaslanmadan Oturmak Yönerge: Lütfen kollarınızı kavuşturarak iki dakika oturun. 4 Emniyetli bir şekilde 2 dakika oturabilir. 3 Gözetim altında 2 dakika oturabilir. 2 30 saniye oturabilir. 1 10 saniye oturabilir 0 Desteksiz 10 saniye oturamaz.	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.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : VOLKAN YAZICI, Melek
 Uyuğu : KKTC/TC
 Doğum tarihi ve yeri : 02.03.1989 LEFKOŞA
 Medeni hali : EVLİ
 Telefon : +90 542 443 38 22
 e-mail : melek_volkan89@hotmail.com



Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Doktora	Gazi Üniversitesi/ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoterapi Ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı	Devam ediyor
Yüksek Lisans	Gazi Üniversitesi/ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoterapi Ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı	2015
Lisans	Hacettepe Üniversitesi/ Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü	2010
Lise	Türk Maarif Koleji	2006

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2018-devam ediyor	Yüksek İhtisas Üniversitesi	Öğretim Görevlisi
2011-2018	Defne Duru Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezi	Fizyoterapist
2010-2011	Nafia Bekiroğlu Fizik Tedavi Merkezi	Fizyoterapist

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

- Volkan-Yazici, M., Yazici, G., & Varol, F. (2017). The observational results of a combination of snoezelen therapy and sensory integration therapy in two subjects with autism. *Journal of the Neurological Sciences*, 381, 838.

- Volkan-Yazici, M., & Yazici, G. (2017). The results of 6 years of physiotherapy and rehabilitation in an adolescent with Neuro-Wilson's disease. *Journal of the Neurological Sciences*, 381, 837-838.
 - Melek Volkan Yazıcı, Bülent Elbasan; Nörogelişimsel Bozukluğu Olan Çocuklarda Motor Performans ile Günlük Yaşam Aktivitelerinin Arasındaki İlişkinin İncelenmesi; 20- 23 Kasım 2014, Prof.Dr. Hıfzı ÖZCAN 5. Uluslararası "Cerebral Palsy" ve Gelişimsel Bozuklukları Kongresi, Sabancı Kültür Merkezi, İstanbul
 - Manzak, Ö., F., Yazıcı, M., V. ve Çıtaker, S. (2018). Hemiparetik serebral palsi'li çocuklarda el bileği kinezyo bantlamanın el becerilerine etkisi: Pilot çalışma. *1st International Health Sciences and Life Congress Abstract Book (IHSLC 2018)* Burdur, 209-210.
 - Sistemik Lupus Eritematoz, Romatizmal Hastalıklarda Biyopsikososyal Model: Bilişsel Egzersiz Terapi Yaklaşımı; Editör: Prof. Dr. Edibe Ünal, 2014, Pelikan Yayıncılık.
 - Antifosfolipid Sendromu, Romatizmal Hastalıklarda Biyopsikososyal Model: Bilişsel Egzersiz Terapi Yaklaşımı; Editör: Prof. Dr. Edibe Ünal, 2014, Pelikan Yayıncılık.
 - Skleroderma, Sistemik Skleroz, Romatizmal Hastalıklarda Biyopsikososyal Model: Bilişsel Egzersiz Terapi Yaklaşımı; Editör: Prof. Dr. Edibe Ünal, 2014, Pelikan Yayıncılık.
 - Sjögren Sendromu, Romatizmal Hastalıklarda Biyopsikososyal Model: Bilişsel Egzersiz Terapi Yaklaşımı; Editör: Prof. Dr. Edibe Ünal, 2014, Pelikan Yayıncılık.
 - Volkan-Yazici Melek, Yazici Gokhan, Guclu-Gunduz Arzu, Bayramlar Kezban; Travmatik Diz Altı Amputasyonu Olan Pediatrik Olgunun Uzun Dönem Rehabilitasyon Sonuçlarının Değerlendirilmesi: Olgu Sunumu; 24-26 Nisan 2014, Protez Ortez Kongresi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
 - Fatmagül Varol, Melek Volkan Yazici, Nilgün Bek; Hemiparetik Serebral Palsi'li olgularda statik duruşta postüral kontrol sağlıklı çocuklardan farklı mıdır?; 21-24 Nisan 2016, XVI. FİZİYOTERAPİDE GELİŞMELER KONGRESİ, Dalaman.
 - sahin ezgi ilknur,GÜÇLÜ GÜNDÜZ ARZU,YAZICI GÖKHAN,ÖZKUL ÇAGLA,VOLKAN YAZICI
- MELEK,NAZLIEL BIJEN,TEKINDAL MUSTAFA AGAH (2019). The sensitivity and specificity of the balance evaluation systems test-BESTest in determining risk of fall in stroke patients. *NEUROREHABILITATION*, 44(1), 67-77., Doi: 10.3233/NRE-182558 (Yayın No: 4915938)
- MARAS GÖKHAN,SHEIDAYI SHAHED,YAZICI GÖKHAN,VOLKAN YAZICI MELEK,GÜNAYDIN GÜRKAN,ÇITAKER SEYİT (2019). Cross-Cultural Adaptation, Validity, and Reliability Study of the Turkish Version of the Back Pain Functional Scale. *Asian Spine Journal*, Doi: 10.31616/asj.2018.0284 (Yayın No: 4935538)
 - VOLKAN YAZICI MELEK,ELBASAN BÜLENT,YAZICI GÖKHAN (2018). Motor Performance and Activities of Daily Living in Children with Neurodevelopmental Disorders. *Iranian Journal of Pediatrics*, 28(6), Doi: 10.5812/ijp.65396 (Yayın No: 4561177)



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..

