

T.C
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

**SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA
İNTERAKTİF VİDEO OYUNLARININ FONKSİYONEL
ETKİNLİĞİNİN VE RADYOLOJİK PROGRESYONUN
DİFÜZYON TENSÖR GÖRÜNTÜLEME (DTI)
İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Ali ŞAKALAR

DANIŞMAN

Doç. Dr. Ahmet TUTOĞLU

ŞANLIURFA

2016

T.C
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
FİZİKSEL TIP VE REHABİLİTASYON ANABİLİM DALI

**SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA
İNERAKTİF VİDEO OYUNLARININ FONKSİYONEL
ETKİNLİĞİNİN VE RADYOLOJİK PROGRESYONUN
DİFÜZYON TENSÖR GÖRÜNTÜLEME (DTI)
İLE KARŞILAŞTIRILMASI**

UZMANLIK TEZİ
Dr. Ali ŞAKALAR

DANIŞMAN
Doç. Dr. Ahmet TUTOĞLU

Bu tez, Harran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Koordinatörlüğü (HÜBAK) tarafından 14171 numaralı proje ile desteklenmiştir.

ŞANLIURFA
2016

TEŞEKKÜR

Kısaca tıp denilen bu uzun yolda sonuna yaklaştığım uzmanlık eğitiminin bir parçası olan tezimin bu ilk sayfasında eğitimimde ve hayatımda benim için önemli olan kişilere teşekkür etmek istiyorum. Tezimin planlanması, yürütülmesi ve yazımı esnasında desteğini her zaman gördüğüm ve araştırma görevlisi olarak çalıştığım süre içerisinde bilgi ve tecrübelerinden her an istifade ettiğim saygı değer hocam Doç. Dr. Ahmet TUTOĞLU'na,

Uzmanlık eğitimin süresince değerli bilgi ve deneyimlerinden her zaman faydalandığım, değerli hocalarım Doç. Dr. Ahmet BOYACI, Yrd. Doç. Dr. Alparslan YETİŐGİN ve Doç. Dr. Pelin YAZGAN'a,

Rotasyonlarım sırasında bilgi ve tecrübelerinden istifade ettiğim kıymetli hocalarıma, birlikte görev almaktan memnuniyet duyduğum değerli asistan arkadaşlarıma, kliniğimiz fizyoterapistlerine, hemşire ve personeline,

Bu günlere gelmemde büyük emeği olan, maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen değerli aileme, bu başarılı adamın arkasındaki kadın olarak tüm desteği ve fedakarlıkları için sevgili eşim Sibel'e ve hayatımı daha eğlenceli hale getiren çocuklarım Alike Sezin ve Hasan Mirza'ya en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

Dr. Ali ŞAKALAR

İÇİNDEKİLER

SAYFA NO

TEŞEKKÜR	I
İÇİNDEKİLER	II
TABLolar DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	V
RESİMLER DİZİNİ	VI
KISALTMALAR	VII
ÖZET	IX
ABSTRACT	XI
1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. Tanım	3
2.2. Tarihçe	3
2.3. Epidemiyoloji	4
2.4. Etiyoloji ve Risk Faktörleri	4
2.5. Patogenez	5
2.6. Sınıflandırma	7
2.7. Serebral Palsi'nin Klinik Tipleri	8
2.7.1. Spastik Tip SP	8
2.7.2. Diskinetik Tip SP	10
2.7.3. Ataksik Tip SP	10
2.7.4. Mikst Tip SP	11
2.8. Serebral Palsi'ye Eşlik Eden Problemler	11
2.9. Serebral Palsi'li Çocuğun Değerlendirilmesi	13
2.9.1. Anamnez	14
2.9.2. Nörolojik Muayene	14
2.9.3. Kas-İskelet Sistemi Muayenesi	16
2.9.3.1. Omurga Muayenesi	16
2.9.3.2. Üst ekstremite muayenesi	16
2.9.3.3. Alt ekstremite muayenesi	17

2.10. Serebral Palsi’li Çocuklarda Yürüme Paternleri	23
2.11. Serebral Palsi’de Kullanılan Değerlendirme Metodları	25
2.12. Serebral Palsi’de Tanı, Ayırıcı Tanı	28
2.13. Serebral Palsi’de Tanıya Yardımcı Görüntüleme Yöntemleri	29
2.14. Difüzyon Tensör Görüntüleme (DTI)	30
2.14.1. Difüzyon Tensör Görüntülemenin Pediatrik Hastalarda Klinik Kullanım Alanları	31
2.15. Serebral Palsi’de Tedavi Yöntemleri	33
2.15.1. Spastisite Tedavisi	33
2.15.2. Serebral Palsi’de Ortezleme ve Yardımcı Araçlar	38
2.15.3. Serebral Palsi’de Rehabilitasyon	41
2.15.3.1. Konvansiyonel Egzersizler	41
2.15.3.2. Nörofizyolojik (duysal motor) Yaklaşım	42
2.16. Nöronal Plastisite	45
2.17. Sanal Gerçeklik ve Serebral Palsi Rehabilitasyonunda Yeri	48
2.17.1. Sanal Gerçeklik Rehabilitasyonunda Kullanılan Teknolojiler	50
2.17.2. Xbox 360 Kinect Oyun Konsolu	51
3. GEREÇ ve YÖNTEM	53
3.1. Olgular	53
3.2. Olguların Değerlendirilmesi	54
3.2.1 Fonksiyonel Değerlendirme	54
3.2.2 Yaşam Kalitesinin Değerlendirilmesi	55
3.3. Tedavi Protokolü	55
3.3.1. Kinect Protokolü	57
3.4. DTI Protokolü	59
3.4.1. Görüntülerin Değerlendirilmesi ve ROI analizi	59
3.5. İstatistiksel Analiz	60
4. BULGULAR	61
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	70
6. EKLER	78
KAYNAKLAR	87

Tablo-1: Serebral Palsi'de prenatal, perinatal ve postnatal risk faktörleri	5
Tablo-2: SCPE'ye göre yapılan yeni SP sınıflandırması	8
Tablo-3: Primitif refleksler ve kaybolma zamanları	15
Tablo-4: Modifiye Ashworth Skalası	16
Tablo-5: Selektif motor kontrol testi	23
Tablo-6: Kaba motor fonksiyon sınıflama sistemi	25
Tablo-7: Serebral Palsi ile ayırıcı tanıya giren hastalıklar	29
Tablo-8: Çalışmada uygulanan geleneksel fizyoterapi programı	56
Tablo-9: Kinect oyunları, uygulama şekilleri ve terapötik hedefler	58
Tablo-10: Çalışma gruplarının demografik özellikleri	61
Tablo-11: Spastisite düzeylerinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması	63
Tablo-12: Eklem hareket açıklığının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması	64
Tablo-13: KMFÖ-88 skorlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması	65
Tablo-14: PFBÖ skorlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması	66
Tablo-15: ÇİYKÖ skorlarının tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması	67
Tablo-16: FA değerlerinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması	68
Tablo-17: MD değerlerinin tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılması	69

Œekil-1: Serebral Palsi sınıflandırması	7
Œekil-2: Thomas testi	17
Œekil-3: Staheli testi	18
Œekil-4: Duncan-Ely testi	18
Œekil-5: Ön-Arka Kalça Grafisinde Kalçanın Radyografik Değerlendirimi	21
Œekil-6: Popliteal Açı Ölçümü	22
Œekil-7: Posterior Kapsül Gerginliği	22
Œekil-8: Silfverskiöld Testi	23
Œekil-9: Kinect İskelet Eklem Pozisyonları	52
Œekil-10: Çalışma Akış Şeması	56

RESİMLER DİZİNİ

SAYFA NO

Resim-1: Phelps-Grasilis testi	19
Resim-2: Grasilis Testi	19
Resim-3: Microsoft Xbox 360 Oyun Konsolu	52
Resim-4: Kinect Hareket Algılayıcı Sensör	52
Resim-5: Çalışmada Uygulanan Kinect Oyunlar	57
Resim-6: Kinect Hasta Eğitim Seansı	59



KISALTMALAR ve SİMGELER

SP	: Serebral Palsi
CST	: Corticospinal Tractus
US/USG	: Ultrason/Ultrasonografi
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
MRG/MRI	: Manyetik Rezonans Görüntüleme/Magnetic Resonance Imaging
fMRG/fMRI	: Fonksiyonel MRG/Functional MRI
DTI/DTG	: Diffusion Tensor Imaging/Difüzyon Tensör Görüntüleme
DAG	: Difüzyon Ağırlıklı Görüntüleme
ADC	: Apparent Diffusion Coefficient
AD	: Aksiyal Difüzivite
RD	: Radyal Difüzivite
MD	: Mean Difüzivite
PVL	: Periventriküler Lökomalazi
HİE	: Hipoksik İskemik Ensefalopati
MS	: Multipl Skleroz
BOS	: Beyin Omurilik Sıvısı
SSS	: Santral Sinir Sistemi
GABA	: Gama- aminobütirik asit
NMDA	: N-metil D-aspartat
EHA	: Eklem Hareket Açıklığı
MAS	: Modifiye Ashworth Skalası
MKF	: Metakarpofalangeal
PIF	: Proksimal İnterfalangeal
DIF	: Distal İnterfalangeal
SDR	: Selektif Dorsal Rizotomi
TORCH	: Toxoplasma, Rubella, Cytomegalovirüs, Herpes virus
GİS	: Gastrointestinal Sistem
VUR	: Vezikoüreteral Reflü
SCPE	: Surveillance of Cerebral Palsy in Europe

EMG	: Elektromiyografi
TENS	: Transcutaneous Electrical Nerve Stimulation
FES	: Fonksiyonel Elektrik Stimülasyonu
SG	: Sanal Gerçeklik
SGOT	: Sanal Gerçeklik Oyun Tedavisi
NGT	: Nörogelişimsel Tedavi
ROI	: Region of Interest
KMFSS	: Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi
KMFÖ-88	: Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü-88
PFBÖ	: Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçütü
EBSS	: El Beceri Sınıflama Sistemi
PÖD	: Pediatrik Özürlülük Değerlendirme
ÇİYKÖ	: Çocuklar İçin Yaşam Kalitesi Ölçeği
ÖTP	: Ölçek Toplam Puan
FSTP	: Fiziksel Sağlık Toplam Puan
PSTP	: Psikososyal Toplam Puan
GYA	: Günlük Yaşam Aktiviteleri
CR	: Corona Radiata
ALIC	: Anterior Limb of Internal Capsule
PLIC	: Posterior Limb of Internal Capsule
PWM	: Parietal White Matter
OWM	: Occipital White Matter
SMC	: Sensory Motor Cortex
SMO	: Supramalleolar Ortez
AFO	: Ankle Foot Orthosis
KAFO	: Knee Ankle Foot Orthosis
GRAFO	: Ground Reaction Ankle Foot Orthosis
CTLS	: Cervicothoracolumbosacral
TLS	: Thoracolumbosacral
PF/DF	: Plantar fleksiyon/Dorsifleksiyon
LCD	: Liquid Crystal Display
ABD/USA	: Amerika Birleşik Devletleri/United States of America

ÖZET

Serebral Palsili Çocuklarda İnteraktif Video Oyunlarının Fonksiyonel Etkinliğinin ve Radyolojik Progresyonun Difüzyon Tensör Görüntüleme (DTI) ile Karşılaştırılması

Dr. Ali ŞAKALAR

Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi

Amaç: Serebral Palsi (SP)'li hastalarda hareket güçlüğü ve fonksiyonel kısıtlılık önemli bir sorun olmakla birlikte bu hastalardaki motor sonuçların prognozu kortikospinal traktus (CST)'un durumu ile yakından ilişkilidir. Difüzyon Tensör Görüntüleme (DTI), CST'nin durumunu ve beyaz cevher hasarını değerlendirmede üstün bir görüntüleme yöntemidir. Geleneksel tedavilerin aksine düşük maliyetli sanal gerçeklik oyunları tedavisi, sık tekrarlar sağlayan, motive edici ve eğlenceli bir tedavi yöntemidir. Bu çalışmanın amacı spastik diplejik SP'li hastalarda aktif video oyunlarının alt ekstremitte fonksiyonlarına etkisi ve DTI ile radyolojik progresyonun araştırılmasıdır.

Gereç-Yöntem: Çalışmaya 5-15 yaş aralığında 20 diplejik SP'li hasta dahil edildi. Hastalar randomize olarak 2 gruba ayrıldı: kontrol grubu A ve çalışma grubu B. İlk grup, (10 hasta) 6 hafta geleneksel fizyoterapi programına, ikinci grup (10 hasta) ise bu programa ilave olarak Xbox 360 Kinect ile sanal gerçeklik tedavisine alındı. Tüm hastaların tedavi öncesi ve sonrası demografik verileri, alt ekstremitte eklem hareket açıklığı (EHA) ve spastisite dereceleri, Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü-88 (KMFÖ-88), Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçütü (PFBÖ), Çocuklar için Yaşam Kalitesi Ölçeği (ÇİYKÖ) skorları kaydedildi. Radyolojik progresyonu araştırmak için tüm hastalara tedavi öncesi ve sonrası DTI çekildi. DTI parametrelerinden Fraksiyone Anizotropi (FA) ve Mean Difüzivite (MD) değerlendirildi.

Bulgular: Tedavi sonrasında her iki grupta EHA artmakla birlikte spastisite azalması oyun grubunda daha anlamlıydı. Her iki grubun tedavi sonrası KMFÖ-88 sonuçları benzer olmakla birlikte oyun grubunda ÇİYKO psikososyal skorları ve PFBÖ kendine bakım transfer

ve skorları anlamlı olarak artmıştı. DTI verileri değerlendirildiğinde tedavi sonrası oyun grubunda medullada FA değerinde anlamlı artış saptandı.

Sonuç: Konvansiyonel fizyoterapiye eklenen Kinect oyun teknolojisinin, spastisiteyi azaltmak ve EHA'nı arttırmak suretiyle transfer becerilerini geliştirerek hastaların alt ekstremite fonksiyonlarını iyileştirebileceği, hastanın psikososyal durumuna olumlu katkıda bulunabileceği ve CST'de FA'yı arttırmak suretiyle nöral plastisite gelişiminde etkili olabileceği bulunmuştur. Sanal gerçeklik oyun tedavisi, SP'li hastaların alt ekstremite rehabilitasyonunda ucuz, ulaşımı kolay ve hastanın kendi evinde kullanabileceği alternatif bir yöntem olarak kullanılabilir.

Anahtar kelimeler: Serebral palsi, sanal gerçeklik tedavisi, difüzyon tensör görüntüleme, nöronal plastisite

ABSTRACT

Comparison of Functional Effectiveness of Interactive Video Games and Radiological Progression using Diffusion Tensor Imaging (DTI) in Children with Cerebral Palsy.

Ali ŞAKALAR, MD

Specialty Thesis, Department of Physical Medicine and Rehabilitation

Objective: As well as movement disabilities and functional limitations are important problems in children with cerebral palsy, prognosis of the motor outcomes is closely related with corticospinal tract's (CST) status. Diffusion Tensor Imaging (DTI) is a superior imaging method to evaluate the CST's situation and white matter damage. Low-cost virtual reality gaming therapy, unlike traditional therapy, is motivating and funny method, also provides more repeats. The aim of present study is to compare the effect of active video games on lower extremity function in patients with spastic diplegic cerebral palsy and to investigate radiological progression using DTI.

Design: Twenty children with spastic diplegia (5-15 years) were included in this study. The children were randomly assigned into two groups: control group A and study group B. The first group (10 patients) received traditional rehabilitation program and group B (10 patients) received virtual reality therapy with Xbox 360 Kinect in addition to this program for 6 weeks. All patients' demographic data, lower extremity range of motion (ROM) and degree of spasticity, Gross Motor Function Measure-88 (GMFM-88), Functional Independence Measure for Children (WeeFIM), Pediatric Quality of Life Questionnaire (PedsQL) scores were recorded at beginning and after treatment. All patients underwent DTI at beginning and after treatment to investigate radiological progression. Fractional Anisotropy (FA) and Mean Diffusivity (MD) was analyzed in DTI meters.

Results: ROM has increased in both groups after treatment with spasticity reduction was significantly greater in group B. Both treatment groups had similar GMFM-88 results.

Psychosocial PedsQL scores, WeeFIM transfer and self-care scores were significantly increased in group B. FA values also were significantly increased in the medulla after game treatment in group B.

Conclusion: Kinect game technology may improve lower extremity function and develop transfer skills by increasing the ROM and reducing spasticity when used in combination with conventional physiotherapy. It may also contribute the patient's psychosocial situation positively and could be effective in neuronal plasticity development by increasing FA in CST. Virtual reality gaming therapy can be used as an alternative method on lower limb rehabilitation in patients with CP, because of its cheaper, accessible and domestic use features.

Key Words: Cerebral palsy, virtual reality therapy, diffusion tensor imaging, neuronal plasticity

1. GİRİŞ ve AMAÇ

Serebral Palsi (SP), immatür beyin prenatal, perinatal veya postnatal dönemde çeşitli nedenlerle etkilenmesi sonucu ortaya çıkan kalıcı fakat ilerleyici olmayan hareket, postür ve motor fonksiyon bozukluğu ile karakterize bir hastalıktır (1). Gelişmiş toplumlarda prevalansı 1000 canlı doğumda 2-3 civarındadır (2). Serebral palsi spastik, diskinetik, ataksik ve mikst olmak üzere 4 ana tipe sınıflandırılır. Spastik tip SP, kortikospinal traktusun (CST) disfonksiyonu sonucu kas tonusu artışı, hiperrefleksi ve primitif reflekslerin kalıcılığı ile karakterizedir (3). Spastik tip SP, etkilenen ekstremitenin durumuna göre spastik hemipleji, dipleji ve quadripleji gibi alt kategorilere ayrılır. Bunlardan spastik diplejide daha çok alt ekstremiteler etkilenmekle birlikte bilateral asimetrik spastisite bulunur (4,5). Bu hastalarda spastisite nedeniyle hareket güçlüğü, postür bozukluğu, kontraktürler, deformiteler gelişebilir ve fonksiyon kaybı olur (4,6).

SP rehabilitasyonunda genel amaçlar; anormal postürün düzeltilmesi, deformitelerin önlenmesi, üst-alt ekstremitelerin fonksiyonel kullanımının sağlanması, yürüme eğitimi olarak sıralanabilir. SP tedavisinde rehabilitasyon modaliteleri; fizyoterapi, ergoterapi, konuşma terapisi gibi geleneksel tedaviler ile robotik terapi, lokomotor terapi ve bilgisayar tabanlı rehabilitasyon sistemleri gibi yeni teknikler arasında geniş bir yelpazeye sahiptir (7).

Son yıllarda gelişen teknoloji ile birlikte oyun ve eğlenceyi rehabilitasyon tedavi programına ekleyen yeni teknikler geliştirilmiştir (8,9). Bilgisayar teknolojisi yardımıyla görsel, işitsel ve duyuşsal alanlarda geribildirim sağlayarak gerçek hayatı taklit eden sanal gerçeklik bunlardan biridir (10). Düşük maliyetli video konsol oyunları ile sanal gerçeklik, tedavi amacıyla rehabilitasyon süreçlerine dahil edilerek üst-alt ekstremit ve denge fonksiyonlarının gelişimine yönelik olarak tedavide kullanılmaktadır (11,12). Sanal gerçeklik oyunları tedavisi, kişilerin ilgi ve motivasyonlarını kullanarak görev odaklı yöntemlerle çalışma imkânı sunan, sık tekrarlar sağlaması nedeniyle motor öğrenmeyi destekleyen ve nöroplastisite gelişimine katkıda bulunan bir yöntemdir (12). SP'li hastalarda yapılan bazı çalışmalarda alt ekstremit ve denge fonksiyonlarını geliştirdiği gösterilmiştir (13-15). Bazı fonksiyonel MRG (fMRI) çalışmalarında ise sanal gerçeklik oyun tedavisi sonrası beyinde ilgili alanlarda aktivasyon artışları şeklinde nöroplastisite gelişimine yönelik radyolojik bulgular saptanmıştır (16,17).

CST distal ekstremitelerin hareketlerini kontrol eden en önemli yolak olmakla birlikte hastalardaki motor sonuçların prognozu CST'nin durumu ile yakından ilişkilidir (18,19). Difüzyon Tensör Görüntüleme (DTI), CST'nin durumunu ve beyaz cevher hasarını değerlendirmek amacıyla son yıllarda geliştirilmiş bir manyetik rezonans görüntüleme (MRG) tekniğidir (19,20). DTI, suyun difüzyon özelliklerinin miktarını belirleme konusundaki üstünlüğü nedeniyle nöral traktusların mikrostrüktürel yapısı hakkında bilgi sağlar (21). Motor fonksiyon bozukluğu olan SP'li hastalarda yapılan bazı çalışmalarda etkilenmiş CST'nin DTI parametrelerinin motor bozukluk şiddetiyle ilişkili olduğu gösterilmiştir (20,22,23). Yine bazı çalışmalarda SP'li hastalarda rehabilitasyon tedavisi sonrasında DTI parametrelerinde FA (fraksiyone anizotropi) artışı gibi beyin reorganizasyonu ile korele olabilecek anlamlı değişiklikler saptanmıştır (24,25).

Bildiğimiz kadarıyla literatürde SP'li hastalarda sanal gerçeklik tabanlı aktif video oyunlarının alt ekstremite fonksiyonlarına etkisini ve tedavi sonrası beyin reorganizasyonuna yönelik değişiklikleri DTI ile araştıran bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle bu çalışmada spastik diplejik SP'li hastalarda aktif video oyunlarının alt ekstremite fonksiyonlarına etkisi ve DTI ile radyolojik progresyonun araştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tanım

Serebral Palsi (SP); gelişmeye devam eden fetal veya infant beyinde oluşan ilerleyici olmayan bir hasara bağlı olarak ortaya çıkan, aktivite kısıtlılığına sebep olan, hareket ve duruş bozukluğu görülen bir grup kalıcı yetersizlik tablosudur (1). Hastalığın ana bulgusunun motor işlev kaybı olmasına rağmen var olan patoloji, beynin diğer kısımlarını da etkilediği için motor bozukluğa genellikle işitsel, görsel, bilişsel, algılama ve davranış bozuklukları ve epilepsi eşlik eder (26).

SP tablosu doğum öncesinde, doğum sırasında ve doğum sonrası erken dönemde oluşan beyin hasarlarında ortaya çıkabilir. Beynin en hızlı geliştiği dönem ilk 3 yaş olarak kabul edilmekle birlikte bu dönemde beyin hasarında ortaya çıkan nörolojik bozukluklar SP için karakteristiktir. SP tanısı için genellikle seçilen üst sınır ise 5-6 yaştır (27).

2.2. Tarihçe

Serebral palsy (SP) ilk kez 1862'de bir İngiliz Ortopedist olan Dr. William James Little tarafından prematürite ve doğum komplikasyonlarına bağlı "spastik rijidite" olarak tanımlanmış ve Little hastalığı olarak adlandırılmıştır (4). Serebral palsy terimi ise ilk olarak 1888 yılında William Osler tarafından kullanılmıştır (29). 19. yüzyıl sonlarında Sigmund Freud ise SP'nin, zor doğuma neden olan prenatal kaynaklı sorunların bir semptomu olduğunu savunmuştur (30). 1964 yılında Bax tarafından yapılan "immatür beyin bir lezyonu ya da defektine bağlı olarak ortaya çıkan hareket ve postür bozukluğu" şeklindeki tanımlama halen klasik ve en sık kullanılan tanımlamadır. 21. yüzyıl başlarında nörolojik görüntüleme tekniklerinin gelişmesi ve hastalık patofizyolojisindeki yeni bilgiler ışığında yeniden tanımlanma ihtiyacı duyulmuş ve bu amaçla 2004 yılında Kanada, ABD ve Avrupa ülkelerinden gelen katılımcılar Uluslararası Serebral Palsi Tanım ve Sınıflama Çalıştayı'nda bir araya gelmiştir (31).

2.3. Epidemiyoloji

Serebral palsi, çocukluk döneminde en sık karşılaşılan gelişimsel hareket ve motor bozukluğudur. Gelişmiş ülkelerdeki SP insidansı her 1000 canlı doğumda 2-3 arasında bulunmuştur (2). Himmelman'ın yaptığı bir çalışmada ise SP prevalansı her 1000 canlı doğumda 2.18 olarak bulunmuştur (32). Ülkemizde ise 2006 yılında yapılan bir çalışmada 2-16 yaş aralığındaki SP prevalansı her 1000 canlı doğumda 4.4 olarak saptanmıştır (33). SP prevalansı çok düşük doğum ağırlığına sahip prematür bebeklerde daha da artmaktadır ve miadında doğan bebeklere göre daha yüksek risk taşımaktadır (34).

2.4. Etiyoloji Ve Risk Faktörleri

SP'ye neden olan beyin hasarı prenatal, perinatal veya postnatal dönemde meydana gelebilir. SP'li hastaların yaklaşık %40'ında hastalık nedeni bilinmemektedir. Değişik zamanlarda oluşan faktörlerin SP için daha sonradan risk faktörü olarak ortaya çıktığı düşünülmektedir (35). Risk faktörü sayısı arttıkça SP gelişme riski de artmaktadır (36). SP'li hastaların yaklaşık olarak %70-80'inde prenatal risk faktörleri ön plandadır (4,37). Düşük doğum ağırlığı ve preterm doğum en sık görülen risk faktörleri olarak ortaya çıkmaktadır (38). Bir diğer önemli sayılabilecek risk faktörü ise doğum asfiksisi (39).

Avustralya'da yapılan bir çalışmada SP'li hastaların %78'inde prematürite, %34'ünde intrauterin gelişme geriliği, %28'inde intrauterin enfeksiyon, %27'sinde antepartum kanama, %21'inde ciddi plasental patoloji ve %20'sinde ise çoğul gebelik olduğu bulunmuştur (40). 625 SP'li çocuğun dahil edildiği ülkemizde yapılan diğer bir çalışmada ise hastalık risk faktörleri incelenmiş ve en sık görülen risk faktörü olarak düşük doğum ağırlığı (≤ 2500 g) olduğu belirtilmiştir (%45,1). Öne çıkan diğer risk faktörleri olarak prematürite (%40,5), doğum asfiksisi (%34,6), maternal hastalıklar (%27) bulunmuştur. SP'li çocukların %21'inde etyolojik faktör saptanmazken %62,5'inde birden fazla faktör saptanmıştır (41).

Çok düşük doğum ağırlığına sahip bebeklerde (<1500 gr), periventriküler hemorajik infarkt görülme insidansı artar. Kanamanın genişlemesi neticesinde lateral ventriküllere komşu olan beyaz cevherde simetrik nekroz şeklinde ortaya çıkan periventriküler lökomalazi (PVL) gelişebilir. PVL, SP'nin prematür yenidoğanlardaki en önemli belirleyicisi olarak kabul edilmektedir (42,43). Tablo-1'de SP'nin risk faktörleri gösterilmiştir (44,45).

Tablo-1: Serebral Palside Prenatal, Perinatal Ve Postnatal Risk Faktörleri.

Prenatal	Perinatal	Postnatal
<ul style="list-style-type: none">-İntrauterin enfeksiyonlar-Kanama-Servikal yetmezlik-Çoğul gebelik-Serebral disgenezi-Plesantal anomaliler-Damar içi pıhtılaşması-Preeklampsi-Toksik ve teratojen ilaç kullanımı-Maternal hastalıklar-Akraba evliliği	<ul style="list-style-type: none">-Prematürelilik-Düşük doğum ağırlığı-Plesanta previa-Ablyasyo plesanta-Anormal prezentasyon-Kordon dolanması-Plesanta infarktı-Korioamniotis-Erken membran rüptürü-Düşük Apgar skoru-Travma-Enfeksiyon-Hiperbilirubinemi-İntrakraniyal kanama	<ul style="list-style-type: none">-Hipoksik iskemik ensefalopati-İntrakraniyal kanama-Polisitemi-Santral sinir sistemi enfeksiyonu-Hipoglisemi-Koagülopati-Tekrarlayan konvulziyonlar-Travma

2.5. Patogenez

Serebral palsy, beyin korteksindeki üst motor nöronların (1. nöron) hasarlanması sonucu gelişmektedir. Üst motor nöronların istemli hareketi başlatma görevi olmakla birlikte spinal kord ön boynuzundaki alt motor nöron (2. nöron) fonksiyonlarını (refleks arkı, propriosepsiyon gibi) dengede tutmak için baskılayıcı görevi de mevcuttur. Üst motor nöronlarda bir hasar olduğu takdirde bu baskılama görevi azalmakta ve kortikospinal ve retikülospinal yollarla beyin korteksinden gelen uyarılar giderek zayıflamaktadır. Bunun neticesinde kas kontrolü bozulmaktadır. Aynı zamanda retikülospinal yollarla aşağıya inen baskılayıcı uyarıların olmaması, alfa ve gama motor nöronların aşırı derecede uyarılmasına ve neticede kas tonusunun artmasına neden olmaktadır. Üst ve alt motor nöronlardaki bu dengenin bozulması sonucu klinikte baskılama bozukluğu, hiperaktivite, hipoaktivite ve otoregülasyon bozukluğu şeklinde geniş klinik bulgular karşımıza çıkmaktadır (45).

Serebral palsy patogenezinde en önemli etkenlerin iskemi ve hipoksi olduğu çalışmalarda saptanmıştır. Dokulardaki oksijen miktarındaki azalma hipoksi, kanlanma miktarındaki azalma ise iskemi olarak adlandırılmaktadır. Hipoksik iskemik ensefalopati

(HİE) ise bu iki faktörün bir arada bulunmasıyla ortaya çıkan, santral sinir sisteminin (SSS) nöropatolojik olarak hasarlanmasına neden olan bir durum olarak belirtilmektedir (4,5,45).

SP'de serebral iske mi sonrası oksijen ve enerji yapımı için kullanılabilir maddeler azalmakta, toksik maddeler ortamd an uzaklaştırılmadığından hücre düzeyinde hipoksi oluşmaktadır. İske mi ile hipoksinin süresine ve şiddetine ba ğlı olarak, prematür ve miadında doğan bebeklerde ortaya çıkan beyin hasarında farklılıklar görülmüştür. Bunun nedeni olarak, prematür bebeklerdeki periventriküler beyaz cevherin, miadında doğan bebeklerde ise serebral korteks, bazal ganglion, hippocampus ve beyin sapı gibi nöron açısından zengin yapıların hipoksiye daha duyarlı olmaları gösterilmiştir. (45)

HİE yaşa ve hipoksinin derecesine göre başlıca 5 tipte beyin hasarına neden olur:

1-Parasagittal Serebral Hasar: Serebral konveksitelerin süperomedial ve posterior bilateral beyaz cevher hasarı sonrası görülmekle birlikte en sık görüldüğü klinik tablo spastik quadriplejidir.

2-Periventriküler Lökomalazi: Lateral ventriküllerin dış bölümünün bilateral beyaz cevher hasarıdır. Centrum semiovale, optik ve akustik radyasyonlar etkilenir. Klinikte uzun dönemde spastik dipelji ve spastik quadripleji şeklinde görülmekle birlikte görme bozukluğu ve kognitif bozukluk da eşlik eder.

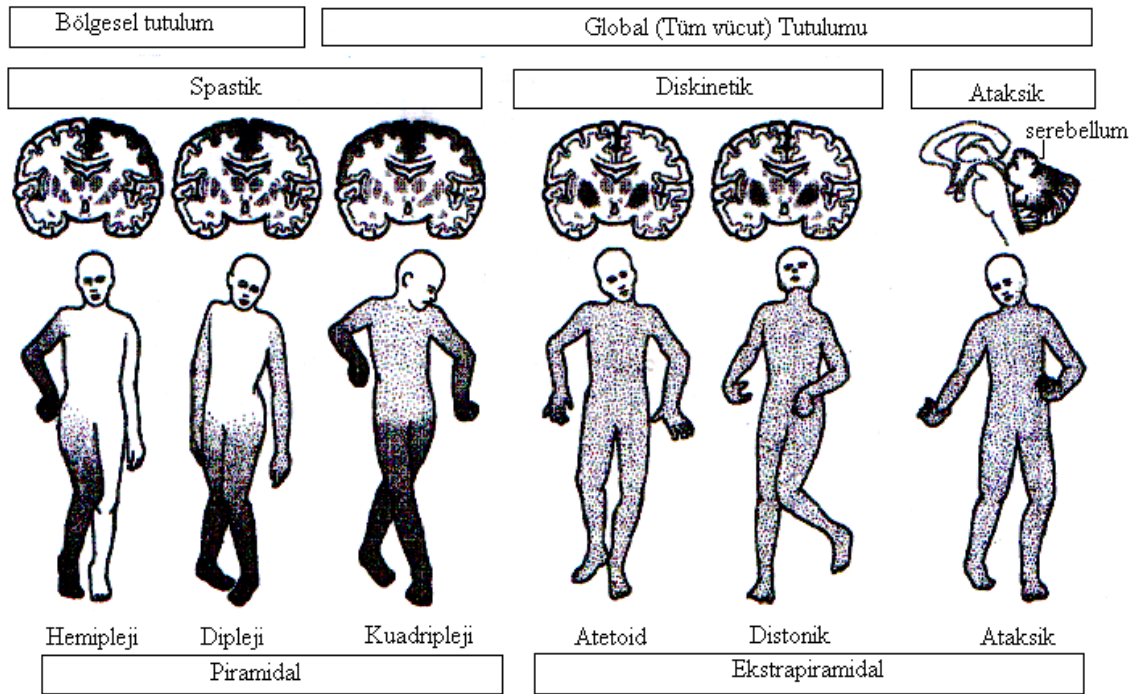
3-Fokal Ve Multifokal İskemik Beyin Nekrozu: Vasküler dağılımdaki enfarkta ba ğlı olarak tüm hücresel elemanlar hasarlanmıştır. Genellikle orta serebral arter etkilenmekle birlikte klinikte spastik hemipleji, spastik quadripleji ve epileptik nöbetler şeklinde karşımıza çıkmaktadır.

4-Status Marmoratus: Bazal ganglionların hasarlandığı nadir bir tablodur. Klinikte koreatetoz şeklinde görülür.

5-Selektif Nöronal Nekroz: Spesifik bazı nöronlarda hasar oluşması sonucu klinikte uzun dönemde mental retardasyon ve epileptik nöbetler şeklinde görülür (45-47).

2.6. Sınıflandırma

Serebral palsi tanımı çok geniş bir klinik prezentasyon ve değişik seviyelerde hareket kısıtlamaları içerdiğinden SP'li olguların belirli grup ya da sınıflarda kategorize edilmesi ihtiyacı duyulmuştur. Geleneksel SP sınıflandırmasına bakıldığında etkilenen vücut kısımlarının dağılımına (hemipleji, dipleji, kuadripleji) ya da baskın olan tonus ve hareket bozukluğuna (spastik, ataksik) göre sınıflandırma yapıldığı görülmektedir (4,5,37,48) (Şekil 1).



Şekil-1: Serebral Palsi sınıflandırması (27).

2006 yılında yapılan uluslararası katılımlı bir toplantıda SP sınıflandırmasının; motor anormallikler (motor bozukluğun tipi ve özelliği, fonksiyonel motor yetenekler), eşlik eden bozukluklar, anatomik ve nörolojik görüntüleme bulguları (anatomik dağılım, radyolojik görüntüleme bulguları), neden ve zamanlama bölümleri adı altında 4 ana başlıkta toplanması kararlaştırılmıştır ve yeni sınıflandırmanın bu bileşkenleri içermesi gerektiği savunulmuştur (1,31,49,50).

Bethesda’da yapılan çalıştayın sonuçlarına ve de Avrupa SP Araştırma Grubu (Surveillance of Cerebral Palsy in Europe=SCPE)’ye göre yapılan bu yeni SP sınıflaması ise Tablo-2’de gösterilmiştir. Bu sınıflandırmaya göre SP; spastik tip (bilateral ve unilateral), diskinetik tip (koreatetoik ve distonik), ataksik tip ve bileşik tip şeklinde sınıflandırılmaktadır (51).

Tablo-2: SCPE’ye göre yapılan yeni SP sınıflandırması.

Spastik	Diskinetik	Ataksik	Bileşik
Bilateral Unilateral	Distonik Koreatetoik		

SCPE’nin yaklaşımına göre, SP tipini belirlemede ilk olarak yaygın hipotoninin olup olmadığına bakılmalıdır. Eğer yaygın hipotoni mevcutsa ve ataksi de eşlik ediyorsa **ataksik tip SP** olarak sınıflandırılmaktadır. Yaygın hipotoni bulunmuyorsa bir ya da daha fazla ekstremitede kas tonusunda artışın olup olmadığına bakılmalıdır. Eğer kas tonusundaki artış, vücudun her iki tarafında ise **bilateral spastik tip SP**, tek tarafında ise **unilateral spastik tip SP** olarak adlandırılmaktadır. Ancak ekstremitelerdeki tonus değişkenlik arz ediyorsa **diskinetik tip SP** olarak sınıflandırılmaktadır. Diskinetik tip SP ise, kas tonusunda artış ile hareketlerde azalma meydana gelen **distonik tip SP** ve kas tonusunda azalma ile hareketlerde artış meydana gelen **koreatetoid tip SP** olmak üzere iki gruba sınıflandırılmaktadır. Spastisiteye, diskinezi ve/veya ataksi eşlik ediyorsa **mikst tip SP** olarak adlandırılmaktadır (48,52).

SP sınıflandırmasındaki bu gelişmelere rağmen, klinik pratikte dipleji ve kuadripleji terimleri hala çok tercih edilmektedir. Bu nedenle SP’nin temel tiplerinin ve alt gruplarının bulunduğu geleneksel sınıflandırmadan biraz bahsetmek gerekir.

2.7. Serebral Palsinin Klinik Tipleri

2.7.1. Spastik Tip SP

Spastisite, agonist ve antagonist kas grupları arasında eş zamanlı kasılmalar nedeniyle ekstremitenin pasif harekete karşı ortaya koyduğu fizyolojik direncin artmasıdır. Spastik tip, SP’nin en sık görülen şekli olmakla birlikte SP’li çocukların yaklaşık olarak %80’ini

oluşturmaktadır (5,48). Klinik bulgular arasında kas tonusunda artış, reflekslerin artışı, babinski cevabı pozitifliği, klonus ön plandadır. Spastisite nedeniyle eklem hareket açıklığında azalma ve ileri dönemde eklem kontraktürleri ve dislokasyonlar da gelişebilmektedir. Spastik tip SP, etkilenen vücut kısmına göre hemipleji, dipleji, kuadripleji olarak alt gruplara sınıflandırılmaktadır (4,5,53). Spastik SP'li hastaların yaklaşık %90'ını hemipleji, eşit oranda dipleji ve kuadriplejili hastalar oluşturmakla birlikte diğer %10'luk kısmını ise tripleji ve monoplejiler oluşturur (35).

Spastik hemiplejik hastalarda vücudun özellikle bir tarafındaki üst ve alt ekstremitelerde daha fazla etkilenmekle birlikte, karşı taraf daha az etkilenmiştir ancak tamamen normal değildir. Etkilenen taraftaki bir ekstremitede tutulumu çok hafifse monoplejik izlenim görülebilir. Sağ taraf sol tarafa göre, üst ekstremitede ise alt ekstremiteye göre daha sık etkilenmektedir. Hemiplejik SP'li hastaların çoğu fizyoterapinin de yardımıyla ortalama 1-3 yaşlar arasında yürüyebilmektedirler (6,54,55).

Spastik diplejik hastalarda bütün ekstremitelerde de etkilenme mevcut olup bacaklar kollardan daha fazla etkilenmiştir. Bu tip, miadından önce doğan bebeklerde spastik SP'nin en sık görülen tipi olmakla birlikte genellikle prematürite eşlik etmektedir. Yapılan çalışmalar MRG'de PVL'nin tipik bulgu olarak ortaya çıktığını, lateral ventrikül komşuluğundaki beyaz cevherde iskemi meydana geldiğini ortaya koymuştur. Hastaların büyük çoğunluğu yaklaşık 4-7 yaşlar arasında yürüyebilmektedir. Etkilenmenin hafif olduğu hastalar ayak bileğindeki kaslarda tonus artışından dolayı ayakta dorsifleksiyon yapmada zorluk ve buna bağlı olarak da parmak ucu yürüyüş ile kliniğe başvurmaktadırlar. Kalça ve dizde fleksiyon deformitelerine sık rastlanmaktadır. Üst ekstremitelerden birinin çok hafif etkilenmesi sonucu triplejik izlenimi verebilmektedirler. Spastik dipleji mevcut olan hastalar ayakta durmaya başladığında sıklıkla kalçalar fleksiyon, addüksiyon, iç rotasyonda; dizler fleksiyon veya tamamen ekstansiyonda; ayak ise ekin ve valgus veya varus pozisyonunda bulunmaktadır. Bunlardan en sık ekin ile birlikte olan valgus ve eversiyon ayağı ile klinikte karşılaşılmaktadır (6,45,56).

Her dört ekstremitede etkilenme mevcut olan spastik SP'li hastalar, iki taraflı hemipleji ve kuadripleji şeklinde sınıflandırılmakta olup, iki taraflı hemiplejik hastalarda kolların bacaklardan, kuadriplejik hastalarda ise bacakların kollardan biraz daha fazla etkilendiği görülmüştür. Az da olsa diskinezi de eşlik ettiği için kontraktür ve deformiteler

daha sık görülmektedir. Hastaların birçoğunda baş tutma kontrolü ve oturma dengesi gelişmemiş olup yürüyebilmeleri çok zordur (45,55,57).

2.7.2. Diskinetik Tip SP

Diskinetik tip SP, ekstrapiramidal etkilenme sonucu ortaya çıkan hareket paternleri ile karakterizedir. Tüm SP'li hastaların yaklaşık %15'ini oluşturmaktadır. Konuşma bozukluğu, yutma güçlüğü ve ağızdan salya akması eşlik etmekle birlikte sensorinöral tipte işitme kaybına bağlı iletişim bozukluğu nedeniyle hastalar mental retarde sanılsa da genel olarak mental etkilenme yoktur (58). Kontrolsüz, istem dışı, tekrarlayıcı paternde ve bazen de stereotipik hareketler görülebilir. Diskinetik tip SP'de primitif refleksler daha belirgindir ve kas tonusu değişkenlik göstermektedir. Uyurken kas tonusu normaldir ve istemsiz hareketler yoktur. Derin tendon refleksleri normal veya hafif artmış saptanabilir (45).

Distonik tip SP'de anormal duruş ve hipertoni tablosu ağırlıktadır. Anormal hareketler içerisinde istemsiz veya çarpıtılmış istemli hareketler, uzun süren kas kasılmalarına bağlı yavaş rotasyon, ekstansiyon veya fleksiyon gibi hareketler sayılabilir (59). Distonik SP daha çok perinatal asfiksi gelişmiş düşük doğum ağırlığına sahip bebeklerde görülür. Bu hastalarda beyin korteksi ve bazal ganglionlar birlikte etkilenmiştir (8).

Koreoatetoid tip SP'de atetoz ve koreiform hareketler birarada olmakla birlikte daha çok asfiktik ve hiperbilirubinemiye bağlı ensefalopati gelişen prematürelde görülür. Koreoatetoid istemsiz hareketler ve yüz kaslarındaki koordinasyon bozukluğu nedeniyle mimiklerde anormallikler gözlenir. Dudaklar, dil, damak ve solunum kaslarındaki koordinasyon sorunu nedeniyle konuşma problemleri, salya akması ve yutma zorluğu gibi durumlar görülebilir. Hastaların yaklaşık %50'si, 4 yaşından önce yürür ve mental durum genellikle etkilenmemiştir (60).

2.7.3. Ataksik Tip SP

Ataksik tip SP, motor fonksiyon bozukluğuna serebellar etkilenmenin de eşlik ettiği SP tipidir. Ataksik tip SP'nin görülme oranının yaklaşık olarak %5 olduğu bildirilmiştir (53). Klinik bulgular arasında hipotoni, oturma sırasında ataksi, dismetri ve kaba hareketlerde koordinasyon bozukluğu bulunmaktadır (5). Mental etkilenme olmamakla birlikte bu

hastalarda hipotoni, nistagmus ve tremor sıklıkla tabloya eşlik eder ve genellikle derin tendon refleksleri doğal olarak saptanır (45).

2.7.4. Mikst Tip SP

Mikst tip SP'de spastik ve ekstrapiramidal bulgular bir arada bulunmaktadır ve genellikle spastik dipleji ile atetoz birlikteliği mevcuttur (6,61).

2.8 Serebral Palsiye Eşlik Eden Problemler

a) Epilepsi: SP'li hastaların yaklaşık %45'inde epileptik nöbet ortaya çıkabilir. Postnatal hemiplejik SP'de %70, konjenital hemiplejide %50 ve kuadriplejik SP'de %50 oranında görülür. Diplejik ve diskinetik SP'li hastalarda daha nadirdir (%25-33). Parsiyel epilepsiler en sık görülen tip olarak öne çıkar. Bilişsel bozukluğu olan hastalarda epilepsi daha sık olarak görülmektedir (42,43,62,63).

b) Bilişsel Bozukluklar: SP'de hafıza, dil, problem çözme ve dikkat gibi yüksek kortikal fonksiyonlar etkilenenlikle birlikte mental retardasyon prevalansı yaklaşık %40'dır (43,62). Motor bozukluğun seviyesi arttıkça mental etkilenme riski artmaktadır (50). Algısal beceriler konusunda değerlendirme yapmadan önce işitme kaybı kontrol edilmelidir (42).

c) İletişim Sorunları: SP'li hastalar ses oluşturmada ve artikülasyonda sorun yaşarlar. Solunum kaslarının etkilenmesinden dolayı nefes kontrolü, laringeal kasların etkilenmesinden dolayı fonasyonda zorluklar, oromotor bozukluk nedeniyle artikülasyon sorunları iletişim problemlerine katkıda bulunur (45).

d) Görsel Bozukluklar: SP'de göz bulguların en çok görüldüğü tip spastik diplejik tip olarak bildirilmiştir (64,65). Kaslardaki problemler; esotropia, ekzotropia veya hiperopiaya neden olmakla birlikte sekonder ambliyopi gelişebilir. Homonim hemianopsi, hemiplejik SP'li hastalarda; nistagmus ataksik SP'li hastalarda sıktır. Miadından önce doğan bebeklerde prematürite retinopatisi de olabilir (42).

e) İşitsel Bozukluklar: Ototoksik ilaç maruziyeti, hiperbilirubinemi veya intrauterin dönemde geçirilmiş TORCH (toksoplazma, rubella, sitomegalovirus, herpes virus) enfeksiyonu sonucu işitme bozuklukları görülebilir. Sıklıkla sensorinöral tip işitme kaybı gözlenir (43). Fark edilmediği takdirde işitme kaybının dil gelişimini etkileyebilmesi nedeniyle nörogelişimsel bozukluğu olan tüm çocuklara doğum sonrasında bir odyolog tarafından işitme testleri yapılmalıdır (62).

f) Gastrointestinal Sistem Sorunları: Gastrointestinal sistem (GİS) problemleri SP'li çocukların %80-90'ında görülen önemli kronik bir problem olarak ortaya çıkmaktadır (66). Çoğu SP'li hasta motor sorunlardan dolayı yiyeceğe ulaşma ve yemeğini ağzına götürmede sorun yaşadığından beslenme konusunda birisinin yardımına ihtiyaç duymaktadırlar. Yine konuşma problemi olan bu hastalar acıktığını veya yiyecek tercihini anlatmakta da zorlanırlar. Nörolojik gelişimdeki bozukluklar ağız kasların çalışmasını ve yutma işlevini bozmaktadır. Spastisite, nörojenik mesane ve epilepsi için kullanılan ilaçların antikolinergik ve diğer yan etkileri de GİS motilitesini ve iştahı etkilemektedir (67). Yutma güçlüğü, gastroözofagealreflü hastalığı, kronik pulmoner aspirasyon epizodları, regürjitasyon ve kusma, abdominal ağrı, kronik konstipasyon gibi sorunlar, beslenme problemlerine yol açarak büyüme ve gelişmeyi olumsuz etkilemektedir (66–69).

g) Oral Motor Fonksiyon Problemleri: Dudak, dil, çiğneme kasları ve yüzdeki kaslardaki güçsüzlüğe ve koordinasyon bozukluğu nedeniyle oluşan; emmede güçlük, hiperaktif öğürme refleksi, inkomplet dudak kapanması, havayolunun korunmasında güçlükler, salya akıtma, yutma güçlüğü ve konuşma bozukluğu gibi oromotor fonksiyon bozuklukları görülebilmektedir (43,67–69).

h) Disfaji: Yutma fonksiyonu, birçok kas grubunun zamanında ve birlikte çalışmasının ve otonom sinir sistemi uyarısının gerektiği karmaşık bir iştir. Yutmanın oral hazırlama, oral transport, faringeal transfer ve özofageal transport gibi bazı fazları mevcuttur. Hipotoni nedeniyle dil lateralizasyonunun olmayışı veya gecikmesi, persistan dil itme veya dilin geri çekilmesi, dudakların yetersiz kapanması, çiğneme hareketlerindeki yetersizlik gibi nedenlerden dolayı oral hazırlama ve oral transport fazı etkilenmektedir (66). 166 SP'li hastanın dahil edildiği bir çalışmada hastaların %99'unun hafif, orta yada ciddi yutma güçlüğü olduğu belirtilmiştir. Motor bozukluğun şiddeti ile yutma güçlüğü arasında doğru orantı saptanmıştır (69).

i) Osteoporoz: Yürümede kısıtlılık, beslenme problemlerinden dolayı kalsiyum ve D vitamini yetersiz alımı, önceden kırık öyküsü varlığı, antikonvülzan tedavi, vücut yağ oranının ve kemik mineral yoğunluğunun düşüklüğü ile ilişkilendirilmektedir (70).

j) Üriner Semptomlar: SP'li hastalar üriner sistem sorunları açısından yüksek risk altında bulunmaktadır. İnkontinans, “urgency” (acil miksiyon hissi), “frequency” (sık idrara çıkma), miksiyonu başlatma güçlüğü, üriner retansiyon (miksiyondan sonra rezidü idrar kalması), sistit ve piyelonefrit gibi üriner enfeksiyonlar bu problemlerin en önemlileri arasında sayılabilir (42,62). Bu sorunların meydana gelmesinde mobilitenin yetersizliğinin, iletişim ozukluğunun ve bilişsel işlevlerin azalmasının da etkisi bulunmaktadır (6,72). Birçok SP'li hastada hiperrefleksi veya aşırı aktif detrüör kası nedeniyle mesane kapasitesi azalmıştır, urgency, frequency ve inkontinans bulunmaktadır. Detrüör-sfinkter dissinerjisi mevcutsa bunun neticesinde vezikoüreteral reflü (VUR) görülebilir. Uzamış ve sık görülen vezikoüreteral reflü epizodları hidroüreter ve hidronefroza yol açmakla birlikte, mesaneden bakteri reflüsü gelişmesine bağlı böbrek enfeksiyonlarına neden olabilir (62).

k) Kas-iskelet Sistemi Bozuklukları: Spastik tip SP'de motor bozukluklar nedeniyle kas-iskelet sistemi bozukluklarına sık rastlanılmaktadır. Ekstremitelerde asimetrik lineer büyüme saptanabilir (73). Bu hastalardaki artmış spastisite kontraktürlere, kalça dislokasyonuna, skolyoza ve de lordoza neden olabilmektedir (74). Tetraplejik hastaların %75'inde kalça subluksasyonu, %73'ünde kontraktürler, %72'sinde skolyoz mevcuttur (75).

2.9. Serebral Palsili Çocuğun Değerlendirilmesi

SP'li hasta değerlendirilirken hedeflenen amaçlar, SP'nin çocukluk dönemi ilerleyici nörolojik hastalıklardan ayırımını yapabilmek, tutulum tipini belirlemek, fonksiyonel durumu ve gelişebilecek ikincil deformiteleri değerlendirebilmek, hastanın gereksinimlerini belirleyerek bireysel tedavi planı oluşturabilmektir (6). Değerlendirme öncesi oyuncak gibi materyallerle hastanın ve ailesinin güvenini kazanarak hastanın korkularını ve endişelerini azaltacak şekilde muayeneye başlanmalı ve hasta anne kucağında veya sandalyede, yerde sürünürken, eğer mümkünse de yürürken gözlenmelidir (6,76).

2.9.1. Anamnez

Anamnezde etiyolojik risk faktörleri, erken gelişim basamaklarında geriliğin olup olmaması ve dejeneratif bir sürecin olup olmaması mutlaka sorgulanmalıdır. Kaba motor ve ince motor gelişim basamakları zamanları (baş tutma, destekli ve desteksiz oturma, dönme, emekleme, diz üstü denge, diz üstü adım alma, ayakta durma, sıralama, yürüme, elin ağza götürülmesi, elden ele oyuncak geçirme vb.), beslenme, giyinme, tuvalet alışkanlığı, konuşma, işitme, görme, mental durum, salya akıtma, nöbetler, aldığı tedaviler detaylı bir şekilde sorgulanmalıdır. Bebeğin normal nörolojik gelişim sürecine göre geri olup olmadığı kontrol edilmelidir (5,77).

2.9.2. Nörolojik Muayene

Nöromüsküler sistemin incelenmesi genel olarak refleks testleri, tonus, aktif hareket, koordinasyon ve kas gücü değerlendirilmesini kapsamaktadır. SP'li hastanın nörolojik değerlendirmesinde motor gelişimde gerilik saptanması, primitif reflekslerin beklenenden uzun süre devam etmesi, postür ve tonus değişiklikleri tanısal açıdan önemlilik azetmektedir (5).

a.Motor gelişim: Yenidoğan döneminde bebeğin hareketleri çoğunlukla reflekslere bağlıdır. Yutkunma ile koordinasyon gösteren güçlü bir emme yeteneği mevcuttur. Genel anlamda fleksör tonus hakimiyeti bulunmaktadır. Aktif hareketler jeneralize olmakla birlikte simetriktir. Moro refleksi, palmar ve plantar yakalama ve tonik boyun refleksi gibi primitif refleksler mevcuttur (5).

Normal bir nörolojik gelişimde;

- 3. aydan itibaren fleksör tonus azalmaya başlayarak baş tutma kontrolü gelişir. İstemli kavrama gerçekleşir.
- 6. aydan itibaren yüzüstünden sırtüstüne dönebilir. Ellerinden ve ön kollarından destek alarak kısa süreli oturabilir. Artık primitif refleksler kaybolmuştur.
- 9. aydan itibaren desteksiz oturma gelişmeye başlar, resiprokal emekleyebilir. Başparmak opozisyonunun gelişmesiyle elleriyle yemek yiyebilir.
- 1 yaşındaki çocuk biri elinden tutarsa yürüyebilir.

- 18. ayda acemice koşar, alçak iskemleye oturabilir, biri elinden tutarsa merdiven çıkabilir. Üç küpü üst üste koyabilir.

- 2 yaşında artık rahatça koşar, tek ayağını koyarak bağımsız merdiven inip çıkabilir.

- 2 yaşından sonra artık motor hareketlerde iyice ustalaşır.

SP'de yukarıda bahsedilen nörolojik gelişim sürecinde gerilik bulunmaktadır (5,76,78).

b.Primitif refleksler: SP'li hastalarda primitif reflekslerin sürekliliği veya kaybolmasının gecikmesi ayrıca postural reaksiyonların beklenen zamanda gelişmeye başlamaması görülebilmektedir. Doğum başlangıcında ortaya çıkan primitif reflekslerin beklenen sürede kaybolmaması anormal bir durumdur ve SSS matürasyonunun geciktiğini göstermektedir (53,77).

Yenidoğanda görülen primitif refleksler ve kaybolma zamanları Tablo-3'te gösterilmiştir (27).

Tablo-3: Primitif Refleksler ve Kaybolma Zamanları (27).

Primitif Refleksler	Kaybolma Zamanı	
Kutanöz/Segmental refleksler	Palmar yakalama refleksi	4. ay
	Plantar yakalama refleksi	10. ay
	Gallant refleksi	4. ay
Labirintin refleksler	Tonik labirent refleksi	4. ay
Proprioseptif/Tonik boyun	Simetrik tonik boyun refleksi	6. ay
	Asimetrik tonik boyun refleksi	6. ay
Multimodal/Noxious	Moro refleksi	4. ay

c.Kas tonusu: SP'li hastalarda erken dönemde genellikle yaygın hipotoni görülürken, ilerleyen süreçte kas tonusunda artış görülmektedir. Kas tonusunda hıza bağlı olarak ortaya çıkan artış spastisite olarak isimlendirilir. Spastisitenin değerlendirilmesinde kullanılan Ashworth skalası ise 1964 yılında tanımlanmış ve 1987 yılında modifiye edilmiştir (79). Kas tonusu, modifiye Ashworth skalası ile toplam 6 seviyede (seviye 0, 1, 1+, 2, 3, 4) değerlendirilmektedir (Tablo-4) (80,81).

Tablo-4: Modifiye Ashworth Skalası.

Tanımlama	Derece
Kas tonusunda artış yok	0 (0)
Kas tonusunda hafif artış (Eklem hareket açıklığı (EHA) sırasında minimal direnç)	1 (1)
Kas tonusunda hafif artış (EHA'nın yarısından azı boyunca minimal direnç)	1+ (2)
EHA'nın çoğunluğunda daha belirgin artış, eklem kolaylıkla hareket ettirilir	2 (3)
Kas tonusunda belirgin artış, pasif hareket zordur	3 (4)
Eklem fleksiyonda veya ekstansiyonda rijittir	4 (5)

d.İstemsiz hareketler: Atetoz, distoni, kore, tremor, ataksi gibi istemsiz hareketlerin olup olmadığı sorgulanmaktadır (4,5).

2.9.3. Kas-İskelet Sistemi Muayenesi

Durağan değerlendirmede her bir eklem tek tek pasif eklem hareket açıklığı (EHA) ve tonus açısından ele alınmakla birlikte deformite ve kontraktür varlığına bakılır. Oturur pozisyonda postür değerlendirilir. Dinamik değerlendirmede ise hareket, fonksiyon ve yürüyüş gözlemlenir ve yürüme esnasında yine postür değerlendirilebilir (43). Muayene sırasında yumuşak hareketler yapılmazsa birden gerilen kasta spastisite artabileceğinden dikkatli olunmalıdır (45).

2.9.3.1. Omurga Muayenesi

SP'li hastalardaki deformiteler duruşa bağlı veya yapısal kaynaklı olabilir. Yürüyemeyen hastada oturur pozisyonda, yürüyebilen hastada ise ayakta durma veya eğilme suretiyle skolyoz ve kifoz varlığı araştırılır. Ekstremiteler uzunluk farkları ve kontraktürlerin de omurgada asimetriye neden olabileceği akılda tutulmalıdır. Oturma dengesi gelişmemiş çocuklarda torakolomber kifoz, hamstring kontraktürü olan çocuklarda lomber kifoz, kalça fleksiyon kontraktürü olan çocuklarda lomber hiperlordoz sık görülen omurga bozukluklarıdır (58,82).

2.9.3.2. Üst ekstremiteler muayenesi

Muayenede ilk olarak çocuğun spontan olarak üst ekstremitelerini nasıl kullandığı gözlemlenmelidir. Omuz, dirsek ve önkolda EHA'lara bakılır, deformite ve kontraktür olup

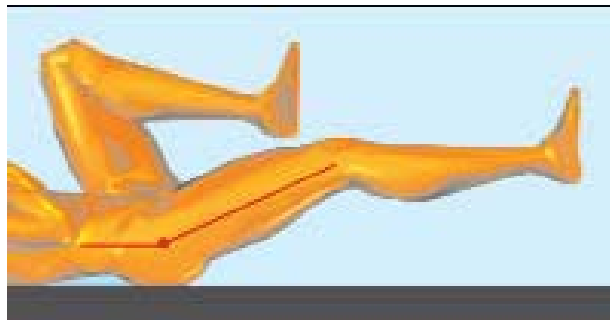
olmadığı değerlendirilir. Eldeki fleksör ve intrinsek kasların spastisitesi sonucu metakarpofalangeal (MKF), proksimal interfalangeal (PİF) ve distal interfalangeal (DİF) eklemlerde deformiteler görülür. PİF ve DİF eklemler muayene edilerek spastisiteye neden olan kas grubunu tayin edilebilir. Yüzeysel fleksör kaslar gerginse PİF eklemden, derin fleksör kaslar gerginse DİF eklemden kısıtlılık gözlenir (6,58).

2.9.3.3. Alt ekstremite muayenesi

SP'li hastalarda alt ekstremite muayenesinde, kalça, diz ve ayak bilek eklemlerinin aktif ve pasif olarak eklem hareket açıklıkları goniometre ile ölçülmelidir. Kontraktür ve spastisite varlığı ise bazı özel testlerle değerlendirilir.

1. Kalça Eklemi Muayenesi: SP'li çocuklarda genelde kalça fleksörleri, addüktörleri ve internal rotator kaslarda kısalık gelişir ve bunları saptamak için bazı özel testlerden faydalanılır.

a. Thomas Testi: Bu test ile iliopsoas kasındaki spastisite ve kontraktür olup olmadığı değerlendirilir. Diğer taraf kalça ve diz, lomber lordozla kompanse olana kadar fleksiyon pozisyonuna getirilirken aynı esnada hareketi kontrol etmek için bir el omurganın altına konulmalıdır. Eğer kalçada fleksiyon kontraktürü varsa test edilen tarafta kalça spontan olarak fleksiyon pozisyonuna gelir. Bu pozisyondayken bacak ile muayene masasının aksı arasındaki açı, kontraktürün derecesini gösterir (5,45,83) (Şekil 2).



Şekil-2: Thomas testi (6).

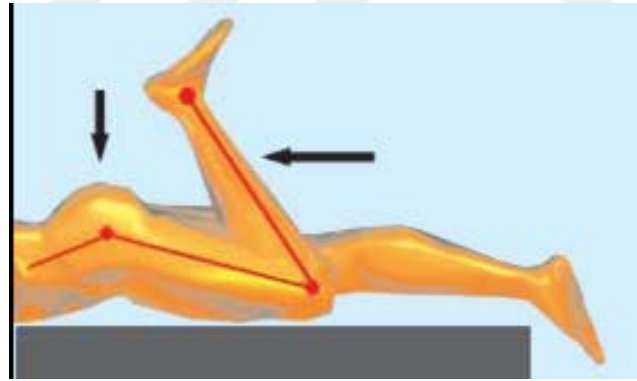
b. Staheli Testi: Thomas testinden daha doğru bir test olmasına rağmen testin zorluğu nedeniyle büyük çocuklarda yapmak biraz zordur. Çocuk kalçaları ve bacakları masadan sarkacak şekilde yüzüstü yatar pozisyonunda ve diğer tarafın kalça eklemi 90° fleksiyon

pozisyonundayken, test edilen kalça eklemi ekstansiyona zorlanır. Eğer kalça eklemi tam ekstansiyona getirilemezse kalçada fleksiyon kontraktürü varlığı saptanır ve bacak ile masanın aksı arasındaki açı kontraktürün derecesini gösterir (45,82,83) (Şekil 3).



Şekil-3: Staheli Testi (6).

c. Duncan-Ely Testi: Bu test ile rektus femoristeki kontraktür ve spastisite değerlendirilir. Kalça ve diz eklemi ekstansiyon pozisyonundayken yüzüstü şekilde yatan hastada, rektus femoris kasını germek için diz eklemi pasif fleksiyona zorlanır. Eğer kalça masa üstünden yükselirse bu kasta kısalık yada belirgin spastisite olduğu saptanır (82,84,85) (Şekil 4).



Şekil-4: Duncan-Ely Testi (6).

d. Addüktör Spastisite: Kalça addüktör kaslarındaki spastisite ve kontraktür varlığını değerlendirebilmek amacıyla, dizler arası mesafe ölçümü, Phelps-Gracilis Testi, Gracilis Testi ve pendulum testi gibi birtakım testler kullanılmaktadır.

Dizler arası mesafe ölçümü: Kalça addüktörlerinin tümünün değerlendirildiği bu testte sırtüstü pozisyonundayken kalça ve diz ekstansiyonda iken, bacaklar hızlı ve yavaş olarak pasif abdüksiyona getirilerek medial femoral kondiller arasındaki uzaklık

değerlendirilir, yavaş ve hızlı hareket sonrasında ölçülen uzaklık farkının fazla olması dinamik spastisite bulunduğunu gösterir (5).

Phelps-Grasilis Testi: Bu test ile kalça ve diz eklemi kateden grasilis kasındaki spastisite ve kontraktür değerlendirilir. Yüzüstü pozisyonunda ve kalça ekstansiyonda, diz 90° fleksiyondayken, önce kalça tam abdüksiyona, ardından da grasilis kasını germek için diz ekstansiyona getirilir. Eğer grasilis kasında spastisite veya kontraktür varsa test edilen bacak addüksiyon pozisyonuna gelir (5,83) (Resim 1).



Resim-1: Phelps-Grasilis Testi (5).

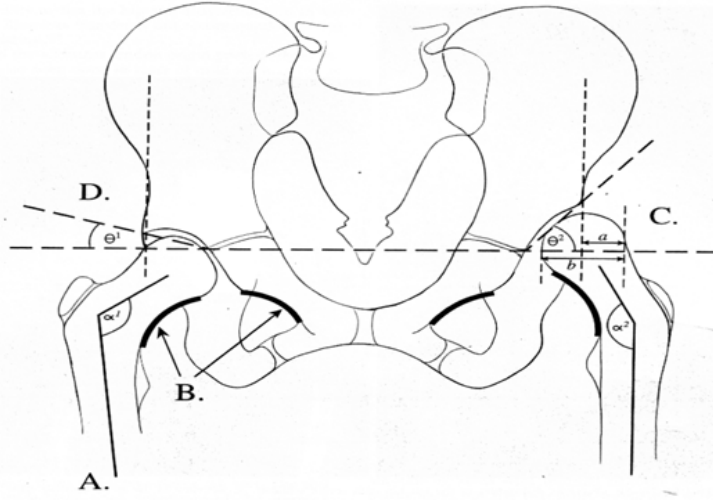
Grasilis Testi: Bu test ile kalça addüktör kaslarında tonus artışı ve kontraktür olup olmadığı değerlendirilmektedir. Hastanın sırtüstü yatar pozisyonunda, kalçalar ekstansiyonda ve dizler muayene masasından sarkmış bir şekilde olması istenir. Dizler önce fleksiyonda sonra da ekstansiyonda iken kalça abdüksiyona getirilmeye çalışılır. Grasilis kasında tonus artışı veya kısalma varsa, diz ekstansiyonda iken yapılan kalça abdüksiyonu açısının, diz fleksiyonda iken yapılan kalça abdüksiyonu açısından daha küçük olması beklenir (5,45) (Resim 2).



Resim-2: Grasilis Testi (5).

Pendulum Testi: Hastanın alt ekstremitelerindeki kas tonusunu değerlendirmek amacıyla kullanılan bu testte hastanın arkasına geçilerek kollarının altından kavranıp hasta havaya kaldırılır. Ayak bileği plantar fleksörlerinde spastisite varlığında ayakta ekin pozisyonu belirginleşirken addüktör kaslarda spastisite varlığında ise makaslama pozisyonu görülür (5).

e. Kalça Dislokasyonu: Kalça eklemine adduktör ve fleksör kaslarında gelişen spastisitenin abduktör ve ekstansör kaslara göre daha fazla olması ilgili kaslarda kontraktür gelişmesine, bunun neticesinde de kalça eklemine subluksasyon ve dislokasyon oluşmasına neden olur. Riskli kalça, klinikte yapılan fizik muayene sonucu abduksiyon asimetrisi bulunan veya abduksiyonun EHA'nın 45°'nin altında olduğu ve tedavi edilmediğinde sublukse veya disloke olması beklenen kalçadır. Kalça subluksasyonu femur başının üçte birinden fazlasının asetabulum tarafından kapatılmaması, Shenton hattının kırılması ancak femur başı ile asetabulum ilişkisinin sürmesi olarak tanımlanır. Kalça dislokasyonunda ise femur başı asetabulumdan tamamen ayrı şekilde saptanır. Pelvis grafisinde kalça instabilitelerindeki ilk bulgu, Shenton hattındaki kırılmadır. Shenton hattı superior pubik ramusun inferior kenarı ile femur metafizi medial kenarını birleştiren çizgidir. Displastik kalçada bu arkın bozulduğu görülür. Femur başı laterale doğru yer değiştirmeye başladığı için sığ asetabulum femur başını örtemez ve bu durum Reimer indeksi ile gösterilir. Reimer indeksi femur başının asetabulum dışında kalan kısmının femur başı çapına oranı ile elde edilir. Asetabular displaziye bağlı olarak asetabular açı artmaktadır. Asetabular tavanın üst ve alt uçlarına teğet geçen çizgi ile Hilgenreiner çizgisi (iki Y kıkırdağı arasına çizilen horizontal bir çizgi) birleştirilir aradaki açı asetabular açığı oluşturur. Normalde yaşla küçülmekle birlikte 3 yaşından sonra yaklaşık 20°'dir (82)(86) (Şekil 5).



- A. Femur başı-şaft arasındaki açı
- B. Shenton-Menard Hattı
- C. Reimers İndeksi
- D. Asetabular İndeks

Şekil-5: Ön-Arka Kalça Grafisinde Kalçanın Radyografik Değerlendirmesi (82).

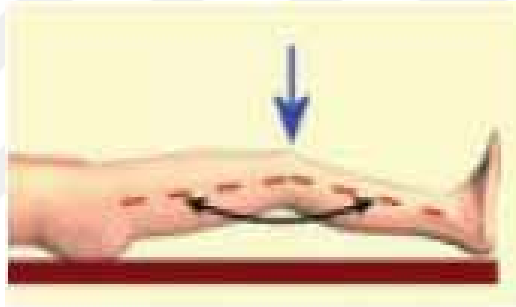
2. Diz Eklemi Muayenesi: Bu bölgedeki hareketi sağlama konusunda hamstring kasları oldukça önemli olmakla birlikte diplejik tip SP'lilerde hamstring spastisitesine sık rastlanılmaktadır.

a. Popliteal Açı Ölçümü (Tardieu Testi): Medial hamstring kasında tonus artışı veya kontraktür olup olmadığı değerlendirir. Karşı taraf kalça ve diz ekstansiyonda tutulurken test edilen taraftaki kalça 90° fleksiyona ve diz mevcut EHA içinde fleksiyon pozisyonuna getirilir. Bu durumdayken diz tam ekstansiyona getirilmeye çalışılır. Saptanan diz ekstansiyon derecesi ile, normal diz ekstansiyon derecesi arasındaki fark popliteal açı olarak kaydedilir. Bu kastaki kontraktür ile spastisite farkını anlayabilmek için, popliteal açı ölçümü hızlı ve yavaş olarak yapılmalı ve iki ölçüm arasındaki fark fazla ise spastisite lehine yorumlanmalıdır (83,87) (Şekil 6).



Şekil-6: Popliteal Açı Ölçümü (58).

b. Posterior Kapsül Gerginliği: Dizdeki ekstansiyon kısıtlılığının hamstring kaslarındaki tonus artışı veya kontraktür nedeniyle mi yoksa diz eklemi ile ilgili kapsül, ligaman gibi yapıların kontraktüründen mi kaynaklandığını saptamak amacıyla yapılır. Hasta sırt üstü pozisyonda kalça eklemi ekstansiyonda iken dizler tam ekstansiyona zorlanır, diz arkasının muayene masasına değmemesi posterior kapsül gerginliği bulunduğunu gösterir (82).



Şekil-7: Posterior Kapsül Gerginliği (58).

3. Ayak Bileği Eklemi Muayenesi: Ayak bileği ekleminde EHA, subtalar ekleminde varus ve valgus ve parmak deformiteleri değerlendirilir. Triseps surae kasındaki spastisite ve kontraktür varlığı saptamak amacıyla bazı özel testler mevcuttur.

a. Tardieu Testi (Triseps Surae Yakalama Testi): Bu testte hasta sırtüstü pozisyonunda yatarken test edilen tarafta kalça ve diz eklemi 90° fleksiyona, karşı tarafta ise ekstansiyona getirilir. Triseps surae kasındaki kontraktür ile dinamik spastisite farkını anlayabilmek için, ayak bileği hızlı ve yavaş olarak pasif dorsifleksiyona getirilip ölçüm yapılmalıdır (5,83).

b. Silfverskiöld Testi: Triseps surae kasının bileşenlerinden (gastroknemius, soleus) hangisinin etkilendiğini saptamak amacıyla Silfverskiöld testi yapılır. Öncelikle hasta iki taraf

kalça ve diz eklemi ekstansiyon pozisyonunda olacak şekilde sırtüstü yatırılır. Ayağın düzgün aksiyel dizilimi sağlandıktan sonra ayak bileği eklemi önce diz ekstansiyonda sonra diz fleksiyonda iken pasif dorsifleksiyona getirilerek EHA ölçülür. Her iki ölçüm arasındaki farkın büyük olması gastrokinemius kasında spastisite olduğunu göstermekle birlikte bu durum kuadriplejik ve diplejiklerde sık görülür. Bu farkın az olması veya olmaması ise soleus kasında spastisite bulunduğunu ortaya koyar ve bu da hemiplejik tip SP’li hastalarda daha sık görülür (5,45,83) (Şekil 8).



Şekil-8: Silfverskiöld Testi (58).

c. Ayağın Selektif Motor Hareketinin Değerlendirilmesi: Ayak bileğinin dorsifleksör kaslarındaki istemli motor kontrol 5 evrede sınıflandırılarak değerlendirilmektedir (83,87) (Tablo-5).

Tablo-5: Selektif Motor Kontrol Testi.

Evre	Aktif Ayak Bileği Dorsifleksiyonu
0	Aktif hareket yok
1	Ekstansör hallusis longus ve ekstansör digitorum brevis ile sınırlı aktif hareket
2	Ekstansör hallusis longusa ilave tibialis anterior ile aktif hareket
3	Esas tibialis anterior ile aktif hareket ve buna eşlik eden kalça ve dizde fleksiyon
4	Ayak bileğinin selektif dorsifleksiyonu (kalça ve dizde fleksiyon yok)

2.10. Serebral Palsili Çocuklarda Yürüme Paternleri

SP’de hastalık tipini belirleme ve tedaviye yön verilmesi açısından yürümenin dikkatle değerlendirilmesi önem arz etmektedir. Postüral dengedeki bozukluklar yürüme bozukluklarının en önemli bileşenlerinden biri olduğu için muayenede hastanın dengesi de değerlendirilmelidir. SP’de sık karşılaşılan yürüyüş paternleri aşağıda özetlenmiştir (43,88).

1.Makaslama Yürüyüşü: Kalça addüktör kaslarında meydana gelen spastisite nedeniyle çocuk bacaklarını açamadığından makas tarzında iki diz birbirine çarparak yürür. Bu patern en sık quadriplejik tip SP'li hastalarda görülür (84).

2.Bükük Diz Yürüyüşü: Yürümenin basma fazında artmış diz fleksiyonu vardır. Kalça fleksörleri ve hamstring kasları gergin ve kuadriseps kası zayıf olduğundan kalça ve dizler artmış fleksiyonda, triseps surae kası zayıf olduğundan ayak bilekleri dorsifleksiyondadır. Spastik diplejik ve yürüyebilen tüm quadriplejik tip SP'li hastaların çoğunda saptanmakla birlikte yeterli tedavi verilmeden yapılan izole gastroknemius uzatma operasyonundan sonra da bu yürüyüş tipi gözlenir (6,84,89).

3.Oraklama Yürüyüşü: Hemiplejik tip SP'li hastalarda görülen bu paternde kalça fleksiyonu ve ayak bilek dorsifleksiyonu yapılamaz, ayak varustadır. Hasta yürümenin salınım fazında ayağını yerden kesebilmek için pelvik elevasyon ve kalça sirkümdiksiyonu yapar (6).

4.Sıçrama Yürüyüşü: Gastroknemius kasına ek olarak hamstringlerde ve kalça fleksörlerinde de spastisite bulunan diplejik tip SP'li ve bazı quadriplejik tutulumlu hastalarda görülen paterndir. Kalçada fleksiyon ve addüksiyon, bacaklarda makaslama, dizde fleksiyon, ayak bileğinde ekinovalgus postürü gözlenmektedir (6).

5.Tutuk Diz Yürüyüşü: Yürümenin salınım fazında gastro-soleus spastisitesine veya kontraktürüne bağlı olarak ayak bileği dorsifleksiyonu yetersizdir, hamstring ile kuadriseps kaslarının eş zamanlı kasılmasından dolayı görülmektedir. Salınım fazında özellikle rektus femoris kasının spastisitesine bağlı gelişen yetersiz diz fleksiyonu olarak tabir edilir (78,89).

6.Geniş Tabanlı Yürüyüş: Kalça addüktör kaslarının aşırı uzatılması veya dengenin kötü olması neticesinde çift destek fazında ayakların pelvis genişliğinden daha fazla açılması ile karakterize bir yürüme paternidir (82).

7.Genu Rekurvatumda Yürüme: Hamstring ve kuadriseps kasları arasındaki dengesizliğe bağlı olarak yürümenin basma fazında aşırı diz ekstansiyonu mevcuttur (6,84,88,90).

Hastaların yürüme yeteneği SP'nin tipi, hastanın bilişsel seviyesi, aktif epilepsi, görme ve işitme sorunlarının mevcut olup olmaması ile yakından ilişkilidir. Unilateral ve ataksik SP

tipinde yürüme prognozu daha iyiysen; diskinetik ve bilateral SP tiplerinde kötüdür (91). 3 yaşına kadar bağımsız oturma dengesine sahip olan ve iyi gövde kontrolünü sağlayabilen hemen her çocuğun bağımsız yürüme şansı olduğunu unutmamak gerekir (92).

2.11. Serebral Palside Kullanılan Değerlendirme Metodları

SP’de hastaların sınıflandırılması, yapılacak tedavinin planlanması ve verilen tedavilere cevabın belirlenmesi için fizik muayenenin yanısıra bazı değerlendirme metodları kullanılmaktadır.

1.Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi (KMFSS): 1997 yılında Palisano ve ark.’ları tarafından geliştirilen ve 2007 yılında yaş kapsamı genişletilen Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi (Gross Motor Function Classification System=GMFCS), akademik çalışmalarda sıkça kullanılan geçerli ve güvenilir bir sistem olup SP’li çocukların önemli fonksiyonel özelliklerini 2 yaş altı, 2-4 yaş arası, 4-6 yaş arası, 6-12 yaş arası ve 12-18 yaş arası şeklinde 5 yaş grubuna ayırarak tanımlar (44,93–95). Seviye 1’deki hastalar motor fonksiyonlarda çok bağımsız, seviye 5’deki çocuklar en az bağımsızdır (94,96) (Tablo-6). El ve arkadaşları tarafından KMFSS’nin genişletilmiş ve revize edilmiş versiyonunun Türkçe geçerlilik ve güvenilirliği gösterilmiştir (97).

Tablo-6: Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi.

Seviye	Tanımlama
I	Bağımsız yürür. İleri kaba motor becerilerde limitasyon vardır.
II	Yardımcı araç olmadan yürür. Toplum içinde yürürken limitasyonu vardır.
III	Yardımcı araçla yürür. Toplum içinde yürürken limitasyonu vardır.
IV	Limitasyonu vardır. Kendi kendine mobildir. Toplumda taşınır/tekerlekli sandalye kullanır.
V	Yardımcı teknolojiler kullanılsa da mobilizasyon ciddi derecede sınırlıdır.

2.Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü-88 (KMFÖ-88): Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü-88 (Gross Motor Function Measure-88=GMFM-88), Russell ve arkadaşları tarafından başlangıçta 85 madde olarak tasarlanmış, daha sonra üç ayrı madde eklenmesi ile 88 maddelik şekli geliştirilmiş bir test olup geçerliliği ve güvenilirliği gösterilmiştir. KMFÖ-88, beş ana bölüme ayrılmaktadır. Yatma-yuvarlanma (A) bölümünde 17, oturma (B) bölümünde 20, emikleme-dizüstü (C) bölümünde 14, ayakta durma (D) bölümünde 13, yürüme-sıçrama (E) bölümünde 24 olmak üzere toplam 88 maddeden ibarettir. Hasta ilgili

aktiviteyi başlatamıyorsa 0, başlatıyorsa 1, kısmen tamamlıyorsa 2, bağımsız tamamlıyorsa da 3 puan verilmek suretiyle aktivitelerin ne kadarını yapabildiğine göre 0-3 arasında puanlanır ve her bir bölümün kendi içinde toplam skorları hesaplanır. KMFÖ-88, medikal tedavi, cerrahi tedavi, elektroterapi ve fizyoterapi gibi terapötik yaklaşımların sonuçlarını değerlendirmek maksadıyla klinikte ve akademik çalışmalarda sıkça kullanılmaktadır (98–102). KMFÖ-88 formu Ek 4’de yer almaktadır.

3. Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçütü (PFBÖ): Erişkinler için geliştirilen Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçütü’nden faydalanılarak 1993 yılında Msall ve arkadaşları tarafından çocuklar için geliştirilen Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçütü (Functional Independence Measure for Children=WeeFIM); kendine bakım, sfinkter kontrolü, transferler, hareket, iletişim, sosyal ve bilişsel durum olmak üzere 6 alanda toplam 18 madde içerir (99). Her bir maddeye hastanın yardım alma düzeyine göre 1’den 7’ye kadar puan verilir. Sorgulanan fonksiyonlar tam yardım (%25’inden azını çocuk yapıyor) ile yapılıyorsa 1 puan, maksimal yardım (%25’ini çocuk yapıyor) ile yapılıyorsa 2 puan, orta derecede yardım (%50’sini çocuk yapıyor) ile yapılıyorsa 3 puan, minimal yardım (%75’ini çocuk yapıyor) ile yapılıyorsa 4 puan, gözetim gerektiriyorsa 5 puan, modifiye bağımsız olarak yapılıyorsa 6 puan, tam bağımsız olarak yapılıyorsa 7 puan verilerek skorlanır. Test çocuğu doğrudan gözlemleyerek, aile veya bakıcı ile görüşme yapılarak tamamlanır ve uygulanma süresi yaklaşık 15-30 dakikadır (103). PFBÖ, hastanın fonksiyonlarının zamanla değişimini gösterebilen değerlendirici bir ölçüm yöntemidir (104). Sağlam çocuklarla yapılan bir çalışmada Aybay ve arkadaşları PFBÖ’nün Türkçe geçerlilik ve güvenilirliğini göstermiştir (105). PFBÖ formu Ek 5’de yer almaktadır.

4. El Beceri Sınıflama Sistemi (EBSS): El Beceri Sınıflama Sistemi (Manual Ability Classification System=MACS), KMFSS yöntemine benzer şekilde geliştirilmiş yemek yeme, giyinme gibi günlük yaşam aktivitelerinde (GYA) gerekli nesnelere alma ve ellerini kullanma yeteneğini değerlendiren bir yöntemdir. Her iki el ayrı ayrı değil ortak değerlendirilmekle birlikte, seviye 1 el fonksiyonlarının en iyi olduğunu, seviye 5 ise el fonksiyonlarının en kötü olduğunu ifade etmektedir (106,107). Türkçe geçerliliği ve güvenilirliği gösterilmiştir (108).

5. Fonksiyonel Mobilite Skalası (FMS): Fonksiyonel Mobilite Skalası (Functional Mobility Scale=FMS), ortopedik girişimleri takiben ortaya çıkan yürüme kabiliyetindeki değişiklikleri ölçmek için kullanılan bir değerlendirme yöntemi olmakla birlikte hastaların

performansı, üç mesafe (5, 50, 500 metre) için tekerlekli iskemle veya yardımcı cihaz ihtiyacına göre 6 seviyede sınıflandırılır. Tekerlekli sandalye ihtiyacı olan hastalar seviye 1 olarak nitelendirilirken seviye 6'daki çocuklar yürüme ve koşmada tam bağımsızdırlar (109).

6. Pediatrik Özürülük Değerlendirmesi (PÖD): Pediatrik Özürülük Değerlendirmesi (Pediatric Evaluation of Disability Inventory=PEDI), Haley ve arkadaşları tarafından 1992 yılında, 6 ay ile 7,5 yaş arasındaki çocukların günlük aktivitelerindeki performans ve yeteneklerini değerlendirmek için geliştirilmiş bir sistem olmakla beraber kendine bakım, mobilite, sosyal fonksiyon olmak üzere toplam 197 madde içeren 3 alandan oluşmaktadır (110). Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır (111).

7. Çocuklar için Yaşam Kalitesi Ölçeği (ÇİYKÖ): Çocuklar için Yaşam Kalitesi Ölçeği (Pediatric Quality of Life Questionnaire=PedsQL) 2-18 yaşları arasındaki çocuk ve ergenlerin sağlıkla ilgili yaşam kalitelerini ölçebilmek için 1999 yılında Varni ve ark. tarafından geliştirilmiş bir ölçektir (112). Bu ölçek Dünya Sağlık Örgütü'nün tanımladığı sağlıklılık halinin özellikleri olan fiziksel sağlık, duygusal işlevsellik ve sosyal işlevsellik alanlarının yanı sıra okul işlevselliği de sorgulanmaktadır. Puanlama 3 alanda yapılmaktadır. İlk olarak Ölçek Toplam Puanı (ÖTP), ikinci olarak Fiziksel Sağlık Toplam Puanı (FSTP), üçüncü olarak duygusal, sosyal ve okul işlevselliğini değerlendiren madde puanlarının hesaplanmasından oluşan Psikososyal Sağlık Toplam Puanı (PSTP) hesaplanmaktadır (113). Genel yaşam kalitesi ölçeklerinden olan ÇİYKÖ okul ve hastane gibi geniş popülasyonlarda, hem sağlıklı hem de hastalığı mevcut çocuk ve ergenlerde kullanıma uygun, toplamda 23 maddeden oluşan bir yaşam kalitesi ölçeğidir. Maddeler 0-100 arasında puanlanmaktadır. Sorunun yanıtı "hiçbir zaman" olarak işaretlenmişse "100", "nadiren" olarak işaretlenmişse "75", "bazen" olarak işaretlenmişse "50", "sıklıkla" olarak işaretlenmişse "25", "hemen her zaman" olarak işaretlenmişse "0" puan almaktadır. ÇİYKÖ toplam puanı ne kadar yüksek ise, sağlıkla ilgili yaşam kalitesi de o kadar iyi algılanmaktadır (113). ÇİYKÖ'nin kısa olması, yaklaşık 5-10 dakikalık bir sürede doldurulabilmesi, araştırmacı tarafından uygulanmasının ve puanlamasının kolay olması en önemli özelliklerindedir (113,114). ÇİYKÖ'nin geçerli, güvenilir ve duyarlı olduğu birçok çalışmada gösterilmiştir (112,113,115). Ülkemizde ise ÇİYKÖ'nin 2-18 yaş grubu için Türkçe geçerlik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır (116-118). ÇİYKÖ formu Ek 6'da yer almaktadır.

2.12. Serebral Palside Tanı, Ayırıcı Tanı

SP tanısı klinik bir tanı olduğundan başlangıçta tanıyı doğrulamak zor olabilir. SP için risk faktörlerinin mevcut olup olmadığı hikayede sorgulanmakla birlikte muayenede çocuğun motor gelişiminin kronolojik yaşıyla uyumlu olup olmadığı mutlaka değerlendirilmelidir (27). Spastisite 6 aydan önce pek bulunmadığı gibi atetoid hareketler de 2 yaşına kadar belirgin değildir. Babinski refleksi de 2 yaşına kadar anlamlı bulunmadığı için 2 yaşından önce SP tanısı koymak zordur (27,43,119). Bu nedenle Avrupa SP Çalışma Grubu (SCPE) tanıyı doğrulamak için en uygun yaşın 5 olduğunu belirtmiştir (59).

Tipik belirtileri hipotoni, spastisite, distoni ve/veya koreoatetoz ile seyreden nörodejeneratif hastalıklar, metabolik hastalıklar, beyin ve medulla spinalisin gelişimsel ya da travmatik hastalıkları, nöromuskuler hastalıklar, genetik sendromlar ve tümörler ayırıcı tanıda mutlaka akılda tutulmalıdır. İlgili hastalıkların dışlanması açısından hikaye, aile öyküsü ve fizik muayenenin yanı sıra kan ve idrar aminoasit düzeyleri, tiroid fonksiyon testleri, kas enzimleri ve kromozom analizi gibi biyokimyasal tetkikler yapılmalı, görüntüleme yöntemleri de kullanılarak doğru tanıya ulaşılmalıdır (43). SP ile klinik olarak sık karışabilen hastalıklar Tablo 7’de gösterilmiştir (60).

Tablo-7: Serebral Palsi İle Ayırıcı Tanıya Giren Hastalıklar.

1. Yavaş ilerleyen nörodejeneratif hastalıklar <ul style="list-style-type: none">• Rett sendromu• GM1 Gangliosidosis• İnfantil Nöroaksonal distrofi• Metakromatik lökodistrofi• Herediter motor ve sensöriyel nöropati	2. Nörometabolik hastalıklar <ul style="list-style-type: none">• Tay-Sachs hastalığı• Wilson hastalığı• Lesch-Nyhan sendromu• Krabbe hastalığı• Glutarik asidüri Tip 1• Pelizaeus Merzbacher
3. Nöromusküler hastalıklar <ul style="list-style-type: none">• Konjenital Myotoniler• Konjenital Muskuler Distrofiler• Polinöropatiler• Polio sekeli	4. Ataksi ile giden bozukluklar <ul style="list-style-type: none">• Abetalipoproteinemi• Ataksi Telenjektazi• Freidreich Ataksi
5. Genetik bozukluklar <ul style="list-style-type: none">• Herediter Spastik Parapleji	6. Spinal kord lezyonları <ul style="list-style-type: none">• Diastometamyeli• Siringomyeli
7. Periferik sinir sistemi hastalıkları <ul style="list-style-type: none">• Brakial pleksus paralizisi	8. SSS malformasyonları ve tümörleri

2.13. Serebral Palside Tanıya Yardımcı Görüntüleme Yöntemleri

1.Radyografi: Ön-arka pozisyonda çekilmiş pelvis grafisi SP’de riskli kalçanın takibinde önemli bir tetkiktir. Skolyoz takibi klinik muayeneye dayanmakla beraber grafilerle açı değerlendirilmesi de gerekebilir.

2.Transfontanel Ultrasonografi (USG): Prematürelde transfontanel USG güvenilir, noninvaziv, intraventriküler kanama ve periventriküler beyaz cevherin hipoksik iskemik yaralanmalarında değerli bir görüntüleme yöntemidir. Ventriküller, bazal gangliyonlar ve korpus kallozum hakkında önemli bilgiler verir (6,45).

3.Bilgisayarlı Tomografi (BT): Yenidoğan döneminde konjenital malformasyonların saptanması, intrakranial kanama ve PVL varlığının değerlendirilmesi açısından faydalıdır (6,45). Spastik SP'li çocukların %70'inde anormal BT bulguları saptanmaktadır (75).

4.Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG): Beyin dokusunu ve metabolizmasını gösteren ve noninvaziv bir tetkik olan MRG, SP tanısına en yardımcı görüntüleme yöntemidir. İnfantlarda kullanımı kısıtlı olmakla birlikte, çocuk 2-3 haftalık olduktan sonra daha değerlidir. MRG'nin beyindeki beyaz cevher ve gri cevher ayırımını yaparak beyaz cevher hasarını göstermede daha etkili olduğu belirtilmektedir (120,121). Serebral palsiye yönelik yapılan MRG çalışmalarında immatürlerde görülen beyaz cevher hasarları ile en sık karşılaşıldığı, sonrasında sırasıyla bazal ganglia lezyonlarının, kortikal ve subkortikal lezyonların, malformasyonların, fokal infarktın daha az sıklıkta görüldüğü rapor edilmiştir (122,123). SP'nin alt tiplerinden spastik hemiplejide kombine beyaz ve gri cevher hasarı, ataksik ya da atetoik SP'de ise beyaz cevher hasarı daha sık görülmektedir (124).

2.14. Difüzyon Tensör Görüntüleme

Beyinde gri cevherle ilgili ölçümleri net bir şekilde ortaya koyabilen konvansiyonel MRG, beyaz cevher ile ilgili ayrıntıdan uzak makrostrüktürel boyuttaki gross ölçümlerle sınırlı kaldığı için beyaz cevher yapısını daha ayrıntılı ortaya koyabilmek adına ilk kez 1994'te Basser ve arkadaşları tarafından difüzyon verisini birden fazla yönde ölçen bir teknik olarak geliştirilen ve ilk klinik uygulaması 1996'da Pierpaoli ve arkadaşları tarafından yapılan Difüzyon Tensör Görüntüleme (Diffusion Tensor Imaging=DTI), beynin beyaz cevher yolaklarının niceliksel bilgisini ve bu yolakların yönelimini noninvaziv olarak tahmin edebilen bir görüntüleme yöntemidir. (125–127).

DTI'nın çalışma prensibini anlamak için biraz Difüzyon Ağırlıklı Görüntüleme (DAG)'dan bahsetmek gerekir. DAG, uygulanan güçlü difüzyon gradientleri boyunca su protonlarının gradyentler yönünde yapmaya zorlandıkları hareketin (difüzyon) ölçümüne dayanan bir manyetik rezonans görüntüleme yöntemidir. Uygulanan difüzyon gradienti süresi boyunca serbest su molekülleri difüzyon hareketi yapmakla birlikte alınan yol, zamanın karesi ile doğru orantılıdır. DAG ile ölçülen bu hareket hücre zarı düzeyindeki difüzyona göre daha makroskopik düzeydedir. Bu nedenle “görünür difüzyon” olarak da tanımlanır ve birbirine dik

üç yöndeki difüzyon gradiyent uygulamasından hesaplanan görünür difüzyon katsayısı (Apparent Diffusion Coefficient=ADC) ile ölçülür.

Difüzyon tensör görüntüleme ise difüzyon ağırlıklı görüntüleme ile aynı çalışma prensibine dayanır ve difüzyon gradientinin en az altı ve daha fazla yönde uygulanması ile her bir voksel içindeki difüzyon hareketinin boyut ve yönünü ölçen bir görüntüleme tekniğidir. Difüzivite ölçümleri için ADC dışında birçok değişik matematiksel difüzivite ölçekleri tanımlanmıştır. Bunlar içerisinde aksiyal difüzivite (AD), radyal difüzivite (RD), ortalama difüzyon (mean diffusivity=MD) ve fraksiyonel anizotropi (FA) sıklıkla kullanılan ölçeklerdir (128–130).

DTI temelde difüzyonun yöne bağımlı etkilerini ortadan kaldıran ve saf difüzyon görüntüsü sağlayan bir yöntemdir. Bu amaçla çok kesitli single-shot echo-planar imaging (EPI) sekansı kullanılır. DTI'nin temelinde yatan varsayım, farklı hız ve oranlara sahip serbest su protonlarının Brownian hareketleri miyelinden zengin aksonlara dik yönde, paralel yönde olandan daha fazla kısıtlanması varsayımdır. Serbest protonlar hareket yönüne dik akson ve liflerin arasından geçerken yavaşlar. Bunun sonucunda beyaz cevher yolaklarına paralel yöndeki difüzyon en fazla olurken, dik yönde olan difüzyon en az olur (131). Traktografi ise beyaz cevher yolaklarının izlenmesi ve bunların özel grafik teknikleri kullanılarak üç boyutlu olarak gösterilmesi işlemidir (132).

2.14.1. Difüzyon Tensör Görüntülemenin Pediatrik Hastalarda Klinik Kullanım Alanları

1). İmmatür Beyin Dokusunun Değerlendirilmesi: Preterm ve term yenidoğanlarda doğumdan itibaren yaşla birlikte total su miktarı azalırken miyelinizasyon ve yolakların organizasyonu artar. Bu fizyolojik gelişim sonucu yaşla birlikte ADC azalırken FA değerleri ise artar (133). DTI'nin miyelinizasyon sonucu anizotropi artışına bağlı gelişen beyaz cevher değişikliklerine oldukça duyarlı olduğu bildirilmektedir (134). Term ve preterm yenidoğan döneminde bütün beyaz cevherde yaygın anizotropi izlense de, anizotropi korpus kallozum, internal kapsüller, beyin sapı ve serebellar pedinküller ile major beyaz cevher yolaklarında daha belirgindir (135). ADC'nin ilerleyen düşüşü ile yetişkin değerlerine ulaşması ve FA artışı 2 yaş civarında beynin hemen hemen tüm bölümlerinde tamamlanır ve konvansiyonel MRG'de görüldüğü gibi miyelinizasyonun ilerlemesine paralel seyreder (136). Bu sayede

çocukluk döneminde izlenen beyin matürasyonu süreci, DTI ile diğer anatomik görüntüleme yöntemlerinden hem daha önce gösterilebilir hem de sayısal olarak ölçülen difüzyon değerlerinin normal popülasyon değerleriyle karşılaştırmasına imkan sağlar.

2). Edinsel Beyaz Cevher Hastalıkları: DTI pediatrik yaş grubundaki hastalarda yaş grubunda inme, beyin tümörü, travma, ve demiyelinizan hastalıklarda faydalı bilgiler sunabilir.

- İnmede akut dönemde DTI'nın difüzyon kısıtlanması nedeniyle sensitivitesi düşük olmakla birlikte subakut evrede oluşan aksonal yıkım DTI ile MRG'ye göre daha daha iyi gösterilebilir ve Wallerian dejenerasyon daha erken evrede tanınabilir (136).
- Multipl skleroz (MS) plakları miyelin yıkımı ve aksonal zedelenme dolayısıyla normal beyaz cevhere göre daha yüksek ADC ve daha düşük FA değerleri göstermekle birlikte MS'de izlenen değişiklikler suyun moleküler hareketini engelleyen miyelin yapısındaki yapısal bozukluklara bağlıdır (133).
- Metabolik beyaz cevher hastalıklarında miyelin kılıfı ve aksonal yapının bütünlüğünde kayıba ve serbest su miktarı artışına bağlı FA değerinde azalma, ADC değerlerinde artış gözlenir. Lezyonların DTI ile MRG'den daha erken evrede saptanabileceği ancak, metabolik hastalıkların tanısından ziyade hastalığın yaygınlığının ortaya konmasında daha etki olduğu belirtilmektedir (133).
- DTI ile beyin tümörünün beyaz cevher yollarının tutulumu, yarattıkları anizotropinin kayıp derecesine göre saptanabilir ve traktografi haritalarında tümöral dokunun beyaz cevher yolları ile olan ilişkisi ve yayılımı gösterilebilir (137).

3). Konjenital Beyin Malformasyonları: DTI ve traktografi görüntülemesinin holoprozensefali, lizensefali, kallozal agenezi, kortikal displazi ve Chiari II malformasyonu gibi bazı konjenital beyin malformasyonlarda büyük beyaz cevher yollarının anormalliklerini değerlendirmede kullanılabileceğini bildirilmekle birlikte cerrahi diseksiyona bağlı lif yapısı bozulacağından patolojik incelemeye göre DTI ve traktografinin beyaz madde yolları hakkında daha ayrıntılı bilgi verebileceği belirtilmektedir (134).

4). Spinal Kord Yaralanması ve Spinal Kord Hastalıkları: Spinal kordun hacminin düşük olması ve dar bir kemik kanal içinde yer alması nedeniyle yeterli sinyal toplanamaması, BOS pulsasyon ve kan akım artefaktları, solunum ve kardiyak hareketler spinal kord

hastalıklarının tanısında DTI'nin kullanımını sınırlasa da uygun teknik ve modifikasyonlarla doğru ve güvenilir DTI ölçümlerinin yapılabileceği bildirilmiştir (138).

2.15. Serebral Palside Tedavi Yöntemleri

SP'li hastaların tedavi programı düzenlenirken hastanın yaşı ve fonksiyonel durumu göz önünde bulundurulmalı, nörogelişimsel ve muskuloskeletal durumunun yanında bilişsel fonksiyonları ve motivasyonu da dikkate alınmalı, hastanın ve ailesinin hedefleri ayrıca ailenin sosyoekonomik düzeyi ve kaynakları da değerlendirilerek bireysel bir tedavi planı ortaya çıkarılmalıdır (45). Serebral palsy tedavisi; aile ile birlikte fiziatrist, ortopedist, nörolog, kulak-burun-boğaz ve göz uzmanı, beyin cerrahı, fizyoterapist, iş-uğraşı terapisti, konuşma terapisti, klinik psikolog, rehabilitasyon hemşiresi, sosyal hizmet uzmanı ve ortez teknisyeni gibi birçok branşın yer aldığı multidisipliner bir yaklaşımı gerektirir (43). Tedavideki amaç; beyinde ortaya çıkan hasarı tedavi etmekten ziyade hastanın mevcut nöromotor kapasitesi ile gerçekleştirebileceği ideal fonksiyonu kazandırmak ve hastalığın komplikasyonlarını en aza indirmektir. SP'de başlıca tedavi yöntemleri; medikal tedavi (spastisite ve epilepsiye yönelik), beslenme, aşılama gibi koruyucu sağlık önlemleri, fizyoterapi, iş-uğraşı terapisi, konuşma terapisi, spor ve rekreasyonel aktiviteler, psikolojik tedavi, nöroplastisiteyi geliştirmeye yönelik tedaviler (zorunlu kullanım tedavisi, sanal gerçeklik rehabilitasyonu) ortopedik tedavi (düzeltici alçılama, uzatma), nöroşirürjik girişimler, elektrostimulasyon, ortez ve yardımcı cihaz kullanımı, adaptif teknoloji kullanımı olarak sayılabilir (6,42,45,139).

2.15.1. Spastisite Tedavisi

Kasın pasif harekete karşı fizyolojik bir direnç göstermesi tonus olarak tanımlanmakla birlikte spastisite, gövde ve ekstremitelerdeki bu fizyolojik tonusun artması olarak nitelendirilir. Spastisite mevcut olan hastada kasın pasif harekete karşı gösterdiği direnç hareketin hızına bağlı olarak artabilir, gövdede denge bozukluğu ve ekstremitelerde hareket güçlüğüne neden olabilir, enerji gereksinimini artırıp ortez kullanmayı zorlaştırabilir. (6 ,140).

Spastisite tedavisindeki genel amaçlar; fonksiyonu ve hareketliliği artırmak, oturma yeteneğini ve dengeyi geliştirmek, kontraktürleri azaltarak gelişebilecek deformiteleri önlemek, cerrahi girişim ihtiyacını azaltmak, ağrıyı azaltmak, ortezlemeye uygun bir yapı hazırlamak ve hasta bakımını kolaylaştırmak olarak tanımlanabilir (58,141).

Spastisite her zaman tedavi edilecek bir semptom olmamakla birlikte spastisitenin faydalı etkileri arasında, fonksiyonel olarak ekstansör spastisite ve spazmlarla ayakta durma ve yürümeye yardımcı olması, atrofiyi engellemesi, osteoporoz oluşumunu önlemesi, ödem ve derin ven trombozu riskini azaltması, öksürme ve bronşiyal sekresyonların atılmasına katkıda bulunması sayılabilir (141).

Spastisiteye yönelik tedavi yöntemleri aşağıda sıralanmıştır (58):

- a) Fizyoterapi Ve Rehabilitasyon:** Pozisyonlama, egzersizler (EHA, germe, nörofasilitasyon),
- b)** Fizik tedavi modaliteleri (cold pack, US, TENS), elektrostimulasyon, elektromiyografi (EMG) biofeedback.
- c) Oral Medikasyonlar:** benzodiazepinler, baklofen, tizanidin, dantrolen
- d) BOS İçerisine İlaç Uygulamaları:** intratekal baklofen infüzyonu
- e) Nöromusküler Bloklar:** botulinum toksin, fenol, alkol
- F) Cerrahi Girişimler:** Ortopedik: tenotomi, nöroşirürjik: selektif dorsal rizotomi.
- g) Cihazlama

a)Fizyoterapi ve Rehabilitasyon: Rehabilitasyon tedavisi; egzersiz, fizik tedavi modaliteleri, pozisyonlama ve ortezlemeyi içerir. FTR yöntemleri erken dönemde ilk tercih edilecek tedavi olmakla birlikte spastisitenin her döneminde uygulanabilir. Geç dönemde ise diğer tedavilerle birlikte kullanılır.

Postür ve pozisyonlama: Hasta tekerlekli sandalyede ise bel desteği uygun olmalı, dik oturma önerilmeli, sakral oturma önlenmeli, kalça ve dizler 90° olmalı, kalçaların internal rotasyonu önlenmelidir. Sirtüstü yatış pozisyonunda kalça ve diz ekleminin fleksiyona eğilimi varken yüzüstü pozisyonda ekstansör sinerji paterni hakimdir (142).

Germe ve EHA egzersizleri: Motor nöron duyarlılığı ve tonus azaltılarak kas içiği inhibe edilir. Günde en az 2 kez uygulanması önerilmektedir. Etkilenen tüm eklemlere yapılan pasif EHA egzersizlerin spastisite ve kontraktürleri önlemede yardımcı olduğu belirtilmekle birlikte öncesinde soğuk veya sıcak uygulanması etkinliğini arttırmaktadır. Fasilitasyon egzersizleri ile de zayıf agonist kas uyarılırken spastik antagonist inhibe edilir (141).

b) Fizik Tedavi Modaliteleri

Soğuk uygulama (cold pack): Lokal soğuk uygulama tendon refleks eksitabilitesini ve klonusu azaltmsklsl birlikte EHA artar, antagonist kaslar kuvvetlenir. Bu etkinin sıcaklığın düşmesi ile birlikte deri reseptörleri ve kas içiği duyarlılığının azalmasından dolayı olduğu öne sürülmektedir (143).

Ultrason (US): Ultrasonun spastisiteye olumlu etkileri mevcuttur. Spastik kaslara uygulanan düşük doz ultrason (0.76 w/cm²) spastisiteyi artırırken daha yüksek doz ultrason ise (1.9 w/cm²) önemli derece de azaltmakla birlikte bu etki 10-15 dk sürmektedir.

Fonksiyonel Elektrik Stimülasyonu (FES): Çapraz inhibisyon yoluyla spastisiteyi azaltmak için antagonist kaslara verilebileceği gibi kasları inhibe etmek veya yormak amacıyla agonist kaslar da uyarılabilir. Kas ya da sinirin 15 dk. periferden stimülasyonunun artmış tonus ve klonusu geçirebildiği belirtilmektedir (144).

EMG Biofeedback: Spastisitesi olan hastaya kas aktivitesini veya gevşeme durumunu görsel ve işitsel olarak bildiren bir uygulamadır. Bu şekilde, etkilenmiş olan kas gruplarının kasılması veya gevşetilmesinin yeniden öğretilme tekniğine dayalı bir yöntemdir (145).

c) Oral Antispastik İlaçlar: Oral antispastik ilaçlar, spastik diplejik veya quadriplejik tip SP'li hastalardaki yaygın spastisitenin tedavisinde kullanılırlar.

Benzodiazepinler (Diazepam, Klonazepam): Gama-aminobutirik asit (GABA) agonisti olup beyin sapı, retiküler formasyon ve medulla spinaliste GABA'nın postsinaptik etkilerini arttırmakla birlikte halsizlik, yorgunluk, uykuya meyil, hafıza bozuklukları gibi yan etkilere yol açabilir, etkilerine tolerans gelişebilir, bağımlılık yapabilir, santral sinir sistemi depresyonuna neden olabilir (45). *Diazepam* bir gama aminobutirik asit agonistidir. Hem beyin hem omurilik düzeyinde etki göstermesi nedeniyle yüksek doz verildiğinde merkez sinir sistemindeki yan etkileri belirgin olarak görülür. Baklofen'e göre daha hızlı emilmekle birlikte etkisi daha erken ortaya çıkar ve daha uzun sürer. Günde 2-3 kez, toplamda 20 mg/gün dozunu aşmamak kaydıyla 0.12-0.8 mg/kg/gün dozlarında kullanılabilir. *Klonazepam* diazepam'a benzer etki göstermekle birlikte etki süresi daha uzundur. Sedatif etkisinin daha az olması ve solunum depresyonu yapmaması nedeni ile pediatrik yaş grubunda tercih

edilmektedir. Günde 2- 4 kez 0,1- 0,2 mg/kg dozunda başlanır ve yeterli etki elde edilene dek arttırılabilir (6).

Baklofen: SSS'deki temel inhibitör nörotransmitter olan GABA'nın agonistidir. Baklofen etkisini ağırlıklı olarak medulla spinalis'te gösterir, internöronun ikinci motor nöron üzerindeki inhibitör etkisini arttırarak spastisiteyi azaltır. Oral Baklofen'in etkisini gösterebilmesi için beyin-omurilik bariyerini aşarak medulla spinalise ulaşması gerekir ve bu ortalama 1 saat sürer. Etki süresi yaklaşık 8 saat olduğu için günde 3-4 kez verilmelidir. 2- 7 yaş arasında günde 10- 15 mg (maksimum 40 mg/gün), 8 yaş üzerinde 60 mg/gün dozunda verilebilir (6).

Tizanidin: Bir alfa-2 adrenerjik reseptör agonistidir. Hem beyin hem de medulla spinalis düzeyinde etki gösterir. Eksitatör nörotransmitter salınımını azaltmakla birlikte inhibitör nörotransmitter salınımını arttırır. Sersemlik, baş dönmesi, halüsinasyon, hepatotoksisite gibi yan etkileri mevcuttur. Çocuk dozu henüz belirlenmemiştir. Erişkinlerde 4 saatte bir 2- 4 mg dozunda başlanarak toplam 36 mg'a kadar çıkılabilmekle birlikte pediatrik yaş grubunda kullanımı sınırlıdır (6).

Klonidin: Alfa reseptör-agonist olarak otonomik disreflekside hipertansiyon tedavisinde kullanılırken, tesadüfen spastisiteyi azalttığı bulunan klonidin günde 2 kez 0,05- 0,1 mg dozunda başlanarak kullanılır ve gerektiğinde doz arttırılabilir (35).

Dantrolen: Dantrolen intrafusul ve ektrafusul kas liflerine etki ederek sarkoplazmik retikulumdan kalsiyum salınımını azaltır. Oral olarak 25mg/gün başlanır. Daha çok klonusa etkilidir. Hepatotoksisite açısından yakın monitörizasyon gerekmele birlikte kas güçsüzlüğü, diyare gibi yan etkiler de görülebilmektedir (45,141).

Gabapentin: Antikonvülzan olarak kullanımı esnasında tesadüfen spastisiteyi de azalttığı görülmüştür. Doz günde 3 kez 300-400 mg/gün'dür ve maksimum doz 3600 mg/gün'dür. Somnolans, SSS depresyonu, sersemlik, yorgunluk gibi yan etkileri mevcuttur. Karaciğerde metabolize olmadığı için hepatik fonksiyonları bozuk olan hastalarda tercih edilebilir (141).

d) İntratekal Baklofen İnfüzyonu: Abdomende cilt altına yerleştirilen özel bir pompa ile subaraknoid aralığa yerleştirilen bir kateterden oluşan bu sistemle ilaç BOS içerisine doğrudan verilir (142). Oral baklofenin yan etkilerinden kurtulmak, rahatça doz artımı yapabilmek ve istenen etkiyi oral dozun %1'i ile sağlamak için kullanılır. 25 mikrogram/gün dozunda başlanarak spastisitede azalma sağlanana kadar (100-500 mikrogram/gün) doz artırımına gidilir. Çeşitli tedavilere yanıt alınamamış quadriplejik ciddi spastisitesi olan hastalar, yaygın distonili veya mikst tip SP'li çocuklar, spastisite nedeniyle yürüyemeyen diplejik SP'li çocuklar en uygun adaylardır (146). Sızma, kateterin katlanması veya bükülmesi, yerinden oynaması, enfeksiyon, pompa yetmezliği gibi komplikasyonlar görülebilir. Cerrahi işlemin gerekliliği, 2-3 ayda bir tekrar doldurma işleminin pahalılığı yöntemin dezavantajları olarak sayılabilir (35).

e) Fokal Spastisite Tedavisi (Nöromuskuler Blokörler)

Botulinum toksini: Clostridium Botulinum tarafından üretilen ekzotoksinlerin A subtipi klinikte tedavi amaçlı kullanılmaktadır. Presinaptik nöronda bulunan asetilkolin veziküllerinin sinaptik aralığa salınımını sağlayan proteinlerin (synaptobrevin, syntaxin vb.) fonksiyonunu bozarak asetilkolin salınımını inhibe eder ve kimyasal denervasyon oluşturur. Etki 1-3 günde başlamakla birlikte 1-2 hafta içerisinde en üst düzeye ulaşır ve etki 3-6 ay süre ile devam eder. Önerilen doz 10-20 ünite/kg/kas olmakla birlikte toplam doz 400 üniteyi, tek nokta enjeksiyonu 50 üniteyi aşmayacak şekilde uygulanmalıdır. Protein yapıda olması ve 3 aydan daha kısa intervallerle uygulanması antikor yanıtına neden olabilir. Dezavantajları arasında etkisinin geri dönüşümlü olması nedeniyle doz tekrarı gerektirmesi ve direnç gelişebilmesi sayılabilir (6,147).

f) Cerrahi Prosedürler

Selektif Dorsal Rizotomi (SDR): Medulla spinalisin L1-S2 seviyeleri arasındaki posterior aferent sinir köklerinin belirli dallarının EMG monitörizasyonu eşliğinde seçilerek kesilmesidir. Bu yöntemle kas içiğinden gelen uyarı medulla spinalise ulaşmadığından spastisitenin azalması hedeflenir. SDR için ideal yaş 4-8 olmakla birlikte, tedavi sonuçlarını etkileyen en önemli faktör hasta seçimidir. SDR yöntemi başlıca alt ekstremiteleri etkilediğinden spastik diplejik hastalar en uygun adaylardır (142). Cerrahi sonrası belirgin zayıflık, lomber hiperlordoz ve kalça subluksasyonu görülebilmekle birlikte parapleji, duyu

kaybı, idrar ve gaita inkontinansı, beyin omurilik sıvısı fistülü ve enfeksiyon diğer önemli komplikasyonlardır (6).

Ortopedik Cerrahi: Ortopedik cerrahide amaçlar deformitelerin önlenmesi veya oluşan deformitelerin düzeltilmesi, hareketliliği artırmak, fonksiyonel motor becerileri geliştirmek, bağımsızlığı artırmak, hasta bakımının kolaylaştırılması ve ağrının önlenmesi olarak sayılabilir (6). Eklem deformitesine yol açan kas kontraktürü varsa kas-tendon cerrahisi (uzatma, transfer, tenotomi) ve osteotomiler yapılabilir. Yürüyen çocuklarda 5- 7 yaşlarında yürüme paterni yerleştiği için postürü ve yürümeyi düzeltmeye yönelik cerrahi girişimlerin bu dönemde yapılması gerekirken kalça instabilitesini önlemek amacıyla yapılan adduktör-fleksör gevşetme ve osteotomilerde ise yaş sınırı bulunmamaktadır (141).

2.15.2. Serebral Palsi'de Ortezleme ve Yardımcı Araçlar

Ortez vücudun herhangi bir segmentini destekleyen dışarıdan uygulanan plastik veya metal cihazların genel adıdır. Eklem stabilizasyonunu sağlamak, spastisiteyi azaltmak, kontraktür ve deformite gelişimini önlemek, fonksiyonları artırmak, yürümenin etkinliğini arttırmak, cerrahi ile elde edilen düzeltmeyi korumak ve yapıları desteklemek amacıyla SP'de kullanılabilirler.

a) Ayak Ortezleri: Basma fazında etkili olmakla birlikte salınım fazında etkileri minimal düzeydedir. Ayak ortezleri yürümenin basma fazında fonksiyonel varus veya valgus deformitesi olan hastalarda stabilizeyi sağlamak amacıyla kullanılmaktadır. İstemli ayak bileği dorsifleksiyonu kontrolü olmadığı durumlarda, ciddi spastisite mevcudiyetinde, salınım fazında sabit ekinde, topuk vuruşu yapamayanlarda ve yürüyemeyen hastalarda bu ortezlerin kullanımı uygun değildir (5).

UCBL (University of California Biomechanics Laboratory): Medial yüzü lateraline göre daha yüksek olup kalkaneusu sıkıca kavrayan bu ortezin plantar yüzü longitudinal arkı desteklemekte ve metatars başlarının proksimaline kadar uzanmaktadır. Arka ve orta ayak eklemlerinin instabilitesinde kullanılır (58).

Supramalleolar Ortez (SMO): Ayak bileği proksimalinde yanda malleoller üzerine, önde ise parmaklara kadar uzanan bu ortez ön-arka açıklıkları sayesinde plantar fleksiyon (PF) ve dorsifleksiyona (DF) müsaade eder. İyi DF ve PF kontrolü olan, fakat planovalgus

veya varus sorunu olan çocuklarda iyi bir tercih olmakla birlikte sabit ekin deformitelerinde kontraendikedir (148,149).

b) Ayak Bileği-Ayak Ortezleri (Ankle Foot Orthosis=AFO): Ayak ve ayak bileğini içine alan, diz altına kadar uzanan bu tip ortezler tibiotalar eklemi doğrudan, diz eklemine ise dolaylı yoldan kontrol eder (35).

Dinamik AFO (DAFO): İnce ve esnek malzemedden yapılmış olup ayağı çorap gibi sararak topuk ve ayağı nötral pozisyonda tutar. Dinamik ekin deformitesinde kullanılır (6).

Solid/rijid AFO: Ayak bileğinde harekete izin vermeyen, bacağıın arka kısmına tamamen oturan, fibula başının distalinden metatars başlarına kadar uzanan plastik malzemedden yapılmış ortezlerdir. Yürümenin olmadığı hastalarda spastisiteyi azaltmak, deformite ve kontraktür gelişimini önlemek, post-op dönemde stabiliteyi sağlamak için kullanılırken yürüyebilen hastalarda ise yine spastisiteyi azaltmak, basma fazı sırasında stabiliteyi sağlamak ve salınım fazı sırasında da ayağın yerden temasının kesilmesine yardım etmek için kullanılmaktadır (6).

Eklemli AFO: Solid AFO'dan farklı olarak anatomik olarak ayak bileği eklemi eksenine uygun pozisyonda eklem içeren AFO'lardır. Genel anlamda yürüyebilen, aktif, merdiven ve yokuş inip çıkabilen çocuklarda tercih edilen eklemli AFO, hastaların daha stabil basmasını sağlar, diz instabilitelerini kontrol eder ve salınım fazında ayağın yerden kesilmesine yardımcı olur. Eklemli AFO kullanılabilmesi için, pasif ayak bileği DF açısının en az 5° olması gerekmektedir. Bu açının artırılması ile genu recurvatum deformitesini kontrol edebilir (150).

Yer Reaksiyon Ortezi (Ground Reaction AFO=GRAFO): Solid AFO'ya benzemekle birlikte ön yüzden kapalı olması ile ayrılır. Basma fazı sırasında tibianın ayak üzerinde öne translasyonunu engeller ve dizde ekstansiyon momenti oluşturarak kuadriseps kasının gerektirdiği enerjiyi azaltır. Bükük diz yürüyüşü (basma fazı sırasında artmış diz fleksiyonu ve ayak bileği dorsifleksiyonu) mevcut SP'li hastalarda kullanılmakla birlikte, dizde ve kalçada 10°'den fazla fleksiyon kontraktürü olan olgularda kullanılması uygun değildir (61,148,150).

Refleks AFO (Posterior Leaf Spring AFO): Yürüyüşün salınım fazında fonksiyonel ekin deformitesini kontrol etmek için kullanılan bu ortezin varus ve valgus kontrolü zayıftır. Genellikle ayak bileği 5°-10° DF'da olacak şekilde yapılır, zamanla plastik malzemenin yıpranarak kırılması dezavantajıdır (5).

c) Diz-Ayak Bileği-Ayak Ortezi (Knee Ankle Foot Orthosis=KAFO): Diz, ayak bileği ve ayağı içine alan bu tip uzun bacak ortezi, SP'li hastalarda yürürken enerji tüketimini fazlaştırdığı ve normal hareket paternine engel olduğu için mobilizasyon amaçlı kullanılmamaktadır. Deformite gelişimini önlemek, bilhassa cerrahi sonrası yumuşak dokuları desteklemek ve korumak amacıyla kullanılır (151).

d) Kalça Abdüksiyon Ortezi (Üçgen Yastık): Addüktör gerginliği olan çocuklarda hareket açıklığını korumak veya subluksasyonun gelişmesini önlemek için addüktör gevşetme operasyonu sonrası erken dönemde istirahat ateli olarak kullanılır (6).

e) Ortopedik Bot: Ortopedik botlar genellikle ortezlere tercih edilmekle birlikte ekin deformitesini önlemede yetersizdir. Spastisitesi olmayan, hafif-orta derecede varus veya valgus deformitesi olan hastalarda lateral veya medial kama yerleştirmek suretiyle kullanılabilirler (148).

f) Omurga Ortezleri: Omurga deformitesi olan küçük yaşta hastalarda omurga gelişimi için cerrahi müdahalenin geciktirilmesi, GYA'nın gerçekleştirilebilmesi için oturma dengesinin korunması ve post-op dönemde füzyon oluşana kadar implante edilen materyale aşın yük binmesini engellemek amacıyla servikotorakolumbosakral (CTLS) ve torakolumbosakral (TLS) ortezler tercih edilebilir (45).

g) Mobiliteye Yardımcı Cihazlar: Yürüteç, ayakta durma sehpası, koltuk değneği, kanedyen gibi cihazlar SP'li çocuklarda güçsüzlükten ziyade denge problemleri için kullanılmaktadır. Yan dengesi olmayan ama ön-arka dengesini koruyabilen hastalara koltuk değneği, ön-arka dengesini de koruyamayan hastalara yürüteç verilmesi daha uygundur. Tekerlekli ters yürüteçler kullanım kolaylıkları ve gövde fleksiyonunu teşvik etmemeleri nedeniyle diğerlerine üstünlüğü bulunmaktadır (149). Ayakta durma sehpaları hastanın dik pozisyonda durabilerek alt ekstremiteye yük aktarabilmesini, üst ekstremitelerini kullanabilmesini ve çevreyle sosyal iletişimini sağlar (45,149).

2.15.3. Serebral Palsi'de Rehabilitasyon

SP rehabilitasyonunda amaç anormal postür ve paternlerin düzeltilmesi, oluşabilecek deformitelerin önlenmesi, mobilizasyon, mevcut becerilerin öğretilmesi, üst ekstremitelerin fonksiyonel kullanımını sağlamak, yürüme eğitimi vermek, anlaşılabilir konuşmayı öğretmektir (139). Yerçekimine karşı normal postüral tonusun geliştirilmesi ve bunun dışında gelişebilecek anormal postüral reaksiyonların ve anormal postüral tonusun önüne geçilmesi, hastaya beslenme, giyinme ve özbakım becerilerinde kullanabileceği fonksiyonel paternlerin kazandırılması, kontraktür ve deformite gibi komplikasyonların gelişiminin engellenmesi tedavi sürecine erken zamanda başlamanın avantajları olarak sayılabilir (45).

2.15.3.1. Konvansiyonel Egzersizler

Bu yaklaşım aktif ve pasif EHA, germe, güçlendirme egzersizlerini, denge koordinasyon egzersizlerini, kardiyovasküler kapasiteyi geliştiren egzersizleri, splint ve ortozlemeyi ve de ortopedik cerrahi girişimlerle düzeltmeyi içerir. Ömür boyu devam ettirilmesi gereken bu egzersizler özellikle kontraktür riskinin fazlaştığı büyüme dönemlerinde, ortopedik cerrahi sonrası iyileşme döneminde ve tekerlekli sandalye kullanan quadriplejik tip SP'li hastalarda daha büyük önem taşımaktadır (6,139).

a. Eklem Hareket Açıklığı Egzersizleri: SP'de, özellikle spastisite ve kas gücü kaybına bağlı olarak kontraktür ve eklem hareketlerinde kısıtlılıklar ortaya çıkabileceği için uygulanacak EHA egzersizlerinin spastisite ve kontraktürleri önlemede etkili bulunduğu ortaya konmuştur. Bu hastalarda pasif EHA egzersizlerinin günde en az bir kez uygulanması önerilmektedir (141,152). Hastanın durumuna göre EHA egzersizleri pasif, aktif asistif veya aktif olarak yapılabilmektedir. Pasif EHA egzersizleri, hastanın ekstremitelerini hareket ettiremediği yada hareket ettirmesinin istenmediği durumlarda kullanılmakla birlikte fizyoterapist, sağlık çalışanı veya hasta yakını tarafından uygulanabilmektedir. Hastanın kendisi tarafından yapılan egzersizler aktif EHA egzersizleri olarak adlandırılırken, hasta tarafından başlatılıp başka bir kişi tarafından EHA'nın tamamlandığı egzersizler ise aktif asistif EHA egzersizleridir. Eklem hareket açıklığı egzersizlerinin amaçları arasında; kontraktür oluşumunun engellenmesi ve kasın mekanik elastisitesinin sağlanmasının yanısıra, eklem ve yumuşak dokuların hareketliliğinin sağlanması ve dolaşımın artırılması da yer almaktadır (152).

b. Germe Egzersizleri: EHA'da kısıtlılık geliştiğinde pasif veya aktif olarak germe egzersizleri uygulanmaktadır. Pasif germe egzersizleri ile kas kasılmasını inhibe eden golgi tendon organı uyarılarak, kasta gevşeme olması hedeflenir. Bu egzersizlerin hızlı yapılması ise kas içiğinden oluşan germe refleksini uyararak istenmeyen bir etki olan kasta kasılmaya neden olmaktadır. Bu nedenle hızlı germeye göre, sürekli ve uzun süreli germenin EHA'yı arttırmada ve spastisiteyi azaltmada etkili bulunduğu saptanmıştır. Genellikle günde 2 kez yapılması önerilmekle birlikte literatürde sıklığı ve süresi ile ilgili ortak bir görüş bulunmamaktadır (45,141,153). Egzersizlere ilaveten uzun süreli germe sağlamak amacı ile ortezler ve gece splintleri de kullanılabilir (153).

c. Güçlendirme egzersizleri: Güçlendirme egzersizleri, kasın dinamik veya statik kasılmasına bir kuvvetle karşı konulması bağlamında gerçekleştirilerek kas gücünde artışa sebep olan dirençli egzersizlerdir. Güçlendirme egzersizleri izometrik, izotonik ve izokinetik olmak üzere üç şekilde yapılmaktadır. İzometrik egzersizler, eklem hareketi olmadan kas kasılmasının meydana geldiği statik egzersizlerdir. İzotonik egzersizler ise EHA sınırları içinde kas uzaması veya kısalması esnasında sabit bir dirence karşı yapılırlar. Sabit hızda, değişken dirence karşı yapılan egzersizler izokinetik egzersizler olarak adlandırılmaktadır. Güçlendirme egzersizleri sırasında kas kuvvetinde artışla birlikte, dayanıklılık ve güç artışı da sağlanmaktadır (152).

2.15.3.2. Nörofizyolojik (duysal motor) Yaklaşım

Bu yaklaşım, SSS'ne çeşitli yöntemlerle yollanan duysal uyarıların, refleks olarak motor yanıt oluşturması esasına dayanmakla birlikte vücudun yüzeysel ve derin duyu reseptörlerinin uyarılmasıyla kas gruplarının aktivasyonunu veya inhibe edilmesini amaçlar. Kullanılan tüm nörofasilitasyon tekniklerinin genel hedefi, kas tonusunu normalleştirmek, gövdede ileri denge reaksiyonlarının gelişmesini sağlamak ve normal hareket paternlerini ortaya çıkarmaktır. Halen dünyada ve ülkemizde en sık kullanılan tekniklerin Bobath nörogelişimsel tedavi (NGT) ve Vojta metodu olduğu bildirilmektedir (42). Önemli bazı nörofizyolojik tekniklerden aşağıda bahsedilmiştir.

a. Bobath Tekniği: 1940'larda fizyoterapist Berta ve nörofizyolog eşi Karl Bobath tarafından geliştirilen bu tekniğe göre esas sorun anormal postür olmakla birlikte tonus artması ve ilkel reflekslerin varlığı çocuğun belirli bir pozisyonda kalmasına neden

olmaktadır. Bobath tekniğindeki temel ilke, anormal reflekslerin tedavi amacıyla kullanılması değil, inhibe edilmesidir. Bu nedenle tedavide ilk yaklaşım hastayı sabit kaldığı postürün tam aksi pozisyonuna yerleştirmektir. Bu durum refleks inhibitör patern olarak adlandırılmaktadır. Refleks inhibitör paternler, egzersizden ziyade, özel aktiviteler için bir hazırlık aşaması olarak kabul edilmekle birlikte gelişim dönemlerinde bir sonraki aşamaya hazırlık amacıyla kullanılmaktadır (5). Bobath tekniğinde tedavi ilkeleri;

- Spastik ve atetoid hastalarda, fazla artmış olan kas tonusunu azaltmak için, anormal postural refleks aktivitelerin inhibisyonunu,
- İnhibisyon yoluyla sağlanan normal tonusu sürdürmek ve yerleştirmek amacıyla, normal postür ve hareket paternlerinin uyarılmasını,
- Postüral reflekslerin tonusunu artırmak ve resiprokal kas fonksiyonunu düzenlemeyi içermektedir (5,78).

Fasilitasyon teknikleri ise 4 grupta incelenebilir (5,43,78):

- a) Baş ve omuzlar kullanılarak vücut hareketlerinin uyarılması,
- b) Labirent düzeltme ve optik düzeltme reaksiyonlarından yararlanılarak baş kontrolünün uyarılması,
- c) Denge reaksiyonlarının uyarılması,
- d) Koruyucu ekstansör refleksinin uyarılması.

SP'li hastalarda fizyoterapinin etkinliği araştıran kanıt düzeyi çalışmalar yapmak zordur ancak Knox ve Evans, 2002 yılında yaptıkları pilot bir çalışmada Bobath tekniği kullanılarak yapılan rehabilitasyon sonrasında hastaların kaba motor ve özbakım yeteneklerinde iyileşme tespit etmişlerdir (154).

b. Vojta Tekniği: 1950'lilerde Vaclav Vojta tarafından nöromüsküler sorunlar için hem tanı, hem de tedavi amaçlı bir yöntem olarak geliştirilen Vojta tekniği, “refleks lokomasyon” ve “nöral yolları zorlama” kavramları üzerine kurulu bir nörofasilitasyon yöntemidir. Bu teknik santral koordinasyon bozukluğu olan hastaların belirlenmesinde ve tedavisinde hayli etkin bir yöntemdir (155). Sürünme ve dönme için sırtüstü ve yan pozisyonlarda belirlenen 18 tetik noktada parmaklarla basılmak suretiyle refleks hareketlerin düzenli bir şekilde uyarılmasıyla SSS'de normal gelişim sağlanabileceği öne sürülmüştür (6). Genel anlamda Bobath tekniğine benzemekle birlikte uyarı pozisyonları ve uyarı tekniği

açısından farklılıklara sahiptir. Evde anne tarafından, günde 4-5 kez 5 dakikayı geçmeyecek şekilde yapılmalı ve bir yıl içinde sonuç alınamayan hastalarda tedavinin durdurulması gerekmektedir (139).

c. İletişimsel Eğitim (Petau Yöntemi): Motor bozukluğun öğrenme probleminden kaynaklandığını savunan bu yöntemin amacı hastaya cihaz kullanmadan işlevsellik kazandırmaktır. Bu sistem egzersiz içermemekle birlikte terapi seanslarını iletişimci denilen özel kişiler yönetir. Öğrenme gayreti hastadan gelmeli, hastanın ihtiyaçları doğrultusunda belirlenmekle birlikte hasta kendisi için en uygun yöntemi kendisi keşfetmelidir (ortofonksiyon) (61,139).

d. Phelps Tekniği: Bu teknikte koopere olamayan küçük yaş grubundaki hastalarda şartlanmalardan faydalanılır. Pasif normal eklem hareketleri yaptırılarak zamanla şartlanmış cevaplar geliştirilmesi hedeflenmekle birlikte her hareket için farklı şarkı ya da uyarı kullanılır. Böylece zamanla uyarılara uygun cevap elde edilerek aktif hareketlere ve bir sonraki kademeye hazırlık yapılır. Vücudu dik tutmak ve deformitelere engel olmak için cihaz kullanımını öneren bu yöntemde kas tonusunu azaltmak için özel sandalyeler ve oturma cihazları kullanılır (45)(139).

e. İş-Uğraşı Terapisi: GYA esnasında, hastada yaşına uygun kişisel sorumluluk gerektiren aktiviteler yapması (giyinip soyunma, yemek yeme, yıkanma, diş fırçalama vb) veya oyun oynaması istenmekle birlikte bunları bağımsız olarak yapamasa bile çocuktan yardımcı olması istenir (6). İş-uğraşı terapisinde vestibüler, taktil ve kinestetik uyarılar sonucu hastaların ekstremitelerinden gelen duysal girdilerin SSS'de algılama ve yorumlanma kusurunun terapistin sistemli uyarıları tarafından giderilmeye çalışıldığı Ayres yöntemi tercih edilmektedir (139).

f. Spor Ve Rekreasyon: SP'de rekreasyon, rehabilitasyon sürecinde yeniden yapılanmaya hazırlanırken yapılan aktiviteler zinciri olarak tanımlanmakla birlikte; hastanın ilgi, dürtü, amaç ve katılım şekilleri gibi birçok faktöre göre değişik anlayışlar sergilenebilir, bireysel veya grup şeklinde uygulamaya geçirilebilir. SP'li hastalarda etkinliği kanıtlanmış rekreasyonel terapi yöntemlerinden en sık kullanılanları eğersiz at binme (hippoterapi) ve yüzmedir (hidroterapi). Hippoterapi neticesinde hastalarda baş ve vücut kontrolünün sağlandığı, kas tonusunun normale döndüğü, kendine güven duygusunun geliştiği

saptanmıştır. Hidroterapinin temelinde ise suyun kaldırma kuvvetinin ağırlığı azalttığı için SP'li hastanın suda daha rahat hareket ederek zorlandığı hareketleri suyun içinde kolaylıkla yapması ve bunun neticesinde güven ve motivasyon artması yatar. Ayrıca hidrostatik basınç, taktik kinestetik ortam yoluyla yüzeysel ve derin duyulardaki reseptörlerin yaygın bir şekilde uyarılmasını sağlayarak duyuşsal gelişime destek olur. Yüzmenin quadriplejik hastalarda kas tonusu azalttığını ve kontraktür gelişimi engellediğini, hemiplejik ve diplejik SP'de ise bunlara ek olarak hem kas gücünü artırdığı hem de kardiyovasküler kapasiteyi ve yürüme etkinliği üzerine olumlu etkileri olduğu bildirilmiştir (5,6).

g. Zorunlu kullanım tedavisi (Constraint-induced movement therapy): Hemiplejik tip SP'de uygulanan ve temeli nöroplastisiteye dayanan bu yaklaşımda etkilenmemiş ekstremitenin hareketi engellenerek, aktivite sırasında etkilenen tarafın kullanılması istenir. Yapılan bir randomize kontrollü çalışmada konvansiyonel tedavi ile birlikte uygulandığında sadece konvansiyonel tedavi uygulanan kontrol grubuna göre daha etkili bir yöntem olduğu gösterilmiştir (156). Bir diğerk çalışmada ise üst ekstremitte fonksiyonlarını iyileştirmede iş-uğraşı terapisine üstün bulunmuştur (157).

2.16. Nöronal Plastisite

İnsandaki nöronların büyük çoğunluğu prenatal yaşamın ikinci trimesterinin sonunda oluşmakla birlikte nöronal göç gebeliğın ilk haftalarında başlar ve doğumda büyük ölçüde tamamlanmış olur. Doğumu takiben 6 yaş civarına kadar sinaps oluşumu oldukça hızlıyken 14 yaştan başlayarak sinaps sayılarında giderek bir azalma meydana gelir ve bu azalma yavaşlayarak ömür boyu devam eder (158,159).

20. yüzyıl başlarına kadar beynin durağan bir organ olduğu, fetal ve infant dönemlerinde şekillendiğı, nöral hücre sayısının doğumdan sonra hiç değışmediğı hatta azaldığı, nöronların kendilerini yenileme yeteneklerinin kaybolduğı ve yeni nöronların oluşmadığı görüşü hakim olduğundan dolayı sinir sistemi hasarı sonrası iyileşmenin minimal düzeyde olabileceğı kabul edilmekteydi (159,160). Beynin değışime adaptasyonu olarak nitelendirilebilecek "kortikal plastisite" kavramı ilk kez Wiliam James tarafından ortaya atılmıştır.

Nöronal plastisite, santral sinir sistemi hücrelerinin çoğalmadıkları halde maturasyona, öğrenmeye, çevresel faktörlere, duyuşal uyarıya ve hasarlanmaya bağlı olarak kendi yapısal fonksiyonunu modifiye edebilme ve yeniden organize olma yeteneğine verilen addır (161,162). Gelişmesini sürdüren immatür sinir sistemi dokuları içinde görüldüğü varsayılmakla birlikte, yaşıam boyunca da bazı durumlarda belli oranlarda görülebilir. Plastisite, kendisini nöron sayısında olduğu kadar aksonal gelişimdeki fazlalık ve çeşitlilik ile dendritik gelişim ve sinaptik bağlantılarla da gösterir. Nöronal plastisite, beynin sağlam bölgelerinin hasarlı bölgelere ait işlevleri üstlenmesine, nöronlar arasında yeni sinapslar ortaya çıkmasına yardımcı olur (139).

Nöroplastisitenin dört ana mekanizması bulunmaktadır (163);

1.Maskelenmeme (Unmasking): Kendi fonksiyonel etkisinden çok daha fazla etkiye neden olabilecek anatomik bağlantıları olan ve normalde inhibe edilen nöronlar ve nöronal yolların inhibisyonunun ortadan kalkması ve etkinin artırılabilmesi olarak tanımlanır (164). Maskelenmeme, kısa dönem değişikliklerin mekanizması olarak kabul edilmekle birlikte eksitator nörotransmitterlerin salınımının artması, polisaptik reseptörlerin dansitesinde artış, zayıf veya uzak uyarıların etkisini çoğaltacak membran iletkenliğinde değişiklikler, inhibitör girdilerin azalması veya eksitator uyarıların inhibisyonunun sonlanmasına bağlı olarak gelişebilir (165).

2.Mevcut Sinapsların Güçlenmesi: Bir aktiviteyi öğrenmek sinapsa özgü bir durum olmakla birlikte sinaptik transmisyonun azaltılması veya artırılmasıyla şekillendirilebilir. Motor öğrenme için bu hücreşel ve moleküler modifikasyonların uyarılması gerekmekte ayrıca mevcut sinapsların güçlenmesi uzun dönem değişikliklerden sorumlu olan “uzun dönem potansiyelizasyon” (UDP) mekanizmasıyla gerçekleşmektedir. UDP, NMDA (N-Metil D-aspartat) reseptör aktivasyonu ve intraselüler kalsiyum konsantrasyonunun artmasıyla meydana gelmektedir (165–167).

3. Nöronal Membran Uyarılabilirliğinin Değişmesi (168).

4. Anatomik Değişiklikler: Özel anatomik değişiklikler yeni akson terminallerinin filizlenmesi, yeni sinapsların oluşması, akson şekli ve büyüklüğündeki değişimler olmakla birlikte gerçekleşmeleri için uzun zaman gerekmektedir (169). Subakut dönemde motor korteks uyarılabilirliğinde ve paretik kasların kortikal temsil bölgelerinde bir azalma meydana

gelmektedir. Bu durumun nöronal yapıların zedelenmesinden ve etkilenmiş ekstremitenin kullanılmamasından dolayı oluşabileceği öne sürülmektedir. Buna karşın fonksiyonel kullanıma yönelik görev temelli egzersiz protokolüne bağlı ortaya çıkan plastisitede ise vücut bölgelerinin artmış hareketleriyle bu hareketlerin beyin korteksindeki temsil alanlarının arttığı saptanmıştır. Maymunlar üzerinde yapılan pek çok çalışmadan elde edilen kanıtlar herhangi bir vücut parçasının kortikal temsil alanı genişliğinin o bölgenin kullanım sıklığı ile ilgili olduğunu göstermiştir (170). Bu düşünce insanlar için de geçerli olmakla birlikte plastisitenin ilkelerinden istifade ederek spontan iyileşmeyi geliştirmek mümkün görünmektedir (171). Tekrarlayıcı eğitim, görevi yerine getirme veya getirmeye çalışma, geribildirim ve geribildirimlerin artırılması, mental pratik, modelleme, kılavuzluk, dikkatli bir şekilde odaklanma, bağlamsal çeşitlilik gibi yöntemleri içeren eğitim programları plastisite artışına bağlı gelişen motor öğrenmeyi en sık geliştiren mekanizmalardır. Yakın zamandaki deneysel çalışmalarda yoğun kullanım, sık tekrar, göreve odaklı ve geribildirim mekanizmaları içeren eğitim ile kazanılan yeni motor becerilerin, uzun dönem beyin plastisitesi sağlamak için elzem olduğu öne sürülmektedir (42,172).

Sinir hücrelerindeki bu olumlu değişiklikler çoğu zaman kendiliğinden olmayabilir. Bu konuda fizik tedavi ve rehabilitasyon uygulamaları önem kazanmaktadır. Son yıllarda, SP rehabilitasyonunda tedavi ile indüklenen plastisiteyi temel alan egzersiz yapmaya teşvik edici oldukça farklı ve yeni tedavi yaklaşımları gündeme gelmiştir. Yeni tedavi yöntemlerinin başlıcaları zorunlu kullanım tedavisi (173), yürüme bandı (treadmill) eğitimi ve robotik rehabilitasyon (174) , zenginleştirilmiş çevre, ayna terapisi (175), bimanuel üst ekstremitte eğitimi (176), duysal uyarım (propriyoseptif, görsel, işitsel), göreve yönelik tekrarlı hareket eğitimi, sanal gerçeklik (SG) eğitimi olarak sıralanabilir. Bu sistemlerin birçoğu geleneksel yöntemlere göre nispeten daha ucuz ve motivasyon sağlayan eğlenceli yöntemlerdir. SG teknolojisi ise, rehabilitasyon alanında son yıllarda popüler bir kullanıma sahip olmakla birlikte, SG uygulamalarının çeşitliliğinin artması, rehabilitasyon ekibini bu uygulamaları klinik alanda kullanmaya teşvik etmektedir (177).

2.17. Sanal Gerçeklik ve Serebral Palsi Rehabilitasyonunda Yeri

Sanal gerçeklik, katılımcılarına gerçeklik duygusu veren, bilgisayarlar tarafından oluşturulmuş dinamik bir ortamla karşılıklı iletişim olanağı tanıyan, sanal ortam olarak da nitelendirilebilmekle birlikte herhangi bir yerde olmayı hissettiren ve bunun için duyu organlarımızı çeşitli bildirimler (ışık, ses vb.) ile uyaran üç-boyutlu bilgisayar simülasyonudur (178). SG çalışma prensibi, “görüş alanının sadece sanal cisimlerle kaplı olması bile basit bir sanal gerçekliktir” tezinden yola çıkılarak gelişim süreci içerisinde sadece görüntü algılama teknolojisi olmaktan ziyade müdahale edilebilen ve yapılan etkilerin sonuçlarının da aynı anda alınabildiği bir teknoloji durumuna gelmiştir (179).

SG teknolojisi 1980’lerin sonlarında ortaya çıkmakla birlikte hız ölçerler, insan vücudunun verdiği hareket, ısı ve tepkileri algılayan sensörler, eldiven joystickler, kameralar, gelişmiş görüntüleme sistemleri, titreşim ve darbe sağlayıcılar, üç boyutlu ses sistemleri gibi bir çok donanım ve programların geliştirilmesi ile yaygınlaşarak bugün olduğu konuma gelmiştir. Nispeten uygun maliyetler ile son yıllarda başta sağlık olmak üzere eğitim ve endüstri gibi pek çok alanda kullanılmaya başlanmıştır (180,181).

SG ile rehabilitasyon tedavisi, konvansiyonel egzersizlerden farklı olarak, sanal ortam dahilinde gerçekleşen farklı bir rehabilitasyon yöntemi olmakla birlikte günümüzde bu yöntem serebral palsi, hemipleji veya spinal kord yaralanması mevcut hastaların alt ve üst ekstremitte motor rehabilitasyonu, kognitif rehabilitasyon, denge rehabilitasyonu, otizm, panik atak ve fobi tedavisi, dikkat eksikliği sendromu ve ağrı tedavisi gibi birçok alanda kullanılmaktadır (183)(184).

Geleneksel rehabilitasyon yöntemlerinde, rehabilitasyon uygulamaları kendi doğası gereği tekrar gerektirdiği için hastalar sıkılabilmekte ve bu tekrarlar hastanın motivasyonunu azaltabilmektedir. SG ise, uyarıcı ve eğlenceli ortamlar oluşturarak, kişilerin ilgi ve motivasyonlarını kullanarak, görev bazlı tekniklerle çalışma imkânı sunan bir yöntemdir (185). Sanal rehabilitasyonun tüm formlarında gözlenen en önemli avantajı interaktivite ve hasta motivasyonudur. Geleneksel tedavilere göre, sanal rehabilitasyonun tekrar, performansa dair geri bildirim ve motivasyon sağlamanın avantajlı olduğu belirtilmiştir (186). Amaca yönelik ve sık tekrarlı pratik içermekle birlikte işitsel, görsel ve duyu geribildirim sağlması ve eğlenceli olması nedeniyle hastaların motive olması SG yöntemlerini tercih

sebebidir (187). Ayrıca SG; gerçek dünyadaki hareketin derecesi ile bilgisayar ekranında görülen hareketin derecesi arasındaki 3 boyutlu uzaysal uyumluluğu sağlar ve böyle bir uzaysal sunum SP'li hastalarda motor öğrenme için çok önemli olan performans ve rehberlik bilgisiyle ilgili görsel geribildirimle izin verir (188). Bu geribildirimler; algı ve bilişsel fonksiyonları bir arada çalıştırdığı için multimodaldır, ilgi çekici ve motive edici olmakla birlikte kolay anlaşılabilir, ruhsal uyumu arttırabilir (183). Böylece geleneksel rehabilitasyon süreçlerindeki yorucu ve yıpratıcı işlemlerin yerine, hastanın eğlenerek rehabilitasyon sürecine aktif katılacağı bir ortam oluşturulur.

SG için kullanılan cihazlar birçok hastalıkta kullanılabilirdiği için SG uygulamaları daha ekonomik olabilirler ve sanal ortam klinik ve laboratuvar ortamlardan çok daha kolay kurulabilirdiği için yer konusunda da tasarruf sağlar. Başka bir avantajı tedavi sonuçları ile ilgili veriler kolaylıkla bilgisayar ortamına aktarılabilir ve bilgisayar ile yapılan ölçümler, daha dikkatli ve daha yüksek çözünürlüklü ölçümler olmakla birlikte manuel yapılan ölçümlerden daha tutarlı veriler sağlar (189).

SG rehabilitasyonunda oyun temelli bir eğitim ile aynı zamanda göreve yönelik egzersiz de yapılabilir. SG uygulamalarından biri olan, video bazlı oyun tedavisinde hasta bilgisayara karşı verilen görevi yaparken, fizyoterapist oyun sırasında verdiği işitsel ya da görsel mesajlarla hastaları egzersize motive eder. Geleneksel tedavilere tamamlayıcı yönde hasta ve terapist potansiyel yararlar sunmakla birlikte oyun teknolojileri ile olan tele-rehabilitasyon yöntemi ile uzaktan rehabilitasyon yapılabilmesi, terapisti meşgul etmemesi gibi avantajlara sahiptir (189,190). SG ile gerçekleştirilen uygulamalar güvenli olmakla birlikte, beceri ve koordinasyon gerektiren bir aktivite hastanın yapması istendiğinde o görevin güvenli bir şekilde, hastaya ya da çevreye zarar vermeyecek şekilde gerçekleştirilmesi imkânı da sağlanmış olur (183).

SG rehabilitasyonunda yukarıda bahsedilen avantajların yanında bazı güçlükler ve dezavantajlar da bulunmaktadır. Yeni bir yöntem olarak SG rehabilitasyonunun benimsenmesi zor olabilmekle birlikte klinik araştırmaların az olması bu yöntemin gelişmesini engellemektedir. Bilgisayar ve oyun teknolojilerinin terapistin yerini alabileceği gibi birtakım yanlış düşünceler yine bu yöntemin gelişmesine engel olmakla birlikte SG rehabilitasyonunun fizyoterapistlere yardımcı olarak fizyoterapinin etkinliğini arttırdığı bilinen bir gerçektir. Kullanılan bazı teknolojik ekipmanların başlangıçta medikal amaçlı

üretilmemeleri rehabilitasyonda kullanıma uygun olmamaktadır. Bazı oyun teknolojilerinde kullanılan oyun kumandasını üst ekstremitte fonksiyonu iyi olmayan hastalar elde tutmada sıkıntı yaşayabilmektedirler (191,192). Ayrıca son yıllarda bu cihazların maliyetlerinde düşüş olsa da, bazı özel cihazlar halen yüksek fiyatlarla satışa sunulmaktadır (189).

2.17.1. Sanal Gerçeklik Rehabilitasyonunda Kullanılan Teknolojiler

SG rehabilitasyonunda kullanılan birçok yöntem mevcut olmakla birlikte bunlar arasında başa geçirilen görüntü verici araçlar, haptik eldivenler, vücut kitleri, kabin simulatörleri, özelleştirilmiş odalar, robotik sistemler ve oyun teknolojileri sayılabilir. Bunlardan en yeni en popüler olanı oyun teknolojileridir. Sanal gerçeklik rehabilitasyonunda kullanılan oyun teknolojilerinden en meşhurları Nintendo Wii (Nintendo Co. Ltd. Kyoto, Japonya) oyun sistemi, Sony EyeToy (Logitech International S.A), Dance Dance Revolution (Konami Digital Entertainment, Japonya) ve Xbox 360 Kinect'dir (Microsoft, ABD) (191).

Bu oyun teknolojilerinden en yenisi olan Xbox 306 Kinect, oyuncunun herhangi bir kumanda kullanmadan vücut hareketleriyle oynadığı yeni bir sistemdir. Rehabilitasyon teknolojisi alanında yararlı olabileceği fark edilmekle birlikte rehabilitasyon hastalarına özel yazılımlı oyunların ve hastanın verilen hareketi ne kadar doğru yapabildiğinin gösteren yazılımların geliştirilmesine devam edilmektedir. Kinect ile yapılan rehabilitasyon için 'Kine-rehabilitasyon' ismi de kullanılmaktadır. Cihazın kullanımının kolay olması ve görsel alanlara hitap etmesi pediatrik hastalar arasında yaygınlığını oldukça artırmaktadır (193). Daha önce Nintendo Wii ile yapılan bir çalışmaya katılan erişkin hastalar en çok oyun kumandasını kullanırken zorlandıklarını bildirmişlerdir (194). Kinect teknolojisinde ise kumandaya gerek olmadığından üst ekstremitte fonksiyonları zayıf hastaların da daha rahat katılımı sağlanabilmektedir. Kinect alanında yapılan araştırmalar kısıtlı olmakla birlikte yapılacak ileri araştırmalarla hangi hastalıklarda bu sistemin kullanılabileceği, terapinin zamanlaması ve süresi, rahabilitasyon yoğunluğunun ne düzeyde olması gerektiği gibi sorulara cevap verilebilecektir.

2.17.2. Xbox 360 Kinect Oyun Konsolu

Kinect ilk olarak 2010 yılı Kasım ayında Microsoft şirketi tarafından Xbox 360 oyun konsolunun bir ekipmanı olarak piyasaya sürülmüştür (195) (Resim 3). Kinect'in en önemli özelliği iskelet algılama ve izleme sistemine sahip olmasıdır. Kinect üzerinde bulunan hareket algılama sensörleri sayesinde hiçbir kontrol aracı kullanmadan insanın hareketli eklemleri algılanabilmekte ve izlenebilmektedir. Kinect sensörünün temel bileşenleri ve işlevleri şu şekildedir (Resim 4):

1. 3D Derinlik Sensörleri: Üç boyutlu sensörler, oynama alanında kullanıcının hareketlerini izlemekle birlikte cihaz üzerinde 2 adet mevcuttur.

2. Red Green Blue (RGB) Kamera: Bir RGB kamera, kullanıcı veya kullanıcıların tanınmasına yardımcı olmakla birlikte oyun esnasında resim ve video çekebilme özelliği mevcuttur.

3. Mikrofonlar: Kinect sensörün ön kenarında, alt tarafta 2 adet mikrofon bulunmakla birlikte ses tanıma ve sohbet amacıyla kullanılırlar.

4. Motorlu Eğilme Özelliği: Kinect sensörünün altındaki mekanik sensörü gerektiğinde otomatik olarak aşağı ve yukarı doğru hareket ettirilir.

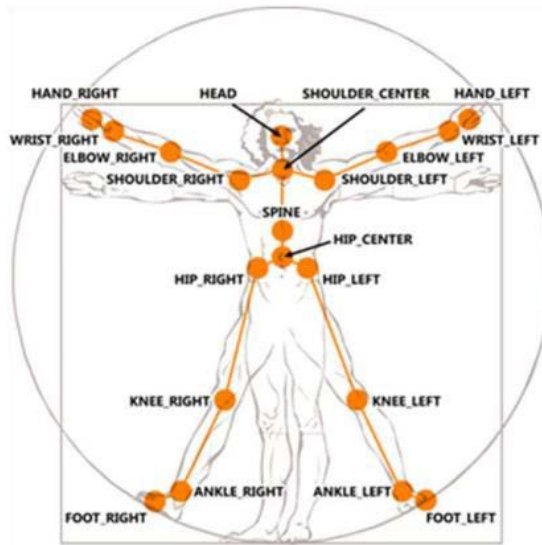
Xbox 360 Kinect kamerası insanın baş, gövde, kol, el, ayak gibi kısımlarını ve bu kısımların geçebileceği yerleri algılar. Kinect'in içerisindeki mikroşlemcide insanın yapabileceği tüm hareketler tanımlı olmakla birlikte kamera ve mikroşlemcinin senkronize çalışması sonucunda hareket doğru bir şekilde algılanır (196). Kinect, insanda bulunan 20 farklı hareketli eklem bölgesini algılayabilme özelliğine sahip bir teknolojidir (197) (Şekil 9).



Resim-3: Microsoft Xbox 360 Oyun Konsolu.



Resim-4: Kinect Hareket Algılayıcı Sensör.



Şekil-9: Kinect İskelet Eklem Pozisyonları (197).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Olgular

Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu'nun 12/12/2014 tarihli ve 15 sayılı onayı ile (Ek-1) Aralık 2014 - Aralık 2015 tarihleri arasında Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon polikliniğine başvuran 20 spastik diplejik SP'li hasta çalışmaya kabul edildi. Hastalar, çalışmanın içeriği, amacı ve uygulanışı konusunda bilgilendirildi ve onayları alındı, ailelerden yazılı onam alındı ve bilgilendirilmiş olur formununun (Ek-2) bir nüshası anne-babalara verildi.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri:

- 1- Hekim kararı veya MR görüntüleme neticesinde prenatal, perinatal veya postnatal spastik diplejik serebral palsi tanısı almış olmak
- 2- 5-15 yaş aralığında olmak
- 3- En az 30 dk desteksiz olarak ayakta durma dengesini sağlamış olmak
- 4- KMFSS'e göre Seviye I ve II düzeyinde olmak
- 5- Modifiye Ashworth Skalası (MAS)'na göre alt ekstremitte kaslarındaki spastisite düzeyi derece 1, 1+, 2 düzeyinde olmak
- 6- Basit sözel yönlendirmeleri anlayabilecek düzeyde olmak
- 7- Daha önce aktif video konsol oyunu tedavisi almamış olmak.

Çalışmadan dışlanma kriterleri:

- 1- Alt ekstremitede cerrahi müdahale geçirmiş olmak
- 2- Alt ekstremitte kaslarına son 6 ay içinde botulinum toksini enjeksiyonu yapılmış olması
- 3- Epilepsi
- 4- Mental retardasyon
- 5- Bilinen kloralhidrat allerji öyküsü.

Çalışma öncesi hastalar bir çocuk psikiyatristi tarafından kognitif açıdan klinikte değerlendirilerek mental retardasyonu bulunmayan olgular çalışmaya alındı. Çalışmaya dahil edilen her hasta için Hasta Değerlendirme Formu (Ek-3) doldurularak olguların yaşı, cinsiyeti,

ilk tanı alma ve ilk fizik tedaviye başlama yaşları kaydedildi. Birinci derece bakım veren kişi sorgulanarak olguların özgeçmişi, prenatal, perinatal ve postnatal öyküleri, ortez ve yardımcı cihaz kullanımı, iskelet deformitesi varlığı öğrenilerek kaydedildi. Olguların anne ve babalarının eğitim durumu ve meslekleri not edildi. Her olgunun boy ve kilo ölçümü yapılarak vücut kitle indeksi ve KMFSS'e göre seviyeleri kaydedildi. Fizik muayene sonucunda başlangıçta ve tedavi sonrasında, goniometre ile alt ekstremitte pasif eklem hareket açıklıkları ve MAS'a göre spastisite dereceleri ölçüldü ve kaydedildi. Başlangıçta ve tedavi sonrasında, hastaların motor fonksiyonları Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü-88 (KMFÖ-88) (Ek-4) kullanılarak; hastaların fonksiyonel kapasitelerinin belirlenmesi Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçütü (PFBÖ) (Ek-5) kullanılarak; yaşam kaliteleri ise Çocuklar için Yaşam Kalitesi Ölçeği (ÇİYKÖ) kullanılarak değerlendirildi (Ek-6).

3.2. Olguların Değerlendirilmesi

3.2.1 Fonksiyonel Değerlendirme

Çalışmaya alınan hastaların fonksiyonel değerlendirmesi tedavi öncesinde ve sonrasında KMFÖ-88 (Ek-4) kullanılarak yapıldı. KMFÖ-88, beş ana bölüme ayrılmaktadır. Yatma-yuvarlanma (A) bölümünde 17, oturma (B) bölümünde 20, emekleme-dizüstü (C) bölümünde 14, ayakta durma (D) bölümünde 13, yürüme-sıçrama (E) bölümünde 24 olmak üzere toplam 88 maddeden ibarettir. Hasta ilgili aktiviteyi başlatamıyorsa 0, başlatıyorsa 1, kısmen tamamlıyorsa 2, bağımsız tamamlıyorsa da 3 puan verilmek suretiyle aktivitelerin ne kadarını yapabildiğine göre 0-3 arasında puanlanır ve her bir bölümün kendi içinde toplam skorları hesaplanır. Bu çalışmada, çalışmaya dahil edilme kriterlerine göre hastalar KMFSS göre seviye I ve II olduğu için KMFÖ-88 formunda sadece ayakta durma (D) ve yürüme-sıçrama (E) ve toplam skorlar değerlendirmeye alındı.

Hastaların fonksiyonel kapasiteleri, tedavi öncesinde ve sonrasında PFBÖ (Ek-5) kullanılarak değerlendirildi. PFBÖ; kendine bakım, sfinkter kontrolü, transferler, hareket, iletişim, sosyal ve bilişsel durum olmak üzere 6 alanda toplam 18 madde içerir (99). Her bir maddeye hastanın yardım alma düzeyine göre 1'den 7'ye kadar puan verilir. Sorgulanan fonksiyonlar tam yardım (%25'inden azını çocuk yapıyor) ile yapılıyorsa 1 puan, maksimal yardım (%25'ini çocuk yapıyor) ile yapılıyorsa 2 puan, orta derecede yardım (%50'sini çocuk yapıyor) ile yapılıyorsa 3 puan, minimal yardım (%75'ini çocuk yapıyor) ile yapılıyorsa 4

puan, gözetim gerektiriyorsa 5 puan, modifiye bağımsız olarak yapıyorsa 6 puan, tam bağımsız olarak yapıyorsa 7 puan verilerek skorlanır. Test çocuğu doğrudan gözlemleyerek, aile veya bakıcı ile görüşme yapılarak tamamlanır ve uygulanma süresi yaklaşık 15-30 dakikadır (103).

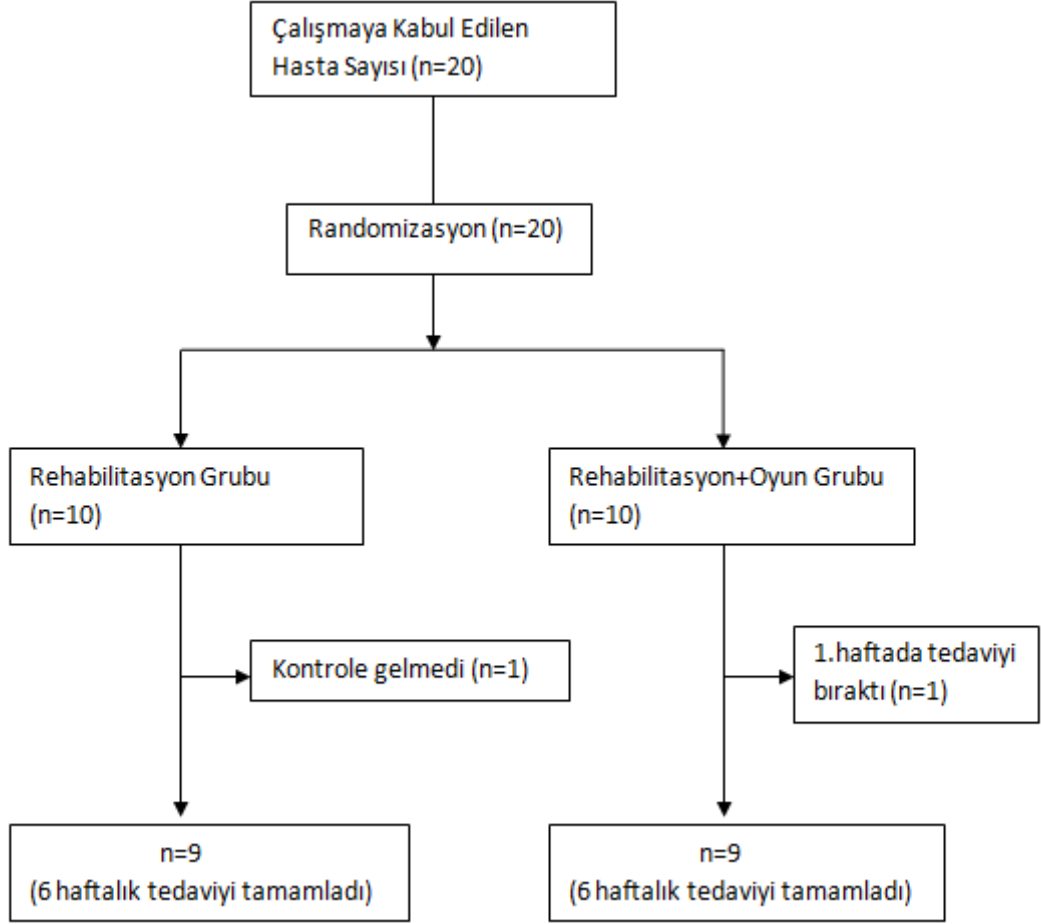
3.2.2 Yaşam Kalitesinin Değerlendirilmesi

Çalışmaya alınan hastaların yaşam kaliteleri ise tedavi öncesinde ve sonrasında ÇİYKÖ kullanılarak değerlendirildi (Ek-6). Puanlama 3 alanda yapılmaktadır. İlk olarak Ölçek Toplam Puanı (ÖTP), ikinci olarak Fiziksel Sağlık Toplam Puanı (FSTP), üçüncü olarak duygusal, sosyal ve okul işlevselliğini değerlendiren madde puanlarının hesaplanmasından oluşan Psikososyal Sağlık Toplam Puanı (PSTP) hesaplanmaktadır (113). Ölçekteki 23 maddenin her biri 0–100 arasında puanlanmaktadır. Sorunun yanıtı “hiçbir zaman” olarak işaretlenmişse “100”, “nadiren” olarak işaretlenmişse “75”, “bazen” olarak işaretlenmişse “50”, “sıklıkla” olarak işaretlenmişse “25”, “hemen her zaman” olarak işaretlenmişse “0” puan almaktadır. ÇİYKÖ toplam puanı ne kadar yüksek ise, sağlıkla ilgili yaşam kalitesi de o kadar iyi algılanmaktadır (113). ÇİYKÖ’nin kısa olması, yaklaşık 5–10 dakikalık bir sürede doldurulabilmesi, araştırmacı tarafından uygulanmasının ve puanlamasının kolay olması en önemli özelliklerindedir (113,114).

3.3. Tedavi Protokolü

Çalışma kriterlerini karşılayan 20 hasta, numaralandırılmış zarf çekim usulü ile randomize edilerek, 10 kişilik “Rehabilitasyon” tedavisi ve 10 kişilik “Rehabilitasyon+oyun” tedavisi alacak şekilde iki gruba ayrıldı. Çalışma akışı Şekil 10’da gösterilmektedir.

Birinci 10 kişilik “Rehabilitasyon” tedavisi grubuna haftada 5 gün, günde 1 saat olmak üzere toplam 6 hafta Bobath NGT protokolü ile birlikte geleneksel fizyoterapi programı verildi. Geleneksel fizyoterapi programının içeriği ve veriliş sırası Tablo 8’de gösterilmiştir. İkinci 10 kişilik “Rehabilitasyon+oyun” tedavisi grubuna ise, ilk gruba verilen geleneksel fizyoterapi programına ilave olarak haftada 5 gün, günde ½ saat olmak üzere toplam 6 hafta “Xbox 360 Kinect™” oyun konsolu kullanılarak “Kinect Sports Season Two™” ve Kinect Adventures™ oyunları oynatıldı (Resim-5). Hastalara fizyoterapi ve oyun seansı esnasında bir fizyoterapist eşlik etti.



Şekil-10: Çalışma Akış Şeması.

Tablo-8: Çalışmada Uygulanan Geleneksel Fizyoterapi Programı.

Egzersizlerin Sırası		Süresi
1	Her iki alt ekstremite için pasif EHA egzersizleri	10 dk.
2.	Her iki kalça fleksörleri, adduktörler, diz fleksörleri ve ayak dorsifleksörleri için germe egzersizleri	15 dk.
3.	Her iki alt ekstremite için refleks inhibitör paternler	15 dk.
4.	Her iki alt ekstremite için güçlendirme egzersizleri	10 dk.
5.	Denge koordinasyon egzersizleri	10 dk.



Resim-5: Çalışmada Uygulanan Kinect Oyunlar.

3.3.1 Kinect Protokolü

Uygulama için Kinect Adventures™ oyunu içeriğindeki 5 oyundan “River Rush” ve “20.000 Leaks” oyunları, Kinect Sports Season Two™ oyunu içeriğinde 6 oyundan ise “Skiing” oyunu tercih edildi. Bu oyunların tercih edilmesinin nedeni oyunların daha çok alt ekstremitte hareketleri ve gövde kontrolü sağlanarak oynanabilir olması, hastalar tarafından zorlanmadan oynanabilir olması ve hastayı tedavi süresince sıkılmayacak derecede eğlenceli olmasıydı. Her bir oyun 10 dk süreyle tatbik edildi. Oyun içerikleri ve terapötik hedefler Tablo 9’da gösterilmiştir.

Oyunlara başlamadan önce her bir hasta için sanal bir profil (avatar) oluşturuldu. Kinect oyun konsolu sistemi 47” LCD ekranına sahip televizyona entegre edildi. Hasta televizyon önünde ayakta hareket ederken, Kinect sensörü tarafından hareketleri algılanarak ekrandaki avatar tarafından taklit edildi (Resim-6). Tedavi seansları başlamadan önce hastalara oyunları ve sistemi tanıtmak, ayrıca oryantasyonu sağlamak amacıyla 2 deneme seansı uygulandı.

Tablo-9. Kinect Oyunları, Uygulama Şekilleri Ve Terapötik Hedefler.

Kinect Oyun	Oyun tanımı	Terapötik Hedef
Kinect Sports Season Two™		
<p>Skiing</p> 	<p>Oyuncu avatarı kayak pistindedir. Kayma pozisyonunda sağa sola ağırlığını vererek ve ilgili yerlerde zıplayarak parkuru tamamlamaya çalışır.</p>	<ol style="list-style-type: none">1.Sağa ve sola ağırlık aktarımı ile gövde kontrolü2.Alt ekstremitede EHA artışı3.Alt ekstremitede kas kuvveti artışı4.Alt ekstremitede fonksiyonelliğinde artış
Kinect Adventures™		
<p>River Rush</p> 	<p>Oyuncu avatarı bir bot içerisinde nehirdedir. Sağa sola adım atmak ve zıplamak suretiyle botu yönlendirerek engellere çarpmadan puanları toplamaya çalışır.</p>	<ol style="list-style-type: none">1.Alt ekstremitede EHA artışı2.Alt ekstremitede kas kuvveti artışı3.Alt ekstremitede fonksiyonelliğinde artış
<p>20.000 Leaks (Her 3 Seviye)</p> 	<p>Oyuncu avatarı sualtında cam bir küpün içerisinde. Deniz canlılarının cama çarpması suretiyle oluşan sızıntıyı, oyuncu ellerini ve ayaklarını kullanarak veya eğilerek kapatmaya çalışır.</p> <p>Oyun giderek zorlaşan düzeyde ve zaman süreli olarak 3 seviyeli.</p>	<ol style="list-style-type: none">1.Alt ekstremiteye ağırlık aktarımı ile gövde kontrolü2.Alçak hedeflere ulaşırken alt ekstremitede kaslarının güçlenmesi3.Alt ekstremitede dayanıklılığının artması4.Alt ekstremitede EHA artışı sağlanması



Resim-6: Kinect Hasta Eğitim Seansı.

3.4. DTI Protokolü

Verilen tedavinin radyolojik progresyona etkisini görüntüleyebilmek amacıyla bütün hastalara tedavi öncesi ve sonrası Diffüzyon Tensor Görüntüleme (DTI) çekildi. DTI çekimi esnasında hareketsiz durma kabiliyeti olmayan hastalara pediatrist eşliğinde oral yoldan 25-50 mg/kg dozunda kloralhidrat verilerek sedasyon sağlandı. Ailelere, sedasyon amacıyla verilen ilacın minimal solunum depresyonu yapabileceği bilgisi verildi ve ailelerin onayı alındı.

DTI incelemesi 1,5 Tesla MR cihazı (Magnetom, Symphony-Quantum, Siemens, Erlangen, Germany) kullanılarak, matrix 256×256, FOV 250 mm, number of partitions 172, kesit kalınlığı 1 mm, average=4, 0 mm gap parametreleri ile 3 boyutlu T1 ağırlıklı görüntüler elde edilerek gerçekleştirildi.

3.4.1 Görüntülerin Değerlendirilmesi ve ROI Analizi

Elde edilen görüntüler iş istasyonuna (Leonardo, Siemens Medical Solutions, Forchheim, Germany) aktarıldı ve bu görüntüler üzerinde CST ve diğer beyaz cevher alanlarını değerlendirmek üzere beyinde; CR (corona radiata), ALIC (anterior limb of internal capsule),

PLIC (posterior limb of internal capsule), mid brain, pons, medulla, genu, splenium, PWM (parietal white matter) ve OWM (occipital white matter) alanlarına aynı boyuttaki ROI (region of interest) manuel ve bilateral olarak yerleştirildi. ROI boyutları CR'da 6x6 piksel (36 mm²), medullada 3x3 piksel (9 mm²), diğer alanlarda ise 4x4 piksel (16 mm²) olarak standardize edildi. İş istasyonu tarafından otomatik olarak hesaplanan fraksiyonel anizotropi (FA) ve mean difüzyivite (MD) değerleri tüm hastalar için ayrı ayrı kaydedildi. Sağ ve sol hemisferdeki aynı alanların ortalaması alındı ve analiz buna göre yapıldı.

3.5. İstatistiksel Analiz

Elde edilen tüm verilerin istatistiksel analizi SPSS versiyon 18 (PASW Statistics for Windows, SPSS Inc., Chicago, Illinois, USA) kullanılarak yapıldı. Numerik verilerin dağılımının uygunluğu Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirildi. Normal dağılıma uygun olan veriler için gruplar arası karşılaştırmada İndependent t-testi kullanıldı. Grup içi tedavi öncesi ve sonrasındaki verilerin karşılaştırılmasında Paired t-testi kullanıldı. Kategorik verilerin karşılaştırılmasında Ki-Kare veya Fisher Exact testi kullanıldı. Sonuçlar ortalama±SD olarak ifade edildi. P değerinin < 0,05 olması istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR

Çalışmaya 5-15 yaş aralığında toplam 20 hasta alındı. Hastalar, numaralandırılmış zarf çekim usulü ile randomize edilerek, 10 kişilik “Rehabilitasyon” tedavisi ve 10 kişilik “Rehabilitasyon+oyun” tedavisi alacak şekilde iki gruba ayrıldı. Rehabilitasyon grubundan 1 hasta tedavi sonrası klinik değerlendirme ve MR çekimi için kontrole gelmedi. Rehabilitasyon+oyun grubundan 1 hasta ise tedavinin 1. haftasında çalışmadan ayrıldı. Sonuçta her bir gruptan 9 kişi olmak üzere toplam 18 hasta 6 haftalık çalışmayı tamamladı. Çalışma akışı Şekil 10’da gösterilmektedir. Katılımcıların 6’sı kadın (% 33,3), 12’si erkek (%66,7) idi. Hastaların yaş ortalaması $11,17 \pm 2,95$ idi.

Rehabilitasyon grubundaki hastaların 3’ü (%33,3) kadın, 6’sı (%66,6) erkekti. Yaş ortalaması $11,33 \pm 2,87$ yıl idi. KMFSS’ne göre 1 hasta (%11,1) Level 1, 8 hasta (%88,8) ise Level 2 idi. Tanı konma süresi ortalama $2 \pm 1,36$ yıl idi. Rehabilitasyona başlanma zamanı ortalama $3,72 \pm 2,04$ yıl idi. Hastaların vücut kitle indeksi ortalama $18,84 \pm 3,73$ kg/m² idi.

Rehabilitasyon+oyun grubundaki hastaların 3’ü (%33,3) kadın, 6’sı (%66,6) erkekti. Yaş ortalaması $11 \pm 3,2$ yıl idi. KMFSS’ne göre 3 hasta (%33,3) Level 1, 6 hasta (%66,6) ise Level 2 idi. Tanı konma süresi ortalama $1,69 \pm 1,93$ yıl idi. Rehabilitasyona başlanma zamanı ortalama $3,86 \pm 3,71$ yıl idi. Hastaların vücut kitle indeksi ortalama $17,45 \pm 2,3$ kg/m² idi.

Gruplar arasındaki cinsiyet, yaş, tanı alma zamanı, rehabilitasyona başlanma zamanı, vücut kitle indeksi arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p > 0,05$). Çalışmaya alınan hastaların demografik özellikleri Tablo 10’da gösterilmiştir.

Tablo-10: Çalışma Gruplarının Demografik Özellikleri.

	Rehabilitasyon (n=9) Ort ± SD (min-max)	Rehabilitasyon+oyun (n=9) Ort ± SD (min-max)	p
Yaş	11,33±2,87 (7-15)	11±3,2 (5-15)	0,819
Tanı zamanı (yıl)	2±1,36 (0,5-4)	1,69±1,93 (0-5)	0,704
Rehab. baş. zamanı (yıl)	3,72±2,04 (1,5-8)	3,86±3,71 (0,75-12)	0,923
VKI (kg/m ²)	18,84±3,7 (13,2-24,7)	17,45±2,3 (14-20,2)	0,357
Cinsiyet (K/E)	3/6	3/6	
KMFSS Level I/II	1/8	3/6	

Hastaların doğum ile ilişkili verileri değerlendirildiğinde Rehabilitasyon grubundaki 1 hastada (%11,1) normal vajinal yolla doğum öyküsü, 3 hastada (%33,3) düşük doğum ağırlığı, 1 hastada (%11,1) erken membran rüptürü öyküsü, 4 hastada (%44,4) zor doğum öyküsü mevcuttu. Hastaların 5'i (%55,5) birinci çocuk, 2'si (%22,2) beşinci çocuk, 1'i (%11,1) altıncı çocuk, 1'i (%11,1) yedinci çocuk olarak doğmuştu.

Rehabilitasyon+oyun grubunda ise 2 hastada (%22,2) normal vajinal yolla doğum öyküsü, 4 hastada (%44,4) düşük doğum ağırlığı, 2 hastada (%22,2) doğum sırasında kanama öyküsü, 1 hastada (%11,1) zor doğum öyküsü mevcuttu. Hastaların 2'si (%22,2) birinci çocuk, 1'i (%11,1) ikinci çocuk, 2'si (%22,2) üçüncü çocuk, 2'si (%22,2) dördüncü çocuk, 1'i (%11,1) beşinci çocuk, 1'i (%11,1) altıncı çocuk olarak doğmuştu. Her iki grupta doğumda anoksi, çoğul gebelik ve evde doğum öyküsü olan hastaların sayısı eşitti (sırasıyla 4 (%44,4), 2 (%22,2) ve 1 (%11,1)). Her iki grupta hastalarda iskelet deformitesi bulunmamaktaydı.

Çalışmaya alınan hastaların anne ve babalarının çalışma durumu incelendiğinde annelerin tamamı ev hanımıydı (%100), babaların ise 13'ü (%72,2) herhangi bir işte çalışmakla birlikte 5'i (%27,8) işsizdi. Anne ve babalarının eğitim düzeyleri sorgulandığında annelerin 12'si (%66,7) okuryazar iken babaların 17'si (%94,4) okuryazardı.

Tedavi öncesi değerlendirmede spastisite ve EHA düzeyleri, KMFÖ, ÇİYKÖ, PFBÖ skorları, FA ve MD değerleri gruplar arasında benzerdi ($p>0,05$).

Spastisite düzeyleri değerlendirildiğinde her iki grupta diz ekstensör, kalça adduktor ve ayak bileği plantar fleksör kaslarında tedavi sonrasında görülen spastisitede azalma istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$). Diz fleksör kaslarında ise her iki grupta tedavi sonrası spastisitede azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$). Gruplar karşılaştırıldığında Rehabilitasyon+oyun grubunda daha fazla azalma olmakla birlikte tedavi sonrasında diz ekstensör kaslarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0,05$). Diz fleksör, kalça adduktor, ayak bileği plantar fleksör kaslarında ise tedavi sonrasında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$). Spastisite düzeylerinin tedavi öncesi ve sonrası grup içi ve gruplar arasında karşılaştırmaları ve bunlara ait p değerleri (grup içi: p^b , gruplar arası: p^a) Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo-11: Spastisite Düzeylerinin Tedavi Öncesi ve Sonrası Karşılaştırılması.

Spastisite	Rehabilitasyon Ort ± SD	Rehabilitasyon+oyun Ort ± SD	p^a
Diz fleksor (TÖ)	2,22±0,83	1,89±0,6	0,345
Diz fleksor (TS)	2±0,86	1,67±0,7	0,384
p^b	0,169	0,169	
Diz ekstensor (TÖ)	1,44±0,52	0,78±0,83	0,06
Diz ekstensor (TS)	0,89±0,78	0,22±0,44	0,041
p^b	0,013	0,013	
Kalça Addüktör (TÖ)	1,11±0,6	0,78±0,66	0,282
Kalça Addüktör (TS)	0,44±0,52	0,22±0,66	0,444
p^b	0,004	0,013	
Ayak bileği Plantar Fleksör (TÖ)	2,33±0,5	2,0±0,86	0,332
Ayak bileği Plantar Fleksör (TS)	1,89±0,78	1,44±1,01	0,313
p^b	0,035	0,013	

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi Sonrası. p^a : Independent t-test, p^b : Paired t-test.

Eklem hareket açıklığı (EHA) düzeyleri değerlendirildiğinde her iki grupta tedavi sonrası ayak bileği dorsifleksiyonundaki EHA artışı istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$). Kalça fleksiyon, kalça ekstensiyon, kalça adduksiyon, kalça abduksiyon, diz fleksiyon, ayak bileği plantar fleksiyon EHA'da tedavi sonrası grup içinde ve gruplar arasındaki değişiklikler istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$). EHA düzeylerinin tedavi öncesi ve sonrası grup içi ve gruplar arasında karşılaştırmaları ve bunlara ait p değerleri (grup içi: p^b , gruplar arası: p^a) Tablo 12'de gösterilmiştir.

Tablo-12: Eklem Hareket Açıklığı Düzeylerinin Tedavi Öncesi ve Sonrası Karşılaştırılması.

EHA	Rehabilitasyon Ort ± SD	Rehabilitasyon+oyun Ort ± SD	<i>p</i>^a
Kalça Fleksiyon (TÖ)	116±7,07	117,78±6,66	0,736
Kalça Fleksiyon (TS)	120	117,78±6,66	0,347
<i>p</i> ^b	0,195	1,00	
Kalça Ekstensiyon (TÖ)	30	30	1,00
Kalça Ekstensiyon (TS)	30	30	1,00
<i>p</i> ^b	1,00	1,00	
Kalça Adduksiyon (TÖ)	20	20	1,00
Kalça Adduksiyon (TS)	20	20	1,00
<i>p</i> ^b	1,00	1,00	
Kalça Abduksiyon (TÖ)	39,44±1,66	40	0,347
Kalça Abduksiyon (TS)	40	40	1,00
<i>p</i> ^b	0,347	1,00	
Diz Fleksiyon (TÖ)	144,44±16,66	150	0,347
Diz Fleksiyon (TS)	150	150	1,00
<i>p</i> ^b	0,347	1,00	
Ayak bileği Dorsifleksiyon (TÖ)	8,33±5,59	8,89±8,58	0,873
Ayak bileği Dorsifleksiyon (TS)	15,56±4,64	11,11±7,81	0,166
<i>p</i> ^b	0,001	0,035	
Ayak bileği Plantar Fleksiyon (TÖ)	35,56±9,16	40	0,184
Ayak bileği Plantar Fleksiyon (TS)	36,11±7,81	40	0,174
<i>p</i> ^b	0,347	1,00	

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi Sonrası. *p*^a: Independent t-test, *p*^b: Paired t-test.

KMFÖ-88 skorları değerlendirildiğinde tedavi sonrasındaki yürüme bölümü skorlarındaki artış her iki grupta istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,05$), ancak gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p > 0,05$). Ayakta durma ve toplam skorlardaki tedavi sonrası değişiklikler grup içi ve gruplar arası karşılaştırmada istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p > 0,05$). KMFÖ-88 skorlarının tedavi öncesi ve sonrası grup içi ve gruplar arasında karşılaştırmaları ve bunlara ait *p* değerleri (grup içi: *p*^b, gruplar arası: *p*^a) Tablo 13’de gösterilmiştir.

Tablo-13: KMFÖ-88 Skorlarının Tedavi Öncesi ve Sonrası Karşılaştırılması.

KMFÖ-88 (GMFM-88)	Rehabilitasyon Ort ± SD	Rehabilitasyon+oyun Ort ± SD	p^a
Ayakta durma (TÖ)	80,31±20,88	90,28±12,5	0,237
Ayakta durma (TS)	81,45±20,27	92,28±10,28	0,179
p^b	0,105	0,088	
Yürüme (TÖ)	61,05±21,27	79,30±19,37	0,075
Yürüme (TS)	66,01±21,6	83,30±16,6	0,075
p^b	0,009	0,011	
Toplam Skor (TÖ)	70,66±20,43	84,77±15,65	0,12
Toplam Skor (TS)	73,72±20,64	87,77±13,11	0,104
p^b	0,006	0,016	

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi Sonrası. p^a : Independent t-test, p^b : Paired t-test.

PFBÖ verileri değerlendirildiğinde kendine bakım ve transfer skorunun tedavi sonrasındaki artışı Rehabilitasyon+oyun grubunda istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$). Toplam skorlardaki tedavi sonrasındaki artış her iki grupta istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$). Kendine bakım, sfinkter kontrolü, transfer, hareket, iletişim ve sosyal durum skorlarındaki tedavi sonrası değişiklikler Rehabilitasyon grubunda ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$). Sfinkter kontrolü, hareket, iletişim ve sosyal durum skorlarındaki tedavi sonrası değişiklikler Rehabilitasyon+oyun grubunda da anlamlı değildi ($p>0,05$). PFBÖ skorlarının tedavi öncesi ve sonrası grup içi ve gruplar arasında karşılaştırmaları ve bunlara ait p değerleri (grup içi: p^b , gruplar arası: p^a) Tablo 14'de gösterilmiştir.

Tablo-14: PFBÖ Skorlarının Tedavi Öncesi ve Sonrası Karşılaştırılması.

PFBÖ (WeeFIM)	Rehabilitasyon Ort ± SD	Rehabilitasyon+oyun Ort ± SD	<i>p</i>^a
Kendine bakım (TÖ)	25,22±7,71	27,22±6,36	0,557
Kendine bakım (TS)	27,67±7,48	30,33±6,24	0,424
<i>p</i> ^b	0,084	0,000	
Sfinkter kontrolü (TÖ)	11,56±2,18	12,67±1,11	0,193
Sfinkter kontrolü (TS)	11,56±2,18	12,78±1,2	0,161
<i>p</i> ^b	1,00	0,782	
Transfer (TÖ)	14,89±5,41	17,67±2,78	0,197
Transfer (TS)	15±5,4	19,11±2,61	0,063
<i>p</i> ^b	0,799	0,008	
Hareket (TÖ)	8,56±2,83	10,56±1,94	0,1
Hareket (TS)	8,78±2,9	10,89±2,14	0,099
<i>p</i> ^b	0,169	0,081	
İletişim (TÖ)	10,22±2,27	12,56±2,78	0,07
İletişim (TS)	10,67±2,23	12,67±2,82	0,116
<i>p</i> ^b	0,104	0,347	
Sosyal durum (TÖ)	15,56±4,33	18,56±2,92	0,104
Sosyal durum (TS)	16,44±4,58	19,22±2,48	0,13
<i>p</i> ^b	0,121	0,05	
Toplam Skor (TÖ)	84,44±17,19	99,22±12,39	0,053
Toplam Skor (TS)	90,11±18,77	105±12,98	0,068
<i>p</i> ^b	0,031	0,001	

TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi Sonrası. *p*^a: İndependent t-test, *p*^b: Paired t-test.

ÇİYKÖ verileri değerlendirildiğinde Ölçek Toplam Puanı'nın (ÖTP) tedavi sonrasındaki artışı her iki grupta ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,05$). Fiziksel Sağlık Toplam Puanı'nın (FSTP) tedavi sonrası artışı Rehabilitasyon grubunda istatistiksel olarak anlamlıydı ($p < 0,05$) ancak Rehabilitasyon+oyun grubunda değildi ($p > 0,05$). Psikososyal Sağlık Toplam Puanı'nın (PSTP) tedavi sonrası artışı Rehabilitasyon+oyun grubunda istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,05$). FTSP ve PSTP tedavi sonrası değişiklikleri gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı değildi ($p > 0,05$). ÇİYKÖ skorlarının tedavi öncesi ve sonrası grup içi ve gruplar arasında karşılaştırmaları ve bunlara ait *p* değerleri (grup içi: *p*^b, gruplar arası: *p*^a) Tablo 15'de gösterilmiştir.

Tablo-15: ÇİYKÖ Skorlarının Tedavi Öncesi ve Sonrası Karşılaştırılması.

ÇİYKÖ (PedsQL)	Rehabilitasyon Ort ± SD	Rehabilitasyon+oyun Ort ± SD	p^a
ÖTP (TÖ)	47,09±11,45	57,12±12,28	0,092
ÖTP (TS)	56,51±11,15	72,21±10,08	0,006
p^b	0,029	0,01	
FSTP (TÖ)	32,98±18,69	49,65±18,9	0,078
FSTP (TS)	45,13±21,37	62,15±15,5	0,071
p^b	0,022	0,061	
PSTP (TÖ)	56,62±11,95	61,10±12,21	0,272
PSTP (TS)	62,59±11,24	74,49±13,81	0,062
p^b	0,06	0,038	

ÖTP: Ölçek Toplam Puanı, FSTP: Fiziksel Sağlık Toplam Puanı, PSTP: Psikososyal Sağlık Toplam Puanı. TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi Sonrası. p^a : Independent t-test, p^b : Paired t-test.

Fraksiyone Anizotropi (FA) verileri incelendiğinde Medulla'daki tedavi sonrası FA değerinde artış Rehabilitasyon+oyun grubunda istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$), Rehabilitasyon grubunda ise anlamlı değildi ($p>0,05$). Diğer anatomik bölgelerdeki tedavi sonrası FA değişiklikleri her bir grupta ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$). FA verilerinin tedavi öncesi ve sonrası grup içi ve gruplar arasında karşılaştırmaları ve bunlara ait p değerleri (grup içi: p^b , gruplar arası: p^a) Tablo 16'da gösterilmiştir.

Mean Difüzyivite (MD) verileri incelendiğinde Mid Brain'deki tedavi sonrası MD değerinde artış Rehabilitasyon grubunda istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$), Rehabilitasyon+oyun grubunda ise anlamlı değildi ($p>0,05$). Diğer anatomik bölgelerdeki tedavi sonrası MD değişiklikleri her bir grupta ve gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bulunmadı ($p>0,05$). MD verilerinin tedavi öncesi ve sonrası grup içi ve gruplar arasında karşılaştırmaları ve bunlara ait p değerleri (grup içi: p^b , gruplar arası: p^a) Tablo 17'de gösterilmiştir.

Tablo-16: Fraksiyone Anizotropi Değerlerinin Tedavi Öncesi ve Sonrası Karşılaştırılması.

Fraksiyone Anizotropi (FA)	Rehabilitasyon Ort ± SD	Rehabilitasyon+oyun Ort ± SD	p^a
Corona Radiata (TÖ)	367,41±53,47	348,11±92,39	0,597
Corona Radiata (TS)	362,82±65,15	390,26±68,84	0,398
p^b	0,862	0,07	
ALIC (TÖ)	382,82±59,92	357,67±56,29	0,372
ALIC (TS)	373,69±102,23	399,63±60,3	0,521
p^b	0,682	0,162	
PLIC (TÖ)	552,39±66,71	510,46±129,11	0,4
PLIC (TS)	552,09±69,02	547,82±82,08	0,906
p^b	0,989	0,263	
Mid Brain (TÖ)	515,06±51,57	447,66±117,86	0,144
Mid Brain (TS)	503,66±24,92	522,72±58,69	0,39
p^b	0,576	0,074	
Pons (TÖ)	473,28±68,58	453,87±70,66	0,563
Pons (TS)	447,47±67,03	496,49±43,09	0,084
p^b	0,259	0,162	
Medulla (TÖ)	343,9±61,83	301,43±56,39	0,147
Medulla (TS)	338,31±44,7	359,34±74,26	0,477
p^b	0,789	0,013	
Genu (TÖ)	612,58±190,17	621,67±203,49	0,923
Genu (TS)	619,91±164,6	573,4±187,27	0,583
p^b	0,834	0,27	
Splenum (TÖ)	572,82±232,73	571,05±200,66	0,986
Splenum (TS)	568,92±236,41	613,84±208,63	0,675
p^b	0,899	0,147	
OWM (TÖ)	448,4±75,64	342,09±106,41	0,027
OWM (TS)	450,72±134,2	354,05±101,67	0,104
p^b	0,946	0,637	
PWM (TÖ)	292,87±21,41	308,55±68,01	0,519
PWM (TS)	333,01±52,6	344,83±56,28	0,651
p^b	0,05	0,106	

ALIC: Anterior Limb of Internal Capsule, PLIC: Posterior Limb of Internal Capsule, OWM: Occipital White Matter, PWM: Parietal White Matter. TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi Sonrası. p^a : Independent t-test, p^b : Paired t-test.

Tablo-17: Mean Difüzyivite Değerlerinin Tedavi Öncesi ve Sonrası Karşılaştırılması.

Mean Difüzyivite (MD)	Rehabilitasyon Ort ± SD	Rehabilitasyon+oyun Ort ± SD	p^a
Corona Radiata (TÖ)	855,22±109,42	899,42±137,05	0,461
Corona Radiata (TS)	891,55±94,82	879,68±122,52	0,821
p^b	0,393	0,316	
ALIC (TÖ)	835,95±65,06	829,22±44,39	0,801
ALIC (TS)	801,57±75,05	812,57±74,9	0,76
p^b	0,388	0,459	
PLIC (TÖ)	819,54±73,25	830,52±94,29	0,789
PLIC (TS)	787,88±70,72	789,08±62,51	0,97
p^b	0,24	0,054	
Mid Brain (TÖ)	817,22±63,49	866,27±58,71	0,108
Mid Brain (TS)	871,57±58,38	829,63±49,56	0,12
p^b	0,021	0,159	
Pons (TÖ)	805,96±73,91	802,85±63,03	0,925
Pons (TS)	774,13±74,33	744,1±50,46	0,331
p^b	0,254	0,091	
Medulla (TÖ)	908,12±94,8	913,77±57,14	0,88
Medulla (TS)	916,91±78,23	875,29±64,24	0,235
p^b	0,808	0,161	
Genu (TÖ)	974,51±126,69	1023,98±291,18	0,646
Genu (TS)	1017,02±223,84	995,6±306,27	0,868
p^b	0,499	0,375	
Splenum (TÖ)	960,75±176,79	1084,67±351,7	0,359
Splenum (TS)	1016,84±156,51	1091,74±487,08	0,666
p^b	0,404	0,919	
OWM (TÖ)	873,62±69,71	915,95±84,61	0,264
OWM (TS)	904,63±109,08	885,56±79,96	0,678
p^b	0,242	0,198	
PWM (TÖ)	937,66±65,05	900,99±103,87	0,383
PWM (TS)	890,25±97,39	881,11±85,29	0,835
p^b	0,131	0,427	

ALIC: Anterior Limb Internal Capsule, PLIC: Posterior Limb Internal Capsule, OWM: Occipital White Matter, PWM: Parietal White Matter. TÖ: Tedavi öncesi, TS: Tedavi Sonrası. p^a : Independent t-test, p^b : Paired t-test.

5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Bu çalışmanın amacı geleneksel fizyoterapi tedavisine ilave olarak uygulanan sanal gerçeklik rehabilitasyonunun SP'li hastaların alt ekstremitte fonksiyonlarına olan etkisinin araştırılması ve nöronal plastisite zemininde gelişebilecek radyolojik progresyonun DTI ile gösterilmesi idi. Çalışmamızın sonuçlarına göre geleneksel fizyoterapi programlarına ilave sanal gerçeklik temelli aktif video oyunlarının spastisiteyi azaltmak ve EHA'nı arttırmak suretiyle alt ekstremitte fonksiyonlarında iyileşme sağladığı saptandı. Her iki tedavi yöntemi ile hastaların fonksiyonelliğinde artış olmasına rağmen sanal gerçeklik oyun tedavisinin (SGOT) kendine bakım ve transfer gibi fonksiyonel alanların gelişiminde daha üstün olabileceği gösterildi. Ayrıca her iki tedavi yönteminin hastalarda yaşam kalitesini arttırdığı, bununla birlikte SGOT'nin hastaların psikososyal durumuna olumlu katkıda bulunabileceği ortaya kondu. SGOT'nin radyolojik olarak fraksiyone anozitropiyi arttırmak suretiyle kortikospinal yolakta plastisite yoluyla iyileşme sağlayabileceği gösterildi.

Spastik diplejik tip, SP'nin en yaygın görülen klinik formu olup bu hastalarda spastisite nedeniyle hareket güçlüğü gelişmekte ve buna bağlı alt ekstremitelerde fonksiyon kaybı olmaktadır (4-6). Bu fonksiyonelliği arttırmak için gereken beyin plastisitesinin sağlanmasında yoğun, çok tekrarlı, görev odaklı, duyuşsal ve görsel uyarıların kullanıldığı, motor becerileri geliştirmeye yönelik uygulamaların önemi bilinmektedir (198). SGOT, uyarıcı ve eğlenceli ortamlar oluşturarak interaktif öğrenmeyi destekleyen, kişilerin ilgi ve motivasyonlarını kullanarak görev odaklı yöntemlerle çalışma imkânı sunan, sık tekrarlar sağlanması nedeniyle motor öğrenmeyi destekleyen bir yöntemdir (12). Uygulamaların sıklığının, yoğunluğunun ve süresinin arttırılmasına olanak sağlar (199,200). Beyin reorganizasyonu ile ilgili bir teoriye göre hareket paterninde değişiklik yapabilmek için yüzlerce kez tekrar gerekmektedir (201). Ayrıca bir klasik terapi seansında yaklaşık 10-40 tekrar yapılabildiği rapor edilmekle birlikte bu rakam gereken yüzlerce kez tekrardan çok azdır (202). Geleneksel fizyoterapi yöntemleri incelendiğinde tedavi sırasında yapılan sık tekrarların hastanın motivasyonunu düşüren ve egzersize uyumunu olumsuz yönde etkileyen bir unsur olduğu göze çarpmaktadır (203). Motivasyondan uzak klasik hareket tedavilerinin aksine SGOT, nöroplastisite gelişimini sağlamak için hastayı gereken sayıda tekrar yapmaya teşvik eden bir yöntemdir (204).

Oyun teknolojilerinin sanal gerçeklik rehabilitasyonunda kullanılması ile ilgili olarak Reid'in 2002 yılında yapmış olduğu bir pilot çalışmada oyun temelli sanal gerçeklik yöntemlerinin tedavi amaçlı kullanılabilir olduğu belirtilmiştir. Daha önce bu tip çalışmalara katılmayan çocuklarda bile yüksek derecede motivasyon, ilgi, memnuniyet oluşturduğu ve bu uygulamadan sonra çalışmalara katılım oranında artış olduğu belirtilmiştir (183). Sanal gerçeklik rehabilitasyonunda kullanılan oyun teknolojilerinden olan Xbox 360 Kinect™ oyun teknolojisi, bu alanda kullanılan diğer oyun teknolojilerine göre daha yeni bir teknoloji olmasına karşın birtakım avantajlara sahiptir. Oyun esnasında hastanın elleri ve ekstremiteleri ile sensör tutmasına ya da vücuduna herhangi bir sensör giymesine ihtiyaç olmaması, ayrıca infra-red kameradan dolayı "full body motion" özelliği sayesinde oyun esnasında hastalara hareket özgürlüğü sağlaması sistemin en büyük avantajlarıdır (205). Bu yönleriyle oyun teknolojileri içerisinde motor becerilerin geliştirilmesine yönelik kullanım açısından uygun bir sistem olduğu açıktır (13,206). Bu nedenle biz çalışmamızda Xbox 360 Kinect™ oyun teknolojisini tercih ettik. Robot bazlı (Rutgers Ankle CP, Lokomat) ve IREX (Interactive Rehabilitation and Exercise Systems) gibi sanal gerçeklik rehabilitasyon sistemlerinin ise tedavide etkin olmalarına rağmen bu sistemlerin maliyeti yüksektir, evde kullanımı zordur, ayrıca hasta vücuduna ya da ilgili ekstremitesine aparat giymek zorunda olduğundan rahatsızlık hissi vermek gibi bazı dezavantajları vardır (207). Bir derlemede düşük maliyetli oyun konsol sistemi olan Playstation 2™'nin IREX'e göre tüm hastalarda olmasa da bazılarında performans, eğlence ve kullanılabilirlik açısından üstün olduğu bildirilmiştir (208). Bu yöntemlerle kıyaslandığında maliyet açısından daha ekonomik olan Xbox 360 Kinect™ gibi oyun konsol teknolojileri, rehabilitasyon merkezleri ve ev ortamlarında tele-rehabilitasyon programının bir parçası olmakla birlikte klinik kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (209).

Sanal gerçeklik oyun tedavileri günümüzde SP'li hastalarda üst ve alt ekstremitte rehabilitasyonu, ayrıca yürüme ve denge eğitimi alanlarında kullanılmaktadır (185). Literatürde SP'li hastalarda daha çok üst ekstremitte ve denge rehabilitasyonuna yönelik araştırmalar bulunmakla birlikte alt ekstremitte çalışmaları kısmen daha azdır. Sanal gerçeklik uygulaması kullanılarak yapılan alt ekstremitte çalışmalarının çoğunda birbiriyle yakın ilişkili olması nedeniyle denge ve alt ekstremitte fonksiyonları birlikte değerlendirilmiştir (210,211). Bunların dışında literatürde Kinect oyun teknolojisinin SP'li hastalarda üst ekstremitte rehabilitasyonunda (212,213), Parkinson'lu yetişkin hastalarda alt ekstremitte ve denge rehabilitasyonunda (14,214), inmeli hastalarda üst-alt ekstremitte ve denge rehabilitasyonunda

(203,209,215) kullanıldığı çalışmalar da bulunmaktadır. Ayrıca SP'li hastalarda sadece oyun konsol sistemlerinin kullanıldığı çalışmaların yanı sıra tedavi etkinliğini ve hasta uyumunu arttırmak amacıyla robotik ve treadmill sistemlerine entegre sanal gerçeklik uygulamalarının kombine kullanıldığı çalışmalara da rastlamak mümkündür (204,216,217).

SP'li hastalarda uygulanan tedavinin motor fonksiyonlara olan etkisini belirlemek için KMFÖ-88 sıkça kullanılan bir değerlendirme ölçütüdür. Çalışmamıza benzer olarak Luna-Oliva ve arkadaşlarının SP'li hastalarda Xbox 360 Kinect™ oyun konsolu kullanarak konvansiyonel fizyoterapiye ilave edilen SGOT programı sonrasında KMFÖ-88'in ayakta durma (D) ve yürüme-sıçrama (E) bölümlerinde anlamlı artış saptanmış olup bunun nedeninin Xbox 360 Kinect™ video oyun sisteminin belirlenen görevlerde tekrar açısından yüksek tedavi yoğunluğuna izin veren bir yöntem olması ayrıca uygulanan eğitimin yoğun ve görev odaklı olmasının da bu gelişmeleri sağlayabileceği vurgulanmıştır (13). Çalışmamızdan farklı olarak başka bir ticari oyun konsolu olan Nintendo Wii™ kullanılarak SGOT uygulanan bazı çalışmalarda da çalışmamıza benzer şekilde KMFÖ-88'in ayakta durma ve yürüme-sıçrama skorlarında anlamlı artış saptanmıştır (192,211,218). Bu çalışmalarda fonksiyonel iyileşmenin nedenleri; oyun tedavisinin yoğunluğu, hastanın terapi süresince tekrarları ve görev sürelerini aşması, verilen oyun tedavisinin görev odaklı ve problem çözmeye dayalı olması nedeniyle hastada davranışsal değişikliklere ve nöroplastisiteye neden olması olarak sıralanmış (211), ayrıca çalışmada seçilen oyunların denge ve alt ekstremitte fonksiyonlarını arttırmaya yönelik olmasının bu farkı oluşturabileceği vurgulanmıştır (218). Literatürde pahalı sanal gerçeklik sistemleriyle (IREX, hCVT) veya robotik cihazlara/treadmille entegre olarak yapılmış çalışmalar da mevcuttur. Çalışmamızdan farklı olarak IREX (Interactive Rehabilitation and Exercise Systems) sanal gerçeklik sistemi kullanılarak yapılan bir çalışmada (15), treadmill entegre sanal gerçeklik sistemi kullanarak yapılan başka bir çalışmada (217), ayrıca bir robotik cihaz olan RA CP (Rutgers Ankle CP) sistemine sanal gerçeklik oyunları entegre edilerek yapılan bir diğer çalışmada da (204) çalışmamıza benzer şekilde KMFÖ-88 ayakta durma ve/veya yürüme-sıçrama skorlarında anlamlı artış bulunmuştur. Çalışmamızda SGOT verdiğimiz gruptaki bu iyileşme ise tedavide seçilen oyunların sıçrama, ağırlık aktarımı, denge ve ileri düzey motor becerileri arttırmaya yönelik oyunlar olması nedeniyle gelişmiş olabilir. Ayrıca SP'li hastalarda ayakta durma ve yürüme-sıçrama fonksiyonlarını geliştirmek için pahalı sistemlerin etkinlikleri göz önünde bulundurulduğunda benzer tedavi etkinliğini ortaya koyan oyun konsollarının maliyet ve ulaşılabilirlik açısından değerlendirildiğinde bu sistemlere göre kullanımda ön plana alınabileceğini düşünüyoruz.

SP'li hastalarda ortaya çıkan spastisitenin inen CST hasarı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir (219). Bu hastalarda spastisite nedeniyle, ayrıca gelişen kontraktürlere de bağlı olarak ekstremitelerde EHA'da azalma meydana gelebilir. Bu nedenle SP'li hastalarda tedavi hedeflerinden biri de spastisiteyi azaltmak ve EHA'nı arttırmak suretiyle fonksiyonelliği geliştirmektir. Wu ve arkadaşları tarafından portable bir robotik sisteme interaktif video oyunu entegre edilerek yapılan bir çalışmada çalışmamıza benzer şekilde tedavi sonrasında ayak bileğinde EHA'nda artış ve spastisitede anlamlı derecede azalma görülmekle birlikte bu iyileşmenin nedeni olarak uygulanan pasif germe, hareketin aktif yapılması ve oyun temelli biofeedback mekanizmaları öne sürülmüştür (216). Bryanton ve arkadaşları tarafından IREX ile yapılan bir çalışmada ise çalışmamıza benzer şekilde ayak bileği dorsifleksiyon EHA artmış olarak bulunmakla birlikte eklemi gergin pozisyonda tutma süresinin sanal gerçeklik ile yapılan egzersizlerde daha yüksek olduğu, ayrıca konvansiyonel egzersizlere kıyasla sanal gerçeklik uygulamasının daha çok tekrar sağladığı saptanmıştır (220). Klasik hareket tedavilerinin aksine SGOT, nöroplastisite gelişimini sağlamak için hastayı gereken sayıda tekrar yapmaya teşvik eden bir yöntemdir (204). Çalışmamızda ayak bileğindeki EHA ve spastisite değişikliklerinin yanı sıra diz ekstensör ve kalça adduktor kas gruplarındaki spastisite her bir grupta anlamlı derecede azalmakla birlikte bu kas gruplarından yalnızca diz ekstensörlerindeki spastisite azalması oyun grubunda daha fazlaydı. Çalışmamızda oyun grubunda hastanın ayakta oyun oynayarak diz ekstansör kas grubunda istemsiz yaptığı germe egzersizleri spastisitenin azalmasına neden olmuş olabilir. Germe egzersizleri kas-tendon bileşkesinde birtakım mekanik değişikliklere yol açmakla birlikte germe sonucu kas içiği duyarlılığının ve gama aktivitesinin azaldığı ve böylece kasın gerime karşı duyarlılığının düştüğü gösterilmiştir (221,222).

SP'li hastalarda yaşam kalitesi, fonksiyonel kısıtlılık nedeniyle olumsuz yönde etkilenmiştir. Bu hastalarda yaşam kalitesini artırmaya yönelik tedavi uygulamaları önemlidir. Literatürde sanal gerçeklik rehabilitasyonu uygulanan hastalarda yaşam kalitesinin değerlendirildiği çalışmaların sayısı kısıtlıdır. Burdea ve arkadaşları robotik sisteme entegre SGOT sonrası çalışmamıza benzer şekilde ÇİYKÖ toplam skorlarının bazı hastalarda anlamlı olarak arttığını saptamıştır (204). Sanal gerçeklik oyunlarının motor öğrenme teorisine uygun olarak motivasyonu arttırdığı, çok tekrarlı harekete olanak sağladığı ve hedefe spesifik olması nedeniyle tedavinin verimliliğini artırdığı literatürde vurgulanmıştır (12,183,223,224). Tedavinin verimli olmasını ortaya koyan etkili bir unsur ise hastanın tedaviden duyduğu

memnuniyettir (225). Tarakçı ve arkadaşlarının Nintendo Wii™ kullanarak yaptığı bir çalışmanın sonucuna göre SGOT hastalar tarafından eğlenceli ve motive edici bulunmuştur (210). Bizim çalışmamızda da psikososyal skorlar oyun grubunda anlamlı olarak artmıştı. Oyun tedavisi verilen hastaların psikososyal yaşam kalitesi skorlarındaki artışın nedeni oyun tedavisinin motive edici ve eğlenceli olması nedeniyle rehabilitasyon uyumunu arttırması ile açıklanabilir.

SP, fonksiyonel kısıtlılıklara neden olmasıyla hastanın günlük yaşam aktivitelerini olumsuz yönde etkileyen bir hastalıktır. Bu hastalarda uygulanan tedavi hedeflerinden biri de fonksiyonelliği arttırmaktır. PFBÖ'nün özürüllüğün derecesini belirlemede, tedavi amaç ve yöntemlerini planlamada, tedavi sonuçlarını takip etmede ve hastadaki iyileşme düzeyini belirlemede etkili bir ölçüt olduğu yapılan çalışmalarda gösterilmiştir (99,226). Sanal dünyada bir görsel-uzaysal görev eğitiminin, çözüm bulmayı geliştirecek şekilde gerçek dünyaya transferine yönelik çalışmalar devam etmektedir (227). İnmeli hastalarda sanal gerçeklik sistemlerinde yürüme kabiliyetine yönelik alt ekstremiteler ile ilgili eğitimlerin yürümeyi geliştirecek şekilde gerçek hayata aktarımı çalışmalarda gösterilmekle birlikte (207), pediatrik hastalarda bu çalışmalar yetersizdir (211). Nintendo Wii™ kullanılarak SGOT uygulanan bir çalışmada çalışmamıza benzer şekilde PFBÖ kendine bakım skoru anlamlı düzeyde artış göstermişken (228), başka bir çalışmada ise PFBÖ transfer skorlarında anlamlı değişiklik saptanmamıştır (229). Çalışmamızda diz ekstansör kaslarında spastisitenin azalması, ayak dorsifleksiyon EHA'da artış olması, KMFÖ-88 yürüme ve sıçrama skorlarındaki artış hastaların transfer becerilerindeki artışın nedeni olabilir. Ayrıca SGOT'nin kendine bakım ve transfer skorlarını arttırmak suretiyle toplam skorlara olumlu etki etmesi, oyun tedavisinin görev odaklı ve sık tekrarlar içeren bir sistem olması nedeniyle fonksiyonellik ve kişinin özbakımına olumlu katkılar sağlamış olması ile de açıklanabilir.

Kortikospinal traktus (CST) distal ekstremitelerin hareketlerini kontrol eden en önemli yolak olmakla birlikte SP'li hastalardaki motor sonuçların prognozu CST'nin durumu ile yakından ilişkilidir (18,19). SP'li hastalarda kranial USG, BT, MRG gibi görüntüleme yöntemleri kullanılmaktadır (230,231). Ancak bu yöntemler motor disfonksiyonun nedenini saptamada ve detaylı bilgi verme konusunda genellikle yetersizdir (22,232). Fonksiyonel MRG (fMRI), tarayıcının içindeyken hastanın komutları uygulaması sırasında beyindeki küçük kan akımı değişikliklerini ölçülerek aktivasyonun saptanması esasına dayalı bir tekniktir. Difüzyon Tensör Görüntüleme (DTI) ise, CST'nin durumunu ve beyaz cevher hasarını

değerlendirmek amacıyla son yıllarda geliştirilmiş bir manyetik rezonans görüntüleme tekniğidir (19,20). DTI, suyun difüzyon özelliklerinin miktarını belirleme konusundaki üstünlüğü nedeniyle nöral traktusların mikrostrüktürel yapısı hakkında bilgi sağlar (21). Motor fonksiyon bozukluğu olan SP'li hastalarda yapılan bazı çalışmalarda etkilenmiş CST'nin DTI parametrelerinin motor bozukluk şiddetiyle ilişkili olduğu bulunmuştur (20,22,23).

DTI parametreleri içerisinde ortalama difüzyon (mean diffusivity=MD) ve fraksiyonel anizotropi (FA) dokunun mikrostrüktürel organizasyonunu gösteren ve en sık kullanılan iki parametredir. MD, suyun difüzyonunun ortalama uzaysal büyüklüğü olarak ifade edilmekle birlikte dokunun su içeriğine daha duyarlı bir ölçek iken; FA, difüzyonun doğrultusuna göre ek bilgi sağlamakla birlikte aksonal membran bütünlüğü, miyelinizasyon düzeyi, aksonal yoğunluk ve tutarlılık dahil olmak üzere birçok faktörün karmaşık bir kombinasyonunu yansıtmaktadır ve bu nedenle dokunun mikrostrüktürel yapısındaki değişikliklere daha spesifiktir (233). İmmatür sağlıklı beyinde yapılan DTI çalışmalarında, beyin matürasyonu sağlandıkça beyaz cevherde kademeli bir şekilde MD değeri azalmakta ve FA değeri artmaktadır (234–236). DTI parametreleri yaşamın ilk 2 yılında, özellikle de ilk 6 ayda hızlı değişkenlik göstermektedir (237). MD ve FA; CST, periventriküler beyaz cevher ve korpus kallozumdaki erişkin değerlerine ortalama yaşamın 25-50. ayında ulaşmaktadır (236). Yapılan bir çalışmada sağlıklı çocuklara kıyasla SP'li çocuklarda tedavi başlangıcında saptanan azalmış FA ve artmış MD değerleri, suyun moleküler difüzyonuna karşı dokunun yapısal bariyerlerinin bozulduğunu veya kaybolduğunu ortaya koymuştur (238). Çalışmamızda da radyolojik progresyon araştırmasında FA ve MD ölçekleri kullanılmıştır.

Yapılan çalışmalar beyin reorganizasyonunun spontan iyileşme ile oluşabileceğine işaret etmekle birlikte reorganizasyonun gelişmesinde fiziksel egzersizlerin önemli olduğunu ortaya koymaktadır (239). Son çalışmalar rehabilitasyon tedavisinin motor öğrenme teorisine dayalı tekrarlayıcı uygulamalarla karakterize olduğunu ortaya koymakla birlikte (240) motor korteks alanı içinde dendritik millerin büyüdüğü, sinaptogenez ve reorganizasyonun arttığı (tedaviye bağlı) nöral plastisiteye yol açtığını göstermektedir (238). Fiziksel egzersizlerin yanı sıra beyin kapasitesini öğrenmeye zorlayıcı zihinsel görüntüleme, ayna terapisi, robotik interaktif eğitim ve sanal gerçeklik tedavisi gibi umut vadeden rehabilitasyon yaklaşımları nöral plastisite gelişimi için inmeli ve SP'li hastalarda kullanılmaktadır.

Literatürde fizyoterapi veya başka bir müdahale sonucu beyinde DTI değişikliklerini gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Trivedi ve arkadaşları tarafından botulinum toksin enjeksiyonu ve fizyoterapinin değerlendirildiği bir çalışmada çalışmamızla benzer şekilde FA'nın artmış olduğu bulunmakla birlikte bu artış temporal lobda ve CST'nin PLIC (posterior limb of internal capsule) düzeyinde saptanmıştır. Ayrıca bu çalışmada MD değerinin motor yolaktaki değişiklikleri anlamlı bulunmamıştır. Çalışmada PLIC seviyesindeki CST'de tedavi sonrası artmış olan FA değeri, tedavi sonrası düzelen klinik skorlarla birlikte değerlendirildiğinde verilen kombine tedavinin bu hastalarda motor yollardaki fonksiyonel konnektiviteyi arttırdığı öne sürülmekle birlikte MD değerinde değişiklik olmaması tedavi sonrasında CST'nin interstisyel su içeriğindeki önemsiz değişikliğe atfedilmiştir (238). Kim ve arkadaşları tarafından hemiplejik hastalarda rehabilitasyon tedavisinin değerlendirildiği başka bir çalışmada çalışmamızla benzer şekilde FA değeri artmış olmakla birlikte bu çalışmada ROI bazlı analiz yerine bütün traktus analiz edilmiş ve fiber liflerinin haritası çıkarılarak gerçek CST değerlendirilmiştir (24). Çalışmamızda medulla seviyesindeki FA değerinin oyun tedavisi alan grupta anlamlı olarak artmış olması CST'de ilgili bölgede nöroplastisiteye neden olarak iyileşme sağlandığını ortaya koymaktadır. Ayrıca çalışmamızda rehabilitasyon grubundaki mid brain seviyesindeki MD değeri de tedavi sonrasında anlamlı olarak artmakla birlikte bu artışın nöral dokuda ödem gelişmesine mi yoksa tedavi sonrası tetiklenmesi olası bir inflamasyona mı bağlı olduğu bilinmemektedir. Şüphesiz bu konuda ileri histopatolojik çalışmalara ihtiyaç vardır.

SGOT sonrası fMRI (fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme) ile radyolojik progresyonu gösteren çalışmalar literatürde mevcut olmakla birlikte çalışmamız SP'li hastalarda alt ekstremitelere yönelik aktif video oyunları ile sanal gerçeklik rehabilitasyonu uygulayarak radyolojik progresyonu DTI ile araştıran ilk çalışmadır. Sanal gerçeklik rehabilitasyonu sonrası kortikal reorganizasyon ve radyolojik progresyon çalışmalarının ilki olarak You ve arkadaşlarının bildirdiği bir olgu sunumunda fMRI sonrası primer sensorimotor kortekste (SMC) aktivasyon artışıyla karakterize ve artan motor becerilerle ilişkili nöroplastik değişiklik saptanmıştır (16). Golomb ve arkadaşlarının ev tabanlı SGOT uyguladığı bir çalışmada ise fMRI ile beyinde ilgili alanlarda anlamlı aktivasyon artışları saptanmıştır (17). Çalışmamızda farklı bir oyun teknolojisi ve görüntüleme yöntemi kullanılmasının yanı sıra SGOT sonrası nöroplastisite gelişmesi açısından çalışmamızın sonuçları bu çalışmalarla benzerdir. IREX ile inmeli yetişkin hastalarda yapılan fMRI çalışmalarında da SMC'de aktivasyon artışları saptanmakla birlikte bir çalışmada bu iyileşmenin etkilenen ekstremitenin

muhtemel fonksiyonel iyileşmesine bağlı veya anormal kortikal aktivasyonunun inhibisyonuna bağlı olarak ortaya çıkabileceği (184), başka bir çalışmada ise nöral organizasyondaki pozitif değişikliklerin fonksiyonel ambulasyonla ilişkili olabileceği vurgulanmıştır (71). Her iki çalışmada da olgu grubu, müdahale yöntemi, ve kullanılan radyolojik değerlendirme metodu bizim çalışmamızdan farklı olmakla birlikte nöroplastisite gelişmesi açısından sonuçlarımız bu çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Çalışmamızın olgu sayısının az olması, fizyoterapistlerin tedavi uygulanan hastaların grubuna kör olmaması ve beyindeki DTI değişikliklerinin ileri yaşlarda daha zor ortaya çıkabilmesi nedeniyle çalışmanın daha düşük yaştaki hastalarda yapılamamış olması kısıtlılıklarımız olarak sayılabilir. Ayrıca çalışmamızda DTI verilerinin ROI bazlı analizle değerlendirilmesi diğer bir kısıtlılıktır. ROI analiz yapılarak elde edilen kantitatif DTI parametreleri 2 boyuta sınırlı olmakla birlikte beyaz cevher fiber demetlerinin yoğunluğu hakkında bilgi sağlamamaktadır. Bunun aksine DTI'dan geliştirilmiş bir teknik olan Difüzyon Tensor Traktografi ise beyaz cevher yollarının yapısı ve yoğunluğu ile ilgili 3 boyutlu görüntüleme imkanı sunmaktadır (182).

Bu tez çalışmasının sonucunda, konvansiyonel fizyoterapiye eklenen Kinect oyun teknolojisinin, spastisiteyi azaltmak ve EHA'nı arttırmak suretiyle transfer becerilerini geliştirerek hastaların alt ekstremitte fonksiyonlarını iyileştirebileceği, hastanın psikososyal durumuna olumlu katkıda bulunabileceği ve CST'de FA'yı arttırmak suretiyle nöral plastisite gelişiminde etkili olabileceği bulunmuştur. Kısıtlı imkanların olduğu durumlarda sanal gerçeklik oyun tedavisi, SP'li hastaların alt ekstremitte rehabilitasyonunda ucuz, ulaşımı kolay ve hastanın kendi evinde kullanabileceği alternatif bir yöntem olarak kullanılabilir. Hastayı motive etme kapasitesi yüksek olan ve eğlendirerek tedavi eden bu oyun sisteminin etkinliği ile ilgili geniş hasta grupları içeren randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

6. EKLER

Ek-1. Etik Kurul Onayı



T.C.
HARRAN ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
Etik Kurul Başkanlığı

Sayı : 74059997.050.01.04/ 191
Konu : Proje

15./12/2014

Sayın Yrd.Doç.Dr. Ahmet TUTOĞLU
Tıp Fakültesi
Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

Yürütücüsü olduğunuz “Serebral Palsili Çocuklarda İnteraktif Video Oyunlarının Fonksiyonel Etkinliğinin ve Radyolojik Progresyonun Difüzyon Tensor Görüntüleme (DTI) ile Araştırılması” başlıklı çalışmaya Etik Kurul Onayı verilmesine, Kurulumuzun 12.12.2014 tarih ve 12 nolu oturum 15 sayılı kararı yazımız ekinde gönderilmektedir.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederim.

Doç.Dr. Hakan CAMUZCUOĞLU
Etik Kurul Başkanı

EK: Etik Kurul Kararı (1 Adet)

...../12/2014 Sek.S.IYİĞÜN

Tıp Fakültesi Morfoloji Binası Diyarbakır yolu üzeri Yenişehir Kampüsü 63300 ŞANLIURFA
Telefon : (0 414) 318 30 31 – 318 30 00 Fax: (0 414) 318 31 92 e-mail: etik.kurul@yahoo.com

HARRAN ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ Etik Kurul Kararı	
TARİH	: 12/12/2014
OTURUM	: 12
SAAT	: 15:00

14/12/15	<p>Karar: Üniversitemiz Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Yrd.Doç.Dr. Ahmet TUTOĞLU'nun sorumlu araştırmacı olduğu “Serebral Palsili Çocuklarda İnteraktif Video Oyunlarının Fonksiyonel Etkinliğinin ve Radyolojik Progresyonun Difüzyon Tensor Görüntüleme (DTI) ile Araştırılması” başlıklı çalışmaya Etik Kurul Onayı verilmesine,</p> <p>Oybirliğiyle / Oyçokluğuyla karar verilmiştir.</p> <p>ASLI GİBİDİR</p> <p>Doç.Dr. Hakan CAMUZCUOĞLU Etik Kurul Başkanı</p>
----------	---

Ek-2. Hasta Bilgilendirilmiş Olur Formu

ÇALIŞMANIN BAŞLIĞI:

Serebral palsili çocuklarda interaktif video oyunlarının fonksiyonel etkinliğinin ve radyolojik progresyonun Difüzyon Tensor Görüntüleme (DTI) ile araştırılması

HASTA ADI: _____

Bu çalışmanın amacının Serebral palsili çocuklarda hareket etkileşimli (interaktif) video oyunlarının alt ekstremite fonksiyonlarına etkinliğinin ve bu etkinliğin radyolojik progresyonunun Difüzyon Tensor Görüntüleme (DTI) ile araştırılması olduğu doktorum tarafından bana söylendi. HRÜTF FTR polk'e başvurulan CP tanısı konulan hastaların çalışmaya dahil edileceği anlatıldı.

Bu çalışmada çocuğumun tedavi öncesi ve sonrası muayene bilgilerinin kaydedileceği; çocuğumun tedavi grubunun kapalı zarf yöntemi ile belirlenerek duruma göre, alt ekstremite için fizik tedavi programı ve/veya video oyunu ile rehabilitasyona alınacağı; tedavi öncesi ve sonrası GMFS (Gros Motor Fonksiyon Skalası) ve WEEFIM (Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçütü) ölçekleri doldurulacağı ayrıca tedavi öncesi ve sonrasında DTI çekileceği, DTI işlemi sırasında çocuğumun uyutulması için ağızdan kloralhidrat ilacı verileceği, bu ilacın solunuma etkilerinin minimal olduğu ancak nadiren de olsa solunum depresyonu yapabileceği bilgileri doktorum tarafından açık bir şekilde anlatıldı.

Çalışmanın 1 yıl içinde bitirilmesi planlanmakta olup, çalışmaya 20 serebral palsili çocuk katılması beklenmektedir. Bu çalışmanın kapsamındaki bütün muayene, tetkik ve diğer tıbbi bakım için benden hiçbir ücret talep edilmeyecektir. Bu çalışmadan çıkarılan sonuçlar başka insanların yararına kullanılabilir. Bu çalışmanın kapsamındaki bütün muayene, tetkik ve diğer tıbbi bakım için benden hiçbir ücret talep edilmeyecektir. **Eğer bu çalışmaya katılmayı kabul etmezsem, kabul görmüş tedavileri alma hakkına sahip olduğumun bilincindeyim.**

Çalışmanın yürütülmesinden sorumlu doktor veya destekleyen kuruluş, almakta olduğum tıbbi bakımın kalitesini yükseltmek amacıyla veya çalışma programının gereklerini yerine getirmedeki ihmali nedeniyle, benim onayımı almadan beni çalışma kapsamından çıkarabilir.

Çalışmanın yürütülmesi, olası yan etkiler veya bir hasta olarak haklarım konusunda kafamda sorular belirlediğinde aşağıda belirtilen kişiyle bağlantı kurmam yeterli olacaktır:

Dr. Ahmet TUTOĞLU – Dr. Ali ŞAKALAR Telefon: 0505 584 4064 – 0507 831 4487

Çalışma süresince tutulan bütün kayıtlar ve dosya bilgileri gereğinde Dr. Ahmet TUTOĞLU – Dr. Ali ŞAKALAR ve yöneticilerine ulaştırılacaktır. Bu çalışmadan elde edilen bilgiler ilacın kullanımının onaylanması için veriye ihtiyaç duyan diğer ülke hükümetlerine ve ilgili birimlerine iletilebilir. Bu çalışmanın sonuçları toplantılar veya bilimsel yayınlarda sunulabilir, ancak bu durumda kimliğim kesin olarak gizli tutulacaktır.

Bu çalışmaya katıldığım için zarar görürsem, ihtiyaç duyacağım tıbbi bakım, sorumlu doktor ve bu hastane tarafından yerine getirilecektir. Masraflarım Dr. Ahmet TUTOĞLU – Dr. Ali ŞAKALAR tarafından karşılanacaktır. Bu formu imzalayarak yasal haklarımın hiçbirinden vazgeçmediğimin bilincindeyim.

Sorumlu doktora haber vermek kaydıyla, bu çalışmadan istediğim an çıkabileceğimin bilincindeyim. Bu çalışmaya katılmayı reddetmem ya da sonradan çekilmem halinde hiçbir sorumluluk altına girmediğimin ve bu durumun şimdi ya da gelecekte ihtiyacım olan tıbbi bakımı hiçbir şekilde etkilemeyeceğimin bilincindeyim.

Bu çalışma Fakülte Etik Kurulu tarafından incelenerek Helsinki Deklarasyonunda belirtilen maddelere göre ahlaki, vicdani ve tıbbi kurallara uygun olduğu onaylanmıştır. Bu olur formunu imzalamadan önce yukarıdaki bilgileri kendi ana dilimde okudum veya bana okunmasını sağladım. Bu bilgilerin içeriği ve anlamı bana açıklandı. Bana aklıma gelen bütün soruları sorma fırsatı tanındı ve sorularına tatminkar cevaplar aldım. Bu çalışmaya katılmadığım ya da katıldıktan sonra vazgeçtiğim takdirde hiçbir yasal hakkımdan vazgeçmiş olmayacağım. Bu çalışmada yer almayı gönüllü olarak kabul ediyorum.

Bu bildirimli olur sözleşmesinin imzalı bir nüshasını aldım.

Hastanın Adı-İmzası
(Veli veya vasisinin)

Tarih

Sorumlu Doktorun Adı-İmzası

Tarih

Tanığın Adı-İmzası

Tarih

Ek-3. Hasta Değerlendirme Formu

Adı-Soyadı:

Cinsiyet:

Yaş:

Doğum Tarihi:

Adres:

Tel-1:

Tel-2:

Annenin Mesleği:

Babanın Mesleği:

Annenin Eğitim Düzeyi: 1. Okuryazar Değil 2. Okuryazar 3. İlköğretim 4. Lise 5. Yüksekokul

Babanın Eğitim Düzeyi: 1. Okuryazar Değil 2. Okuryazar 3. İlköğretim 4. Lise 5. Yüksekokul

Doğum: Hastane Ev

Doğum Şekli: Sezaryen Normal Doğum

Premature Doğum (<37 hf):

Düşük Doğum Ağırlığı (<2500 gr):

Doğumda Anoksi:

Kaçıncı Doğum:

Kanama:

Erken Membran Ruptürü:

Zor Doğum:

Çoğul Gebelik:

Hastalığın tanısı ne zaman kondu?:

Rehabilitasyona ne zaman başlandı?:

İskelet Deformitesi:

Kullandığı Cihazlar:

KMFSS Seviye:

Boy:

Kilo:

VKi:

Modifiye Ashworth Skalası'na Göre Spastisite Değerlendirmesi:

	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası
Diz Fleksor Grubu Kaslar		
Diz Ekstansor Grubu Kaslar		
Kalça Addüktör Grubu Kaslar		
Ayak Bileği Plantar Fleksor Grubu Kaslar		

Pasif Eklem Hareket Açıklığı Ölçümü:

	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası
Kalça Fleksiyon		
Kalça Ekstansiyon		
Kalça Addüksiyon		
Kalça Abduksiyon		
Diz Fleksiyon		
Ayak Bileği Dorsifleksiyon		
Ayak Bileği Plantar Fleksiyon		

Ek-4. Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü-88 (GMFM-88)

A) Yatma ve yuvarlanma:

- 1) Supin: baş orta hatta: başı ekstremitelerle simetrik döndürme
- 2) Supin: elleri orta hatta getirme, parmak parmağa
- 3) Supin: başı 45° kaldırmak
- 4) Supin: sağ kalça ve dizin tam EHA ile fleksiyonu
- 5) Supin: sol kalça ve dizin tam EHA ile fleksiyonu
- 6) Supin: bir oyuncuğa uzanmak üzere sağ kolu çapraz yöne uzatmak
- 7) Supin: bir oyuncuğa uzanmak üzere sol kolu çapraz yöne uzatmak
- 8) Supin: sağa yuvarlanarak yüzüstü yatar pozisyona geçmek
- 9) Supin: sola yuvarlanarak yüzüstü yatar pozisyona geçmek
- 10) Prone: başı muayene masasından kaldırmak
- 11) Önkol üzerinde prone: dirsekler ekstansiyonda göğüs kalkmış olarak başı muayene masasından kaldırmak
- 12) Önkol üzerinde prone: sağ kolu ileriye uzatmak
- 13) Önkol üzerinde prone: sol kolu ileriye uzatmak
- 14) Prone: sağa yuvarlanarak supin pozisyona geçmek
- 15) Prone: sola yuvarlanarak supin pozisyona geçmek
- 16) Prone: ekstremiteleri kullanarak sağa 90° pivot yapmak
- 17) Prone: ekstremiteleri kullanarak sola 90° pivot yapmak

B) Oturma:

- 18) Supin: eller muayene eden tarafından kavranmış: kendini baş kontrolü ile oturma pozisyonuna çekmek
- 19) Supin: sağa yuvarlanarak oturmak
- 20) Supin: sola yuvarlanarak oturmak
- 21) Minderde oturarak: göğüs kafesinden destekle: başı kaldırıp 3sn durmak
- 22) Minderde oturarak: göğüs kafesinden destekle: başı orta hatta kaldırıp 10 sn durmak
- 23) Minderde oturarak: kol (lar) desteği ile: 5 sn oturmak
- 24) Minderde oturarak: kol desteksiz 3 sn oturmak
- 25) Minderde oturarak: kol desteği olmadan öne eğilip bir şeye dokunmak ve tekrar doğrulmak
- 26) Minderde oturarak: sağ tarafında 45° arkada duran cisme dokunmak ve eski haline dönmek
- 27) Minderde oturarak: sol tarafında 45° arkada duran cisme dokunmak ve eski haline dönmek
- 28) Sağ taraf üzerine oturmak: 5sn süresince kol desteği olmadan oturmak
- 29) Sol taraf üzerine oturmak: 5sn süresince kol desteği olmadan oturmak
- 30) Minderde oturarak: otururken yüzüstü pozisyona geçmek

- 31) Minderde oturarak: ayaklar önde: sağ tarafı üzerinden 4 nokta pozisyonuna geçmek
- 32) Minderde oturarak: ayaklar önde: sol tarafı üzerinden 4 nokta pozisyonuna geçmek
- 33) Minderde oturarak: kollar yardımı olmadan 90° pivot yapmak
- 34) Bank/sırada oturarak: kol ve ayak desteği olmadan 10 sn oturmak
- 35) Ayakta: alçak sıraya oturmak
- 36) Yerde: alçak sıraya oturmak
- 37) Yerde: yüksek sıraya oturmak

C) Emekleme ve diz üstü durma:

- 38) Prone: 1,8 m öne doğru sürünmek
- 39) Dört nokta: eller ve diz üzerinde 10 sn durmak
- 40) Dört nokta: kol desteksiz oturma pozisyonuna geçmek
- 41) Prone: dört nokta pozisyonuna geçmek
- 42) Dört nokta: sağ kolu omuz seviyesinden yukarı ekstansiyona getirmek
- 43) Dört nokta: sol kolu omuz seviyesinden yukarı ekstansiyona getirmek
- 44) Dört nokta: 1,8 m emeklemek /gitmek
- 45) Dört nokta: 1,8 m öne resiprokal emeklemek
- 46) Dört nokta: eller ve dizler üzerinde emekleyerek 4 basamak tırmanmak
- 47) Dört nokta: eller ve dizler üzerinde geri emekleyerek 4 basamak inmek
- 48) Minderde oturarak: kolları kullanarak yüksek diz pozisyonuna geçip 10 sn boyunca kol desteksiz durmak
- 49) Yüksek diz: kolları kullanarak sağ diz üzerine geçip 10 sn boyunca kol desteksiz durmak
- 50) Yüksek diz: kolları kullanarak sol diz üzerine geçip 10 sn boyunca kol desteksiz durmak
- 51) Yüksek diz: kollardan desteksiz 10 adım yürümek

D) Ayakta durma:

- 52) Yerde: yüksek sıraya tutunup kalkmak
- 53) Ayakta: kollardan desteksiz 3 sn durmak
- 54) Ayakta: yüksek sıraya tek elle tutunup sağ ayağı kaldırarak 3 sn durmak
- 55) Ayakta: yüksek sıraya tek elle tutunup sol ayağı kaldırarak 3 sn durmak
- 56) Ayakta: desteksiz 20 sn durmak
- 57) Ayakta: desteksiz sol ayak üzerinde 10 sn durmak
- 58) Ayakta: desteksiz sağ ayak üzerinde 10 sn durmak
- 59) Alçak sıraya oturarak: kolları kullanmadan ayağa kalkmak
- 60) Yüksek diz: kolları kullanmadan sağ dize dayanarak ayağa kalkmak
- 61) Yüksek diz: kolları kullanmadan sol dize dayanarak ayağa kalkmak
- 62) Ayakta: kollardan desteksiz kontrollü yere oturma
- 63) Ayakta: kollardan desteksiz çömelme

64) Ayakta: kollardan desteksiz yerden obje alma ve ayağa kalkma

E) Yürüme, sıçrama:

65) Ayakta: her iki el yüksek sırada: sağa 5 adım gitmek

66) Ayakta: her iki el yüksek sırada: sola 5 adım gitmek

67) Ayakta: her iki elden tutarak: 10 adım öne yürümek

68) Ayakta: tek elden tutarak: 10 adım öne yürümek

69) Ayakta: 10 adım öne yürümek

70) Ayakta: 10 adım öne yürümek, durmak, 180° dönmek, geri yürümek

71) Ayakta: 10 adım geriye yürümek

72) Ayakta: her iki eliyle büyük bir obje taşıyarak 10 adım öne yürümek

73) Ayakta: birbirine 20 cm uzaklıkta iki paralel çizgi arasında ardışık adımla 10 adım öne yürümek

74) Ayakta: 2 cm genişlikte 10 adım yürümek

75) Ayakta: dizler seviyesinde bir sopyayı sağ ayakla aşmak

76) Ayakta: dizler seviyesinde bir sopyayı sol ayakla aşmak

77) Ayakta: 4,5 m koşmak, durmak, geri dönmek

78) Ayakta: sağ ayakla topa vurmak

79) Ayakta: sol ayakla topa vurmak

80) Ayakta: her iki ayakla 30 cm yükseğe zıplamak

81) Ayakta: her iki ayakla 30 cm öne zıplamak

82) Ayakta: sağ ayak üzerinde: 60 cm'lik dairede sağ ayak üzerinde 10 kez zıplamak

83) Ayakta: sol ayak üzerinde: 60 cm'lik dairede sol ayak üzerinde 10 kez zıplamak

84) Ayakta: tek trabzandan tutunarak: adım değiştirerek 4 basamak çıkmak

85) Ayakta: tek trabzandan tutunarak: adım değiştirerek 4 basamak inmek

86) Ayakta: adım değiştirerek 4 basamak çıkmak

87) Ayakta: adım değiştirerek 4 basamak inmek

88) Ayakta: 15 cm yüksekteki basamaktan her iki ayakla aşağı atlamak

Ek-5. Pediyatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçütü (WeeFIM)

Kendine Bakım

- A) Yemek yeme
- B) El-yüz yıkama, diş fırçalama
- C) Banyo yapma
- D) Vücudun üst kısmını giyinme
- E) Vücudun alt kısmını giyinme
- F) Tuvalet yapma

Skor

Sfinkter kontrolü

- G) Mesane alışkanlığı
- H) Barsak alışkanlığı

Transferler

- İ) İskemle, tekerlekli iskemle
- J) Tuvalet
- K) Küvet,duş

Hareket

- L) Yürüme, emekleme
- M) Merdiven inme, çıkma

İletişim

- N) Anlama
- O) İfade etme

Sosyal durum

- Ö) Sosyal ilişkiler
- P) Problem çözme
- R) Hafıza

PFBÖ Seviyeleri

Yardımsız: 7 = Tam olarak bağımsız

6 = Modifiye bağımsız

Yardımla : 5 = Gözetim gerektiriyor

4 = Minimal yardım (%75'ini çocuk yapıyor)

3 = Orta derecede yardım (%50'sini çocuk yapıyor)

2 = Maksimal yardım (%25'ini çocuk yapıyor)

1 = Tam yardım (<%25'inden azını çocuk yapıyor)

Ek-6. Çocuklar için yaşam kalitesi ölçeği formu (PedsQL)

Ad Soyad:

Tarih:

ÇOCUKLAR İÇİN YAŞAM KALİTESİ ÖLÇEĞİ

Çocuk Değerlendirme Formu

Bir sonraki sayfada senin için sorun olabilecek durumların listesi bulunmaktadır.
Lütfen son bir aylık süre içinde her birinin senin için ne kadar sorun oluşturduğunu daire içine alarak belirt.

Eğer senin için hiçbir zaman sorun değilse	0
Eğer senin için nadiren sorun oluyorsa	1
Eğer senin için bazen sorun oluyorsa	2
Eğer senin için sıklıkla sorun oluyorsa	3
Eğer senin için hemen her zaman sorun oluyorsa	4

Burada yanlış ya da doğru cevaplar yoktur.

Eğer herhangi bir soruyu anlayamazsan lütfen yardım iste.

Son bir ay içinde aşağıdakiler senin için ne kadar sorun yarattı?

Sağlığım ve aktivitelerim ile ilgili sorunlar	Hiçbir zaman	Nadiren	Bazen	Sıklıkla	Hemen her zaman
1. Bir bloktan fazla yürümek bana zor gelir	0	1	2	3	4
2. Koşmak bana zor gelir	0	1	2	3	4
3. Spor ya da egzersiz yapmak bana zor gelir	0	1	2	3	4
4. Ağır bir şey kaldırmak bana zor gelir	0	1	2	3	4
5. Kendi başıma duş ya da banyo yapmak bana zor gelir	0	1	2	3	4
6. Evdeki günlük işleri yapmak bana zor gelir	0	1	2	3	4
7. Bir yerim acır ya da ağrır	0	1	2	3	4
8. Enerjim azdır	0	1	2	3	4

Duygularım ile ilgili sorunlar	Hiçbir zaman	Nadiren	Bazen	Sıklıkla	Hemen her zaman
1. Korkmuş ya da ürkmüş hissedirim	0	1	2	3	4
2. Hüzünlü ya da üzgün hissedirim	0	1	2	3	4
3. Öfkeli hissedirim	0	1	2	3	4
4. Uyumakta zorluk çekerim	0	1	2	3	4
5. Bana ne olacağı konusunda endişelenirim	0	1	2	3	4

Başkaları ile ilgili sorunlar	Hiçbir zaman	Nadiren	Bazen	Sıklıkla	Hemen her zaman
1. Yaşıtlarımla geçinmekte sorun yaşarım	0	1	2	3	4
2. Yaşıtlarım benimle arkadaş olmak istemezler	0	1	2	3	4
3. Yaşıtlarım benimle alay eder	0	1	2	3	4
4. Yaşıtlarımın yapabildikleri şeyleri yapamam	0	1	2	3	4
5. Yaşıtlarıma ayak uydurmakta zorluk çekerim	0	1	2	3	4

Okul ile ilgili sorunlar	Hiçbir zaman	Nadiren	Bazen	Sıklıkla	Hemen her zaman
1. Sınıfta dikkatimi toplamakta zorlanırım	0	1	2	3	4
2. Bazı şeyleri unuturum	0	1	2	3	4
3. Derslerimden geri kalmamak için zorluk çekerim	0	1	2	3	4
4. Kendimi iyi hissetmediğim için okula gidemediğim olur	0	1	2	3	4
5. Doktora ya da hastaneye gittiğim için okula gidemediğim olur	0	1	2	3	4

KAYNAKLAR

1. Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, Goldstein M, Bax M, Damiano D. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006. *Dev Med Child Neurol Suppl*, 2007; 109: 8–14.
2. Surveillance of Cerebral Palsy in Europe: a collaboration of cerebral, Child registers. *S of CP in E (SCPE)*. DM, 2000; 42(12): 816-24.
3. Tomlin PI. *The static encephalopathies neurology*. London: Times-Wolfe International, 1995; 203-16.
4. Altay Z. Serebral palsi. Sarıdoğan M, editör. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. 3.baskı, Ankara; Güneş kitapevleri. 2010; 1243-61.
5. Özel S. Serebral palsi. Beyazova M, Gökçe Kutsal Y, editörler. *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. 2. baskı, Ankara; Ayrıntı basımevi. 2011; 2681-725.
6. Yalçın S, Özaras N, Dormans J, Sussman M. Serebral Palsi Tedavi ve Rehabilitasyon. İstanbul; Mas Matbaacılık. 2000; 1-122.
7. Kerem Günel M. Rehabilitation of children with cerebral palsy from a physiotherapist's perspective. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2009; 43 (2): 173–80.
8. Swaimann KF, Wu Y. Cerebral Palsy. In: Swaimann KF, Ashwal S, eds. *Pediatric Neurology: Principles and Practice*. 3th ED, St.Louis: Mosby. 1999; 491-501.
9. Shumway-Cook A, Woollacott MH. *Motor control theory and practical applications*. Maryland: Lippincott Williams & Wilkins, 2001.
10. Saposnik G, Mamdani M, Bayley M, Thorpe KE, Hall J, Cohen LG. Effectiveness of virtual reality exercises in stroke rehabilitation (EVREST): rationale, design, and protocol of a pilot randomized clinical trial assessing the Wii gaming system. *Int J Stroke*, 2010; 5 (1): 47–51.
11. Galvin J, McDonald R, Catroppa C, Anderson V. Does intervention using virtual reality improve upper limb function in children with neurological impairment: A systematic review of the evidence. *Brain Injury*, 2011; 25 (5): 435-42.
12. Winkels DG, Kottink AI, Temmink RA, Nijlant JM, Buurke JH. Wii™-habilitation of upper extremity function in children with cerebral palsy. An explorative study. *Dev Neurorehabil*, 2013; 16 (1): 44–51.
13. Luna-Oliva L, Ortiz-Gutiérrez RM, Cano-de la Cuerda R, Piédrola RM, Alguacil-Diego IM, Sánchez-Camarero C. Kinect Xbox 360 as a therapeutic modality for

- children with cerebral palsy in a school environment: a preliminary study. *NeuroRehabilitation*, 2013; 33 (4): 513–21.
14. Pompeu JE, Arduini LA, Botelho AR, Fonseca MBF, Pompeu SMAA, Torriani-Pasin C. Feasibility, safety and outcomes of playing Kinect Adventures!TM for people with Parkinson's disease: a pilot study. *Physiotherapy*, 2014; 100 (2): 162–8.
 15. Brien M, Sveistrup H. An intensive virtual reality program improves functional balance and mobility of adolescents with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther*, 2011; 23 (3): 258–66.
 16. You SH, Jang SH, Kim Y-H, Kwon Y-H, Barrow I, Hallett M. Cortical reorganization induced by virtual reality therapy in a child with hemiparetic cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 2005; 47 (9): 628–35.
 17. Golomb MR, McDonald BC, Warden SJ, Yonkman J, Saykin AJ, Shirley B. In-home virtual reality videogame telerehabilitation in adolescents with hemiplegic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*, 2010; 9 (1): 1–8.
 18. Jang SH. The role of the corticospinal tract in motor recovery in patients with a stroke: a review. *NeuroRehabilitation*, 2009; 24: 285-90.
 19. Drobyshevsky A, Bregman J, Storey P, Meyer J, Prasad PV, Derrick M, MacKendrick W, Tan S. Serial diffusion tensor imaging detects white matter changes that correlate with motor outcome in premature infants. *Dev Neurosci*, 2007; 29: 289-301.
 20. Trivedi R, Agarwal S, Shah V, Goyel P, Paliwal VK, Rathore RK, Gupta RK. Correlation of quantitative sensorimotor tractography with clinical grade of cerebral palsy. *Neuroradiology*, 2010; 52: 759-65.
 21. Mukherjee P, McKinstry RC. Diffusion tensor imaging and tractography of human brain development. *Neuroimaging Clin N Am*, 2006; 16: 19-43.
 22. Son SM, Ahn YH, Sakong J, Moon HK, Ahn SH, Lee H, Yu IK, Shin YJ, Jang SH. Diffusion tensor imaging demonstrates focal lesions of the corticospinal tract in hemiparetic patients with cerebral palsy. *Neurosci Lett*, 2007; 420: 34-8.
 23. Yoshida S, Hayakawa K, Yamamoto A, Okano S, Kanda T, Yamori Y, Yoshida N, Hirota H. Quantitative diffusion tensor tractography of the motor and sensory tract in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 2010; 52: 935-40.

24. Kim JH, Kwon YM, Son SM. Motor function outcomes of pediatric patients with hemiplegic cerebral palsy after rehabilitation treatment: a diffusion tensor imaging study. *Neural Regen Res*, 2015; 10 (4): 624–30.
25. Chaturvedi SK, Rai Y, Chourasia A, Goel P, Paliwal VK, Garg RK. Comparative assessment of therapeutic response to physiotherapy with or without botulinum toxin injection using diffusion tensor tractography and clinical scores in term diplegic cerebral palsy children. *Brain Dev*, 2013; 35 (7): 647–53.
26. Prevalence and characteristics of children with cerebral palsy in Europe. *Dev Med Child Neurol*, 2002; 44 (9): 633–40.
27. Pellegrino L, Dormanns JP. Making the diagnosis of cerebral palsy. In: Domans JP, Pellegrino L, eds. *Caring for children with cerebral palsy. A Team Approach*. Baltimore, Brookes Publishing 1998; 31-54.
28. Little WJ. On the influence of abnormal parturition, difficult labours, premature birth, and asphyxia neonatorum, on the mental and physical condition of the child, especially in relation to deformities. *Clin Orthop Relat Res*, 1966; 46: 7–22.
29. Osler W. *The cerebral palsies of children. A clinical study for nervous diseases*. Philadelphia, PA, USA: Blakiston 1899.
30. Ferriero DM. Cerebral palsy: diagnosing something that is not one thing. *Curr Opin Pediatr*, 1999; 11 (6): 485–6.
31. Bax M, Goldstein M, Rosenbaum P, Leviton A, Paneth N, Dan B. Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005. *Dev Med Child Neurol*, 2005; 47 (8): 571–6.
32. Himmelmann K, Hagberg G, Uvebrant P. The changing panorama of cerebral palsy in Sweden. X. Prevalence and origin in the birth-year period 1999-2002. *Acta Paediatr*, 2010; 99 (9): 1337–43.
33. Serdaroglu A, Cansu A, Ozkan S, Tezcan S. Prevalence of cerebral palsy in Turkish children between the ages of 2 and 16 years. *Dev Med Child Neurol*, 2006; 48 (6): 413–6.
34. Paneth N, Hong T, Korzeniewski S. The descriptive epidemiology of cerebral palsy. *Clinics in Perinatology*, 2006; 33 (2): 251-67.
35. Diamond M, Armento M. Disabled children. In: DeLisa JA, Gans BM, Walsh NE, eds. *Physical Medicine and Rehabilitation: Principles and Practice*, Lippincott Williams-Wilkins, 2007.

36. Stoknes M, Andersen GL, Elkamil AI. The effects of multiple pre- and perinatal risk factors on the occurrence of cerebral palsy. A Norwegian register based study. *Eur J Paediatr Neurol*, 2012; 16 (1): 56-63.
37. Bialik GM, Givon U. Cerebral palsy: classification and etiology. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 2009; 43 (2): 77-80.
38. Mukherjee S, Gaebler-Spira DJ. Cerebral palsy. In: Braddom RL, eds. *Physical Medicine & Rehabilitation*. China: Elsevier Inc, 2007; 1243-67.
39. Sciberras C, Spencer N. Cerebral palsy in Malta 1981 to 1990. *Dev Med Child Neurol*, 1999; 41(8): 508-11.
40. Reid SM, Carlin JB, Reddihough DS. Rates of cerebral palsy in Victoria, Australia, 1970 to 2004: has there been a change? *Dev Med Child Neurol*, 2011; 53 (10): 907-12.
41. Erkin G, Delialioğlu SU, Özel S. Risk factors and clinical profiles in Turkish children with cerebral palsy: analysis of 625 cases. *Int J Rehabil Res*, 2008; 31 (1): 89- 91.
42. DeLisa J, Gans BM, Walsh NE, Bockenek WL, Frontera WR (Çeviri: T. Arasıl). *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon İlkeler ve Uygulamalar*. Ankara; Güneş Kitabevi. 2007; 1493-516.
43. Matthews DJ, Wilson P. Cerebral palsy. In: Molnar GE, Alexander MA, eds. *Pediatric Rehabilitation*. 3rd ed. Philadelphia: Hanley&Belfus, 1999; 193-217.
44. Palisano R, Rosenbaum P, Walter S, Russell D, Wood E, Galuppi B. Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 1997; 39 (4): 214-23.
45. Dursun N. Serebral palsi. Oğuz H, Dursun E, Dursun N, editörler. *Tıbbi Rehabilitasyon*. 2. baskı, İstanbul; Nobel matbaacılık. 2004; 957-75.
46. Johnston MV, Hoon AH Jr. Cerebral palsy. *Neuromolecular Med*, 2006; 8 (4): 435-50.
47. Yapıcı Z. Serebral palsi'de nöropatoloji. Özcan H, editör. *Serebral Palsi*. 1. baskı. İstanbul; Boyut Yayın Grubu. 2005; 35- 45.
48. Himpens E, Van den Broeck C, Oostra A. Prevalence, type, distribution, and severity of cerebral palsy in relation to gestational age: a meta-analytic review. *Dev Med Child Neurol*, 2008; 50 (5): 334-40.
49. Cans C, Dolk H, Platt MJ, Colver A, Prasauskiene A, Krageloh-Mann I; SCPE Collaborative Group. Recommendations from the SCPE collaborative group for

- defining and classifying cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 2007; 49 (109): 35-8.
50. Bax MCO, Flodmark O, Tydeman C. Definition and classification of cerebral palsy. From syndrome toward disease. *Dev Med Child Neurol Suppl*, 2007; 109: 39-41.
 51. Yakut A. Serebral palside yeni gelişmeler. *Türkiye Klinikleri j Pediatr Sci*, 2008; 4 (4): 127-38.
 52. O'Shea M. Cerebral palsy. *Semin Perinatol*, 2008; 32 (1): 35-41.
 53. Jones MW, Morgan E, Shelton JE. Cerebral palsy: introduction and diagnosis (part I). *J Pediatr Health Care*, 2007; 21 (3): 146-52.
 54. Jan MM. Cerebral palsy: Comprehensive review and update. *Ann Saudi Med*, 2006; 26 (2): 123-32.
 55. Miller F. Cerebral palsy management. In: Miller F, eds. *Physical Therapy of Cerebral Palsy*. New York: Springer Science & Business Media Inc, 2007; 3-342.
 56. Sankar C, Mundkur N. Cerebral palsy-definition, classification, etiology and early diagnosis. *Indian J Pediatr*, 2005; 72 (10): 865-8.
 57. Tilton A. Management of spasticity in children with cerebral palsy. *Semin Pediatr Neurol*, 2009; 16 (2): 82-9.
 58. Berker N, Yalcin S. *The help guide to cerebral palsy*, Global Help Publication. Istanbul; Mart Printing Co Ltd. 2005; 1-144.
 59. Christine C, Dolk H, Platt MJ, Colver A, Prasauskiene A, Krägeloh-Mann I. Recommendations from the SCPE collaborative group for defining and classifying cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol Suppl*, 2007; 109: 35-8.
 60. Yakut A. Serebral palsi. *Çocuk Nörolojisi*. 2. baskı. Ankara; Anıl Grup Matbaacılık. 2010; 229-39.
 61. Molnar GE, Alexander MA. *Pediatric Rehabilitation*. Hanley & Belfus Inc, 1999; 193-217.
 62. Pellegrino L. Well-child care and health maintenance. In: Dormans JP, Pellegrino L, eds. *Caring for Children with cerebral palsy*. 3rd ed. Baltimore: Paul H. Brookes Publishing Co. 1998; 71-95.
 63. Carlsson M, Hagberg G, Olsson I. Clinical and aetiological aspects of epilepsy in children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 2003; 45: 371-6.
 64. Cumurcu T, Cumurcu HB, Erkorkmaz Ü. Serebral palsili çocuklarda göz bulguları. *Fırat Tıp Dergisi*, 2007; 12 (1): 48-52.

65. Duman Ö, İmad FM, Kızılay F, Yücel İ, Balkan S, Haspolat Ş. Serebral palsili hastaların işlevsel kapasitelerine göre görme sorunlarının değerlendirilmesi. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi*, 2005; 48: 130-5.
66. Chong SK. Gastrointestinal problems in the handicapped child. *Curr Opin Pediatr*, 2001; 13 (5): 441-6.
67. Erkin G, Kacar S. Serebral palsili hastalarda gastrointestinal sistem ve beslenme problemleri. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg*, 2005; 51 (4): 150-5.
68. Vargün R, Ulu HÖ, Duman R, Yağmurlu A. Serebral palsili çocuklarda beslenme problemleri ve tedavisi. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası*, 2004; 57 (4): 257- 65.
69. Callis EA, Veugelers R, Sheppard JJ, Evenhuis HM, Penning C. Dysphagia in children with severe generalized cerebral palsy and intellectual disability. *Dev Med Child Neurol*, 2008; 50 (8): 625-30.
70. Mergler S, Evenhuis HM, Boot AM, De Man SA, Bindels-De Heus KG, Huijbers WA. Epidemiology of low bone mineral density and fractures in children with severe cerebral palsy: a systematic review. *Dev Med Child Neurol*, 2009; 51 (10): 773-8.
71. You SH, Jang SH, Kim YH, Hallett M, Ahn SH, Kwon YH. Virtual reality-induced cortical reorganization and associated locomotor recovery in chronic stroke: an experimenter-blind randomized study. *Stroke*, 2005;36 (6): 1166–71.
72. Peterson AT, Kornbluth I, Marcus DB, Saulino MF, Hung CH (Çeviri: T. Arasil). Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon El Kitabı. Ankara; Güneş Kitabevi. 2005: 783-97.
73. İrdesel J. Serebral palsy rehabilitasyonu. Özcan O, Arpacıoğlu O, Turan B, editörler. *Nörorehabilitasyon*. Bursa; Güneş-Nobel Tıp Kitapevi. 2000; 137- 55.
74. Hurvitz EA, Ayyangar RN, Aisen M. Cerebral palsy: diagnosis. O'young BJ, Young MA, Stiens SA, eds. *Physical Medicine And Secrets*. 3rd Edition. Philadelphia; Mosby Elsevier. 2008: 668- 75.
75. Odding E, Roebroek ME, Stam HJ. The epidemiology of cerebral palsy: incidence, impairments and risk factors. *Disabil Rehabil*, 2006; 28: 183- 91.
76. Can G. Yenidoğanın değerlendirilmesi. Neyzi O, Ertuğrul T, editörler. *Pediyatri*. İstanbul; Nobel Tıp Kitabevi. 1993; 193–6.
77. Yüksel A. Serebral palsy etiyojisi, tanı ve ayırıcı tanı. *Türkiye Klinikleri J PM&R Special Topics*, 2009; 2 (2): 8-12.

78. Sade A, Otman S. Serebral paralizili çocuğun değerlendirilmesi. Sade A, Otman S, editörler. Serebral Paralizide Değerlendirme ve Tedavi Yöntemleri. Ankara, 1997; 22-51.
79. Aybay C. Spastisitede yetişkin hastaya yaklaşım: klinik, elektrofizyolojik ve biyomekanik değerlendirme-eğitim. Türk Fiz Tıp Rehab Derg, 2007; 53 (1): 45-52.
80. Boyd RN, Graham HK. Objective measurement of clinical findings in the use of botulinum toxin type A for the management of children with cerebral palsy. Eur J Neurol, 1999; 6: 23-35.
81. Yam WKL, Leung MSM. Interrater reliability of Modified Ashworth Scale and Modified Tardieu Scale in children with spastic cerebral palsy. J Child Neurol, 2006; 21 (12): 1031-5.
82. Dormans JP, Copley LA. Musculoskeletal impairments. In: Dormans JP, Pellegrino L, eds. Caring for Children with Cerebral Palsy. 3rd ed. Baltimore: Paul H. Brookes Publishing Co, 1998; 125-41.
83. Novacheck TF, Trost JP, Sohrweide S. Examination of the child with cerebral palsy. Orthop Clin North Am, 2010; 41 (4): 469-88.
84. Sendinç B, Konuralp N, Özgüzeli MH. Serebral palsi tanı ve takibinde nörolojik ve ortopedik değerlendirmenin önemi. Hipokrat Lokomotor, 2005; 6 (34): 312-7.
85. Marks MC, Alexander J, Sutherland DH, Chambers HG. Clinical utility of the Duncan-Elly test for rectus femoris dysfunction during swing phase of gait. Dev Med Child Neurol, 2003; 45: 763-8.
86. Scrutton D, Baird G, Smeeton N. Hip dysplasia in bilateral cerebral palsy: incidence and natural history in children aged 18 months to 5 years. Dev Med Child Neurol, 2001; 43: 586-600.
87. Berweck S, Heinen F. Treatment of cerebral palsy with botulinum toxin, principles, clinical practice. Atlas Child & Brain. Bonn Berlin, 2005; 46-82.
88. Rose J, Wolff DR, Jones VK, Bloch DA, Oehlert JW, Gamble JG. Postural balance in children with cerebral palsy. Dev Med Child Neurol, 2002; 44: 58-63.
89. Rodda J, Graham HK. Classification of gait patterns in spastic hemiplegia and spastic diplegia: a basis for a management algorithm. Eur J Neurol, 2001; 8 (Suppl) 5: 98-108.
90. Yavuzer G, Sonel B, Kutlay S, Ergin S. Use of gait analysis in the treatment decision-making process of patient with spastic cerebral palsy. Türk Fiz Tıp Rehab Derg, 2005; 51 (1): 1-5.

91. Beckung E, Hagberg G, Cans C. Probability of walking in children with cerebral palsy in Europe. *Pediatrics*, 2008; 121 (1): 187-92.
92. Bottos M, Gericke C. Ambulatory capacity in cerebral palsy: prognostic criteria and consequences for intervention. *Dev Med Child Neurol*, 2003; 45: 786-90.
93. Morris C, Bartlett D. Gross motor function classification system: impact and utility. *Dev Med Child Neurol*, 2004; 60-5.
94. Palisano RJ, Rosenbaum P, Bartlett D, Livingston MH. Content validity of expanded and revised Gross Motor Function Classification System. *Dev Med Child Neurol*, 2008; 50: 744-50.
95. Wood E, Rosenbaum P. The gross motor function classification system for cerebral palsy: a study of reliability and stability over time. *Dev Med Child Neurol*, 2000; 42 (5): 292-6.
96. Gray L, Ng H, Bartlett D. The gross motor function classification system: an update on impact and clinical utility. *Pediatr Phys Ther*, 2010; 22 (3): 315-20.
97. El O, Baydar M, Berk H. Interobserver reliability of the Turkish version of the expanded and revised gross motor function classification system. *Disabil Rehabil*, 2012; 34: 1030-3.
98. Palisano RJ, Hanna SE, Rosenbaum PL. Validation of a model of gross motor function for children with cerebral palsy. *Phys Ther*, 2000; 80 (10): 974-85.
99. Erkin G, Aybay C. Pediatrik rehabilitasyonda kullanılan fonksiyonel değerlendirme metodları. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg*, 2001; 47 (3): 16-26.
100. Russel DJ, Rosenbaum PL, Avery LM, Lane M. Development and validation of the GMFM-88. In: Russel DJ, Rosenbaum PL, Avery LM, Lane M, eds. *Gross Motor Function Measure (GMFM-66&GMFM-88) User's Manual*. Hamilton, Ontario; Cambridge University Press, 2002.
101. Azaula M, Msall ME, Buck G, Tremont MR, Wilczenski F, Rogers BT. Measuring functional status and family support in older school-aged children with cerebral palsy: comparison of three instruments. *Arch Phys Med Rehabil*, 2000; 81: 307-11.
102. Harries N, Kassirer M, Amichai T. Changes over years in gross motor function of 3-8 year old children with cerebral palsy using the gross motor function measure [GMFM-88]. *IMAJ*, 2004; 6: 408-11.
103. Msall Me, Digaudio , Rogers Bt, Laforest S, Campbell J, Wilczenski, Duffy Lc. The Functional Independence Measure for children (WeeFIM). Conceptual basis

- and pilot use in children with developmental disabilities. *Clinical Pediatrics*, 1994; 33 (7): 421-30.
- 104.**UDSMR. Guide for the Uniform Data Set for Medical Rehabilitation for Children (WeeFIM). Version 4.0. Buffalo, NY: State University of New York at Buffalo; 1993.
- 105.**Aybay C, Erkin G, Elhan AH, Sirzai H, Ozel S. ADL assessment of nondisabled Turkish children with the WeeFIM instrument. *Am J Phys Med Rehabil*, 2007; 86 (3): 176-82.
- 106.**Eliasson A-C, Krumlinde-Sundholm L, Rösblad B, Beckung E, Arner M, Ohrvall A-M. The Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Dev Med Child Neurol*, 2006; 48 (7): 549–54.
- 107.**Morris C, Kurinczuk JJ, Fitzpatrick R, Rosenbaum PL. Reliability of the Manual Ability Classification System for children with cerebral palsy. *Dev Med Child Neurol*, 2006; 48 (12): 950-3.
- 108.**Akpinar P, Tezel CG, Eliasson AC. Reliability and cross-cultural validation of the Turkish version of Manual Ability Classification System (MACS) for children with cerebral palsy. *Disabil Rehabil*, 2010; 32 (23): 1910-6.
- 109.**Graham HK, Harvey A, Rodda J. The Functional Mobility Scale (FMS). *J Pediatr Orthop*, 2004; 24 (5): 514-20.
- 110.**Haley SM, Coster WJ, Ludlow LH. *Pediatric Evaluation of Disability Inventory: Development, Standardization, and Administration Manual*. Boston, Mass: New England Medical Center Hospital/Trustees of Boston University; 1992.
- 111.**Erkin G, Elhan AH, Aybay C, Sirzai H, Ozel S. Validity and reliability of the Turkish translation of the Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI). *Disabil Rehabil*, 2007; 29 (16): 1271–9.
- 112.**Varni JW, Seid M, Rode CA. The PedsQL: measurement model for the Pediatric Quality of Life Inventory. *Med Care*, 1999; 37: 126-39.
- 113.**Varni JW, Seid M, Kurtin PS. The PedsQL™ 4.0: reliability and validity of the Pediatric Quality of Life Inventory™ version 4.0 generic core scales in healthy and patient populations. *Med Care*, 2001; 39: 800-12.
- 114.**Eiser C, Morse R. Quality-of-life measures in chronic diseases of childhood. *Health Technol Assess*, 2001; 5: 1-156.

- 115.**Varni JW, Seid M, Knight TS. The PedsQL™ in pediatric rheumatology: reliability, validity, and responsiveness of the Pediatric Quality of Life Inventory™ Generic Core Scales and Rheumatology Module. *Arthritis Rheum*, 2002; 46: 714-25.
- 116.**Memik NC, Agaoglu B, Coskun A. The validity and reliability of the Turkish Pediatric Quality of Life Inventory for children 13–18 years old. *Turk Psikiyatri Derg*, 2007; 18: 353–63.
- 117.**Uneri OS, Agaoglu B, Coskun A. Validity and reliability of Pediatric Quality of Life Inventory for 2- to 4-year-old and 5- to 7-year-old Turkish children. *Qual Life Res*, 2008; 17: 307–15.
- 118.**Memik NC, Ağaoğlu B, Coşkun A. Çocuklar için yaşam kalitesi ölçeğinin 8–12 yaş çocuk formunun geçerlik ve güvenilirliği. *Çocuk ve Ergen Ruh Sağlığı Dergisi*, 2008; 87–98.
- 119.**Apak S, Korkmazlar U. Gelişimsel tanı testleri. Apak S, editör. *Gelişim Nörolojisi*. İstanbul; Bayrak Matbaacılık. 1999; 219-65.
- 120.**Krăgeloh-Mann I. Bilateral spastic cerebral palsy-a comparative study between south-west Germany and Western Sweden, I: Clinical patterns and disabilities. *Dev Med Child Neurol*, 1993; 35 (12): 1037-47.
- 121.**Truwit CL. Cerebral palsy: MR finding in 40 patients. *Am J Neurorad*, 1992; 13: 67-78.
- 122.**Bax M, Tydeman C, Flodmark O. Clinical and MRI correlates of CP: The European cerebral palsy study. *The Journal of the American Medical Ass*, 2006; 296: 1602-8.
- 123.**Msall ME, Limperopoulos C, Park JJ. Neuroimaging and cerebral palsy in children. *Minerva Pediatr*, 2009; 61: 415-24.
- 124.**Sheth RD, Schaefer GB, Keller GM, Hobbs GR, Ortiz O, Bodensteiner JB. Size of the corpus callosum in cerebral palsy. *J Neuroimaging*, 1996; 6: 180-3.
- 125.**Taylor WD, Hsu E, Krishnan KRR, MacFall JR. Diffusion tensor imaging: background, potential, and utility in psychiatric research. *Biol Psychiatry*, 2004; 55 (3): 201-7.
- 126.**Jones DK, Griffin LD, Alexander Dc, Catani M, Horsfield MA, Howard R, Williams SCR. Spatial normalization and averaging of diffusion tensor MRI data sets. *Neuroimage*, 2002; 17: 592-617.
- 127.**Goksel D, Ozkan M. Diffusion Tensor MR Imaging. *National Symposium on Biomedical Engineering. BIYOMUT, İstanbul*, 2005; 174 – 80.

- 128.**Le Bihan D, Breton E, Lallemand D, Grenier P, Cabanis E, Laval-Jeantet M. MR imaging of intravoxel incoherent motions: application to diffusion and perfusion in neurologic disorders. *Radiology*, 1986; 161 (2): 401-7.
- 129.**Le Bihan D, Delannoy J, Levin RL. Temperature mapping with MR imaging of molecular diffusion: application to hyperthermia. *Radiology*, 1989; 171 (3): 853-7.
- 130.**Bulakbaşı N, Yılmaz S. Difüzyon tensör manyetik rezonans görüntüleme ve klinik uygulamaları. *Türkiye Klin J Radiol-Special Top*, 2014; 7 (2): 57–65.
- 131.**Le Bihan D, van Zijl P. From the diffusion coefficient to the diffusion tensor. *NMR Biomed*, 2002; 15 (7-8): 431-4.
- 132.**Öztürk T, Güteryüz H. Pediatrik radyolojide difüzyon ve difüzyon tensor görüntüleme. *Türkiye Klin J Radiol-Special Top*, 2014; 7 (2): 130–8.
- 133.**Dong Q, Welsh RC, Chenevert TL, Carlos RC, Maly-Sundgren P, Gomez-Hassan DM. Clinical applications of diffusion tensor imaging. *J Magn Reson Imaging*, 2004; 19 (1): 6-18.
- 134.**Rollins NK. Clinical applications of diffusion tensor imaging and tractography in children. *Pediatr Radiol*, 2007; 37 (8): 769-80.
- 135.**McGraw P, Liang L, Provenzale JM. Evaluation of normal age-related changes in anisotropy during infancy and childhood as shown by diffusion tensor imaging. *AJR Am J Roentgenol*, 2002; 179 (6): 1515-22.
- 136.**Schmithorst VJ, Wilke M, Dardzinski BJ, Holland SK. Correlation of white matter diffusivity and anisotropy during childhood and adolescence: a cross-sectional diffusion tensor imaging study. *Radiology*, 2002; 222 (1): 212-8.
- 137.**Sinha S, Bastin ME, Whittle IR, Wardlaw JM. Diffusion tensor MR imaging of high-grade cerebral gliomas. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2002; 23 (4): 520-7.
- 138.**Barakat N, Mohamed FB, Hunter LN, Shah P, Faro SH, Samdani AF. Diffusion tensor imaging of the normal pediatric spinal cord using an inner field of view echo-planar imaging sequence. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2012; 33 (6): 1127-33.
- 139.**Sarıkaya S. Serebral palside rehabilitasyon yaklaşımları. *Türkiye Klinikleri J PM&R Special Topics*, 2009; 2 (2): 32-7.
- 140.**Swierczynska A, Renata K, Jaworek M. Physical and other methods therapy of the spasticity in children. *Przegl Lek*, 2007; 64 (11): 974-7.
- 141.**Sever H. Spastisitenin tedavisi. *Türkiye Klinikleri J PM&R Special Topics*, 2009; 2 (2): 1-7.

- 142.**Özcan O, Sivrioğlu K. Spastisite. Oğuz H, Dursun E, Dursun N, editörler. Tıbbi Rehabilitasyon. 2. baskı, İstanbul; Nobel Kitabevleri. 2004; 723-40.
- 143.**Price R, Lehmann JF, Boswell-Bessette S, Burleigh A, deLateur BJ. Influence of cryotherapy on spasticity at the human ankle. Arch Phys Med Rehabil, 1993; 74 (3): 300-4.
- 144.**Pease WS. Therapeutic electrical stimulation for spasticity: quantitative gait analysis. Am J Phys Med Rehabil, 1998; 77 (4): 351-5.
- 145.**Shahani BT, Connarts L, Mohr JP. Electromyographic audio visual feedback training on the motor performance in patients with lesions of the central nervous system. Arch Phys Med Rehabil, 1977; 58: 519-20.
- 146.**Campbell WM, Ferrel A, McLaughlin JF, Grant GA, Loeser JD, Graubert C. Long term efficacy of continuous intrathecal baclofen. Dev Med Child Neurol, 2002; 44: 660-5.
- 147.**Heinen F, Molenaers G, Fairhurst C, Carr LJ, Desloovere K, Valayer EC. European consensus table 2006 on botulinum toxin for children with cerebral palsy. Eur J Pediatr Neurol, 2006; 10: 215-25.
- 148.**Walker J, Stanger M. Orthotic management. In: Dormans JP, Pellegrino L, eds. Caring for Children with cerebral palsy. 3rd ed. Baltimore: Paul H. Brookes Publishing Co, 1998; 391-421.
- 149.**Tatar Y. Serebral Palsi'de Ortezler ve Yardımcı Cihazlar. Türkiye Klinikleri J PM&R-Special Topics, 2009; 2 (2): 38-47.
- 150.**Hylton NM. Postural and functional impact of dynamic AFOs and FOs in a pediatric population. J Prosthet Orthot, 1990; 2: 40-53.
- 151.**Sade A, Otman S. Serebral paralizde kullanılan çeşitli tedavi yöntemleri. Sade A, Otman S, editörler. Serebral Paralizde Değerlendirme ve Tedavi Yöntemleri. Ankara, 1997; 54-101.
- 152.**Şenel K, Baykal T, Terapötik egzersizler. Sarıdoğan M, editör. Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. 3. baskı. Ankara; Güneş Tıp Kitabevleri. 2010; 413-36.
- 153.**Aydın R. Serebral palsi ve rehabilitasyonu. Türkiye Klinikleri J Int Med Sci, 2007; 3 (10): 78-85.
- 154.**Knox V, Evans AL. Evaluation of the functional effects of a course of Bobath therapy in children with cerebral palsy: a preliminary study. Dev Med Child Neurol, 2002; 44: 447-60.

- 155.**Kayhan Ö, Ofluolu D, Özaras N. Vojta Tanı ve Terapi Tekniği. Türkiye Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Dergisi, 2002; 48 (4): 46-9.
- 156.**Deluca SC, Echols K, Law CR, Ramey SL. Intensive pediatric constraint-induced therapy for children with cerebral palsy: randomized, controlled, crossover trial. J Child Neurol, 2006; 21 (11): 931-8.
- 157.**Wallen M, Ziviani J, Naylor O, Evans R, Novak I, Herbert RD. Modified constraint-induced therapy for children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized trial. Dev Med Child Neurol, 2011; 53 (12): 1091-9.
- 158.**Stahl SM. Temel Psikofarmakoloji Nörobilimsel Temeli ve Pratik Uygulamaları. Taneli B, Taneli Y, çevirenler. 2. Baskı, İstanbul; Yelkovan Yayıncılık, 2003.
- 159.** Kotan Z, Sarandöl A, Eker S, Akkaya C. Depresyon, nöroplastisite ve nörotrofik faktörler. Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar, 2009; 1 (1): 22- 35.
- 160.**Allred RP, Kim SY, Jones TA. Use it and/or lose it-experience effects on brain remodeling across time after stroke. Front Hum Neurosci, 2014; 8: 379-80.
- 161.**Nudo RJ. Postinfarct cortical plasticity and behavioral recovery. Stroke, 2007; 38 (2 Suppl): 840-5.
- 162.**Kwakkel G, Kollen B, Lindeman E. Understanding the pattern of functional recovery after stroke: facts and theories. Restor Neurol Neurosci, 2004; 22 (3-5): 281-99.
- 163.**Hallett M. Plasticity of the human motor cortex and recovery from stroke. Brain research reviews, 2001; 36 (2-3): 169-74.
- 164.**Jacobs KM, Donoghue JP. Reshaping the cortical motor map by unmasking latent intracortical connections. Science, 1991; 251 (4996): 944-7.
- 165.**Chen R, Cohen LG, Hallett M. Nervous system reorganization following injury. Neuroscience, 2002; 111 (4): 761-73.
- 166.**Calford MB. Dynamic representational plasticity in sensory cortex. Neuroscience, 2002; 111 (4): 709-38.
- 167.**Hess G, Aizenman CD, Donoghue JP. Conditions for the induction of long-term potentiation in layer II/III horizontal connections of the rat motor cortex. Journal of neurophysiology, 1996; 75 (5): 1765-78.
- 168.**Halter JA, Carp JS, Wolpaw JR. Operantly conditioned motoneuron plasticity: possible role of sodium channels. Journal of neurophysiology, 1995; 73 (2): 867-71.

- 169.**Toni N, Buchs PA, Nikonenko I, Bron CR, Muller D. LTP promotes formation of multiple spine synapses between a single axon terminal and a dendrite. *Nature*, 1999; 402 (6760): 421-5.
- 170.**Nudo RJ, Milliken GW, Jenkins WM, Merzenich MM. Use-dependent alterations of movement representations in primary motor cortex of adult squirrel monkeys. *The Journal of Neuroscience*, 1996; 16 (2): 785-807.
- 171.**Mark VW, Taub E, Morris DM. Neuroplasticity and constraint-induced movement therapy. *Europa medicophysica*, 2006; 42 (3): 269-84.
- 172.**Meadows L, Raine S, Lynch-Ellerington M. Bobath concept : theory and clinical practice in neurological rehabilitation. Chichester, U.K.; Ames, Iowa: WileyBlackwell, 2009;
- 173.**Uswatte G, Taub E. Constraint-induced movement therapy: a method for harnessing neuroplasticity to treat motor disorders. *Prog Brain Res*, 2013; 207: 379–401.
- 174.**Borggraefe I, Schaefer JS, Klaiber M, Dabrowski E, Ammann-Reiffer C, Knecht B. Robotic-assisted treadmill therapy improves walking and standing performance in children and adolescents with cerebral palsy. *Eur J Paediatr Neurol*, 2010; 14 (6): 496–502.
- 175.**Feltham MG, Ledebt A, Deconinck FJA, Savelsbergh GJP. Mirror visual feedback induces lower neuromuscular activity in children with spastic hemiparetic cerebral palsy. *Res Dev Disabil*, 2010; 31 (6): 1525–35.
- 176.**Gordon AM, Schneider JA, Chinnan A, Charles JR. Efficacy of a hand-arm bimanual intensive therapy (HABIT) in children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized control trial. *Dev Med Child Neurol*, 2007; 49 (11): 830–8.
- 177.**Feintuch U, Raz L, Hwang J, Josman N, Katz N, Kizony R. Integrating haptic-tactile feedback into a video-capture-based virtual environment for rehabilitation. *Cyberpsychol Behav*, 2006; 9 (2): 129-32.
- 178.**Matijević V, Secić A, Masić V, Sunić M, Kolak Z, Znika M. Virtual reality in rehabilitation and therapy. *Acta Clin Croat*, 2013; 52 (4): 453-7.
- 179.**Tarakçı D. Pediatrik rehabilitasyonda oyun konsolları ile sanal gerçeklik uygulamaları. *Turkiye Klinikleri J Physiother Rehabil-Special Topics*, 2015; 1 (1): 30-34.

- 180.**Lewis GN, Rosie JA. Virtual reality games for movement rehabilitation in neurological conditions: how do we meet the needs and expectations of the users? *Disabil Rehabil*, 2012; 34 (22): 1880-6.
- 181.**Levac D, Miller P, Missiuna C. Usual and virtual reality video game-based physiotherapy for children and youth with acquired brain injuries. *Phys Occup Ther Pediatr*, 2012; 32 (2): 180-95.
- 182.**Murakami A, Morimoto M, Yamada K, Kizu O, Nishimura A, Nishimura T. Fiber-tracking techniques can predict the degree of neurologic impairment for periventricular leukomalacia. *Pediatrics*, 2008; 122 (3): 500–6.
- 183.**Reid DT. Benefits of a virtual play rehabilitation environment for children with cerebral palsy on perceptions of self-efficacy: a pilot study. *Pediatric rehabilitation*, 2002; 5 (3): 141-8.
- 184.**Jang SH, You SH, Hallett M, Cho YW, Park CM, Cho SH. Cortical reorganization and associated functional motor recovery after virtual reality in patients with chronic stroke: an experimenter-blind preliminary study. *Arch Phys Med Rehabil*, 2005; 86 (11): 2218–23.
- 185.**Holden M. Virtual environments for motor rehabilitation: review. *Cyberpsychol Behav*, 2005; 8 (3): 187-211.
- 186.**Holden MK, Dyar T. Virtual environment training: a new tool for neurorehabilitation. *Neurol Rep*, 2002; 26: 62-71.
- 187.**Rose FD, Attree EA, Brooks BM, Parslow DM, Penn PR, Ambihapahan N. Training in virtual environments: transfer to real world tasks and equivalence to real task training. *Ergonomics*, 2000; 43 (4): 494-511.
- 188.**Sveistrup H, Thornton M, Bryanton C, McComas J, Marshall S, Finestone H, McCormick A, McLean J, Brien M, Lajoie Y, Bisson E. Outcomes of intervention programs using flatscreen virtual reality. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc*, 2004; 7: 4856-8.
- 189.**Burdea G. Virtual rehabilitation-benefits and challenges. *Methods Inf Med*, 2003; 42 (5): 519- 23.
- 190.**Lanningham-Foster L, Foster RC, McCrady SK, Jensen TB, Mitre N, Levine JA. Activity-promoting video games and increased energy expenditure. *J Pediatr*, 2009; 154 (6): 819-23.

- 191.**Taylor MJ, McCormick D, Shawis T, Impson R, Griffin M. Activity-promoting gaming systems in exercise and rehabilitation. *J Rehabil Res Dev*, 2011; 48 (10): 1171-86.
- 192.**Gordon C, Roopchand-Martin S, Gregg A. Potential of the Nintendo Wii™ as a rehabilitation tool for children with cerebral palsy in a developing country: a pilot study. *Physiotherapy*, 2012; 98 (3): 238–42.
- 193.**Blair TB, Davis CE. Innovate engineering outreach: A special application of the Xbox 360 Kinect sensor. In *Proceedings of Frontiers in Education Conference, Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE)*. 2013; 1279-83.
- 194.**Hijmans JM, Hale LA, Satherley JA, McMillan NJ, King MJ. Bilateral upper-limb rehabilitation after stroke using a movement-based game controller. *J Rehabil Res Dev*, 2011; 48 (8): 1005-13.
- 195.**Hu H, Li B, Huang B, Cui Y, eds. Interaction system of treadmill games based on depth maps and CAM-Shift. *Communication Software and Networks (ICCSN), IEEE 3rd International Conference, 27-29 May 2011*.
- 196.**Matyunin S, Vatolin D, Berdnikov Y, Smirnov M, editors. Temporal filtering for depth maps generated by Kinect depth camera. *3DTV Conference: The True Vision - Capture, Transmission and Display of 3D Video (3DTV-CON), 16-18 May 2011*.
- 197.**bin Mohd Sidik MK, bin Sunar MS, bin Ismail I, bin Mokhtar MK, Jusoh NBM, editors. A Study on Natural Interaction for Human Body Motion Using Depth Image Data. *Digital Media and Digital Content Management (DMDCM), 15-16 May 2011*.
- 198.**Langhorne P, Wagenaar R, Partridge C. Physiotherapy after stroke: more is better? *Physiother Rest Int*, 1996; 1 (2): 75-88.
- 199.**Huber M, Rabin B, Docan C, Burdea G, AbdelBaky M, Golomb M. Feasibility of modified remotely monitored in-home gaming technology for improving hand function in adolescents with cerebral palsy. *IEEE Trans Inf Technol Biome*, 2010; 142: 526–34.
- 200.**Wille D, Eng K, Holper L, Chevrier E, Hauser Y, Kiper D. Virtual reality-based paediatric interactive therapy system (PITS) for improvement of arm and hand function in children with motor impairment-a pilot study. *Dev Neurorehabil*, 2009; 121: 44-52.
- 201.**Nudo RJ. Remodeling of cortical motor representations after stroke: implications for recovery from brain damage. *Mol Psychiatry*, 1997; 2 (3): 188–91.

- 202.**Lang CE, MacDonald JR, Gnip C. Counting repetitions: an observational study of outpatient therapy for people with hemiparesis post-stroke. *J Neurol Phys Ther*, 2007; 31 (1): 3–10.
- 203.**Çevik H. İnmeli hastalarda üst ekstremitte rehabilitasyonunda Kinect oyun teknolojisinin etkinliği. Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, Afyon, 2015.
- 204.**Burdea GC, Cioi D, Kale A, Janes WE, Ross SA, Engsberg JR. Robotics and gaming to improve ankle strength, motor control, and function in children with cerebral palsy: a case study series. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*, 2013; 21 (2): 165–73.
- 205.**Lange B, Chang CY, Suma E, Newman B, Rizzo AS, Bolas M. Development and evaluation of low cost game-based balance rehabilitation tool using the Microsoft Kinect sensor. *Conf Proc IEEE Eng Med BiolSoc*, 2011; 1831–4.
- 206.**Chang YJ, Chen SF, Huang JD. A Kinect-based system for physical rehabilitation: a pilot study for young adults with motor disabilities. *Res Dev Disabil*, 2011; 32 (6): 2566-70.
- 207.**Deutsch JE, Paserchia C, Vecchione C. Improved gait and elevation speed in individuals post-stroke after lower extremity training in virtual environment. *J Neurol Phys Ther*, 2004; 28: 185-6.
- 208.**Weiss PL, Rand D, Katz N, Kizony R. Video capture virtual reality as a flexible and effective rehabilitation tool. *J Neuroeng Rehabil*, 2004; 1 (1): 12-3.
- 209.**Sin H, Lee G. Additional virtual reality training using Xbox Kinect in stroke survivors with hemiplegia. *Am J Phys Med Rehabil*, 2013; 92 (10): 871-80.
- 210.**Tarakçı D, Tütüncüoğlu F. Serebral palsili çocuklarda sanal gerçeklik rehabilitasyon uygulamalarının alt ekstremitte fonksiyonlarına etkisi. XIV. Fizyoterapide Gelişmeler Kongresi, Nevşehir, 2012.
- 211.**Deutsch JE, Borbely M, Filler J, Huhn K, Guarrera-Bowlby P. Use of a low-cost, commercially available gaming console (Wii) for rehabilitation of an adolescent with cerebral palsy. *Phys Ther*, 2008; 88: 1196- 207.
- 212.**Zoccolillo L, Morelli D, Cincotti F, Muzzioli L, Gobbetti T, Paolucci S. Video-game based therapy performed by children with cerebral palsy: a cross-over randomized controlled trial and a cross-sectional quantitative measure of physical activity. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2015; 51 (6): 669–76.

- 213.**Chang YJ, Han WY, Tsai YC. A Kinect-based upper limb rehabilitation system to assist people with cerebral palsy. *Res Dev Disabil*, 2013; 34 (11): 3654–9.
- 214.**Palacios-Navarro G, García-Magariño I, Ramos-Lorente P. A Kinect-based system for lower limb rehabilitation in Parkinson’s disease patients: a pilot study. *J Med Syst*, 2015; 39 (9): 103-4.
- 215.**Lee G. Effects of training using video games on the muscle strength, muscle tone, and activities of daily living of chronic stroke patients. *J Phys Ther Sci*, 2013; 25 (5):595–7.
- 216.**Wu YN, Hwang M, Ren Y, Gaebler-Spira D, Zhang LQ. Combined passive stretching and active movement rehabilitation of lower-limb impairments in children with cerebral palsy using a portable robot. *Neurorehabil Neural Repair*, 2011; 25 (4): 378–85.
- 217.**Kott K, Leshner K, DeLeo G. Combining a virtual reality system with treadmill training for children with cerebral palsy. *J Cyberther Rehabil*, 2009; 2: 35-42.
- 218.**Sezer Ürgen M. Hemiparetik serebral palsili çocuklarda sanal gerçeklik yönteminin denge ve ileri düzey motor beceriler üzerine olan etkisinin incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı, Yüksek Lisans Tezi, Ankara, 2013.
- 219.**Volpe JJ, Edward B. Current concepts of brain injury in the premature infant. *AJR*, 1989; 153: 243-51.
- 220.**Bryanton C, Bossé J, Brien M, McLean J, McCormick A, Sveistrup H. Feasibility, motivation, and selective motor control: virtual reality compared to conventional home exercise in children with cerebral palsy. *Cyberpsychol Behav*, 2006; 9 (2): 123–8.
- 221.**Decker M, Hall A. Physical therapy in spinal cord injury. In: Bloch RF, Basbaum M, eds. *Management of Spinal Cord Injuries*. Baltimore, Williams & Wilkins, 1986; 320-47.
- 222.**Gündüz Ş. Spinal spastisite tedavisinde yenilikler. *Türk Fiz Tıp Rehab Derg*, 1999; 2: 17-28.
- 223.**Harris K, Reid D. The influence of virtual reality play on children’s motivation. *Can J Occup Ther*, 2005; 72 (1): 21-9.
- 224.**Gunel MK, Kara OK, Ozal C, Turker D. Virtual reality in rehabilitation children with cerebral palsy. In: Svraha E, *Cerebral Palsy- Challenges for the Future*. InTech, 2014; 273-301.

225. Federoff, M. Heuristics and usability guidelines for the creation and evaluation of fun in video games. Thesis at the University Graduate School of Indiana University, 2002.
226. Koman LA, Smith BP, Shilt JS. Cerebral palsy. *The Lancet*, 2004; 363: 1619-31.
227. Foreman N, Stanton D, Wilson P, Dtiffy U. Spatial knowledge of a real school environment acquired from virtual or physical models by able-bodied children and children with physical disabilities. *J Exp Psychol*, 2003; 9: 67-74.
228. Altun GP. Serebral Palsi'li çocuklarda sanal gerçeklik oyunlarının üst ekstremitte fonksiyonları üzerine etkisi. Marmara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Programı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2015.
229. Tarakci D, Ersoz Huseyinsinoglu B, Tarakci E, Razak Ozdinçler A. The Effects of Nintendo Wii-Fit Video Games on Balance in Children with Mild Cerebral Palsy. *Pediatr Int*, 2016.
230. Wiklund LM, Uvebrant P. Hemiplegic cerebral palsy: correlation between CT morphology and clinical findings. *Dev Med Child Neurol*, 1991; 33: 512-23.
231. Seme-Ciglencecki P. Predictive values of cranial ultrasound and assessment of general movements for neurological development of preterm infants in the Maribor region of Slovenia. *Wien Klin Wochenschr*, 2007; 119: 490-6.
232. Baek SO, Jang SH, Lee E, Kim S, Hah JO, Park YH, Lee JM, Son SM. CST recovery in pediatric hemiplegic patients: Diffusion tensor tractography study. *Neurosci Lett*, 2013; 557: 79-83.
233. Basser PJ, Pierpaoli C. A simplified method to measure the diffusion tensor from seven MR images. *Magn Reson Med*, 1998; 39: 928-34.
234. Morriss MC, Zimmerman RA, Bilaniuk LT, Hunter JV, Haselgrove JC. Changes in brain water diffusion during childhood. *Neuroradiology*, 1999; 41: 929-34.
235. Tanner SF, Ramenghi LA, Ridgway JP. Quantitative comparison of intrabrain diffusion in adults and preterm and term neonates and infants. *AJR*, 2000; 174: 1643-9.
236. Schneider JF, Il'yasov KA, Hennig J, Martin E. Fast quantitative diffusion tensor imaging of cerebral white matter from the neonatal period to adolescence. *Neuroradiology*, 2004; 46: 258-66.
237. Hermoye L, Saint-Martin C, Cosnard G, Lee SK, Kim J, Nassogne MC. Pediatric diffusion tensor imaging: normal database and observation of the white matter maturation in early childhood. *Neuroimage*, 2006; 29 (2): 493-504.

- 238.**Trivedi R, Gupta RK, Shah V, Tripathi M, Rathore RKS, Kumar M. Treatment-induced plasticity in cerebral palsy: a diffusion tensor imaging study. *Pediatr Neurol*, 2008; 39 (5): 341–9.
- 239.**Kalra L. Stroke rehabilitation. In: Pathy MSJ, Morley JE, Sinclair A, eds. *Principles and Practice of Geriatric Medicine*. 4th ed. Chichester, UK: John Wiley, 2005: 849-58.
- 240.**Rostami HR, Arastoo AA, Nejad SJ, Mahany MK, Malamiri RA, Goharpey S. Effects of modified constraint-induced movement therapy in virtual environment on upper-limb function in children with spastic hemiparetic cerebral palsy: a randomised controlled trial. *NeuroRehabilitation*, 2012; 31 (4): 357-65.

