

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HEMİPARATİK SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA
SANAL GERÇEKLİK YÖNTEMİNİN DENGE VE
İLERİ DÜZEY MOTOR BECERİLER ÜZERİNE
OLAN ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Fzt. Miraç SEZER ÜRGEN

**Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**ANKARA
2013**

T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**HEMİPARATİK SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA
SANAL GERÇEKLİK YÖNTEMİNİN DENGİ VE
İLERİ DÜZEY MOTOR BECERİLER ÜZERİNE
OLAN ETKİSİNİN İNCELENMESİ**

Fzt. Miraç SEZER ÜRGEN

**Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. TÜRKAN AKBAYRAK**

**ANKARA
2013**

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne,

Bu çalışma jürimiz tarafından fizik tedavi ve rehabilitasyon programında yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Yavuz Yakut
Hacettepe Üniversitesi

Danışman: Prof. Dr. Türkan Akbayrak
Hacettepe Üniversitesi

Üye: Prof. Dr. Mintaze Kerem Günel
Hacettepe Üniversitesi

Üye: Doç. Dr. Nezire Köse
Hacettepe Üniversitesi

Üye: Doç.Dr.Yeşim Bakar
Abant İzzet Baysal Üniversitesi

ONAY

Bu tez, Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri tarafından uygun görülmüş ve Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ersin FADILLIOĞLU

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Çalışmanın oluşum, kabul edilme ve yürütülme aşamalarında bilgi, deneyim ve manevi desteği ile büyük katkıda bulunan danışmanım Sayın Prof. Dr. Türkan AKBAYRAK'a

Çalışmamızın gerçekleşmesinde desteklerini ve katkılarını esirgememiş olan Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Yavuz YAKUT'a,

Çalışmanın oluşturulması ve sonuçların yorumlanması aşamalarında akademik bilgi ve deneyimi ile büyük katkıda bulunan Sayın Prof. Dr. Mintaze KEREM GÜNEL'e,

Lisans ve lisans üstü eğitim programlarında bilgi, deneyim ve manevi desteğini esirgemeyen Sayın Doç.Dr. Nezire KÖSE'ye,

Tez yazım aşamasında her konuda beni destekleyen ve motive eden Sayın Doç. Dr. Akmer MUTLU'ya,

İstatistiksel analizlerin yapılmasında yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Sevilay KARAHAN'a

Yüksek lisans programına başladığım günden itibaren manevi destekte bulunan arkadaşım Fzt. Zeynep BULUT DOĞAN'a ve çalışmamızda yer alan çocukların değerlendirildiği özel eğitim merkezlerinde görev yapan meslektaşlarım Uzm. Fzt. Ayşegül USTA, Fzt. Büşra AYDOĞAN, Fzt. Tuğba ÇALIK, Fzt. Banu BAŞ, Fzt. Melike DEMİRCİ, Fzt. Sevi SEVİMLİ, Fzt. Belkıs CERRAHOĞLU, Fzt. Müge ERÇETİN, Fzt. Eda Özge KÜÇÜK'e,

Çalışmamızın yapıldığı özel eğitim merkezleri kurucuları ve müdürleri sayın Adnan AĞIR ve Arzu DOĞANAY BİLGİ, Faruk SEVİNDİ, Mürsel ARTUR, Güçlü ŞENER ve Gökhan İBÜK'e sağladıkları imkan ve ilgilerinden ötürü,

Sevgili babam Mehmet Ali SEZER'e annem Kezban SEZER'e kardeşlerim M. Berika KADIOĞLU, M. Kübra SEZER'e ve eşim M. Yasin ÜRGEN'e benim bugünlere gelmemi sağladıkları için, saygı ve sevgilerimle sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖZET

Sezer Ürgen M., Hemiparatik 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.

Bu çalışmanın amacı sanal gerçeklik uygulamasının hemiparatik serebral palsili (SP) çocukların denge ve ileri düzey motor gelişiminde etkili olup olmadığını incelemektir. Çalışmamıza, yaşları 7-14 arasında değişen spastik hemiparatik SP tanısı alan 30 çocuk katıldı. Sosyodemografik ve tanımlayıcı verilerin yanı sıra çocukların tedavi öncesi ve sonrası kaba motor fonksiyonları, performansları, çift ayak ve tek ayak üzerinde duruş süreleri, tandem duruş süresi, kalk ve yürü testi, bağımsız sıçrama sayıları, pediatrik denge ölçütü uygulandı. Tüm çocuklar haftada iki seans Bobath Nörogelişimsel Tedavi yöntemine dayalı fizyoterapi ve rehabilitasyon programına alındı. İçlerinden 15 tanesi kontrol grubu olarak seçildi. Rastgele örnekleme yöntemiyle seçilen 15 çocuk ise aldıkları eğitime ek olarak haftada iki seans sanal gerçeklik uygulaması olan *Wii Fit* uygulamasına dahil edildi (tedavi grubu). Çocuklar dokuz hafta boyunca eğitildi. Toplam 18 seans uygulama yapıldı. Uygulama sonrası her iki grubun GMFM, GMPM puanlarındaki, tek ayak ve tandem duruş sürelerindeki ve pediatrik denge puanlarındaki farklılıklar anlamlı bulundu ($p<0.05$). Tedavi grubunda kontrol grubundan farklı olarak uygulama sonrası bağımsız sıçrama sayılarında, kalk ve yürü testi ortalama süresinde anlamlı farklılıklar bulundu ($p<0.05$). İki grup karşılaştırıldığında tedavi öncesi benzerlik gösteren GMFM ve GMPM puanları, düz ve yumuşak zemindeki bağımsız sıçrama sayıları tedavi sonrası farklılık göstermiştir ($p<0.05$). Sanal gerçeklik yöntemlerinden *Wii Fit* uygulamasının rehabilitasyon amaçlı kullanılması hemiparatik SP'li çocukların dengesini ve ileri düzey motor becerilerini geliştirmiştir. Daha sonra yapılacak olan çalışmaların geniş ve farklı örneklem gruplarında, laboratuvar ve klinik değerlendirme yöntemleri kullanılarak, randomize kontrollü olarak yapılması önerilir.

Anahtar Kelimeler: Serebral Palsi, Sanal Gerçeklik, *Wii Fit*, Denge, Motor Beceri, Nörogelişimsel Tedavi

ABSTRACT

Sezer Urgan M. Investigation of the effects of virtual reality program for balance and advanced motor abilities in children with hemiparetic cerebral palsy, University of Hacettepe, Health Science Institute, Physical Therapy and Rehabilitation Program, Master Thesis, Ankara, 2013. The aim of this study was to investigate the effects of virtual reality program for balance and advanced motor abilities in children with hemiparetic cerebral palsy. This study included 30 children with hemiparetic cerebral palsy between the ages of 7-14 years. Following recording demographic data, gross motor function and performance measure tests, one and two leg standing tests, tandem standing tests, time up and go tests, independent jumping numbers and pediatric balance scale were used for balance assessments at baseline and after treatment. All subjects were treated by Bobath Neurodevelopmental Therapy (NDT) 2 times per week for 9 weeks in which randomly selected 15 children undergone *Wii Fit* which is a kind of virtual reality program, 2 times per week additional to their NDT program (treatment group). The other group is called control group. All subjects had the treatment during 9 weeks, totally 18 times. After applications in control group, according to the obtained data, NDT caused a decrease in the completion one leg and tandem standing, pediatric balance scale, GMFM and GMPM scores ($p < 0.05$) when baseline and after treatment were compared. In application group, NDT and *Wii* application caused a decrease in the completion time of TUG, one leg and tandem standing, scores of GMFM, GMPM, pediatric balance scale and independent jumping numbers. ($p < 0.05$). When the groups were compared the scores of GMFM, GMPM, independent jumping numbers on smooth and soft surface were similar at baseline although had differences after the applications ($p < 0.05$). *Wii Fit* application improves balance and advanced motor abilities in children with hemiparetic cerebral palsy. It is suggested that future studies which will aim to explore the effectiveness of the *Wii Fit* application on balance should be randomized on wide and different sample size as well as using laboratory and clinical assessments together.

Key Words: Cerebral palsy, virtual reality, *Wii Fit*, balance, motor skills, Neurodevelopmental Therapy

İÇİNDEKİLER

Sayfa No:

| | |
|---|------|
| TEŞEKKÜR | iv |
| ÖZET | v |
| İÇİNDEKİLER | vii |
| SİMGELER VE KISALTMALAR | x |
| ŞEKİLLER DİZİNİ | xi |
| TABLolar DİZİNİ | xiii |
| 1. GİRİŞ | 1 |
| 2. GENEL BİLGİLER | 3 |
| 2.1. SEREBRAL PALSİ | 3 |
| 2.1.1. Tanım | 3 |
| 2.1.2. Etyoloji ve Risk Faktörleri | 3 |
| 2.1.3. Sınıflandırma | 5 |
| 2.2. SEREBRAL PALSİDE DEĞERLENDİRME | 9 |
| 2.3. DENGİ | 14 |
| 2.3.1. Dengenin Biyomekaniği ve Fizyolojisi | 14 |
| 2.3.1.1. Statik Denge | 15 |
| 2.3.1.2. Dinamik Denge | 16 |
| 2.3.2. Denge Kontrolünden Sorumlu Yapılar | 16 |
| 2.3.2.1. Vizüel Sistem | 16 |
| 2.3.2.2. Vestibuler Sistem | 16 |
| 2.3.2.3. Reseptörler | 18 |
| 2.3.3. Dengenin Önemi | 18 |
| 2.3.4. Normal Gelişen Çocukta Denge | 19 |
| 2.3.5. Serebral Palsili Çocuklarda Denge | 20 |
| 2.3.6. Denge Değerlendirme Yöntemleri | 21 |
| 2.3.6.1. Laboratuvar Ortamında Gerçekleştirilen Denge Değerlendirme Yöntemleri | 21 |
| 2.3.6.2. Klinik Denge Değerlendirme Yöntemleri | 22 |
| 2.4. TEDAVİ | 25 |
| 2.4.1. (Bobath) Nörogelişimsel Tedavi (NGT) Yaklaşımı | 26 |
| 2.4.3 Kısıtlayıcı-Zorunlu Hareket Tedavisi | 28 |
| 2.5. SANAL GERÇEKLİK | 29 |

| | |
|--|----|
| 2.5.1. Tanım | 29 |
| 2.5.2. Eğitimde Sanal Gerçeklik Uygulamaları | 30 |
| 2.5.3. Sanal Gerçekliğin Özellikleri | 30 |
| 2.5.4. Sanal Gerçekliğin Eğitimde Kullanılmasının Yararları | 32 |
| 2.5.5. Sanal Gerçeklikte Kullanılan Araçlar | 32 |
| 2.5.5.1. Sahne (Stage) | 33 |
| 2.5.5.2. Masaüstü (Desktop World) | 35 |
| 2.5.5.3. Aynalar Dünyası | 37 |
| 2.6. <i>Wii Fit</i> NEDİR? | 37 |
| 2.6.1. <i>Wii</i> Denge Tahtası İle Günlük Vücut Testleri..... | 41 |
| 2.6.2. <i>Wii Fit</i> Oyun Konsolunu Kullanırken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar | 43 |
| 3. BİREYLER VE YÖNTEM | 47 |
| 3.1. BİREYLER | 47 |
| 3.2. YÖNTEM..... | 49 |
| 3.3. DEĞERLENDİRMELER | 49 |
| 3.3.1 Hikaye Alımı..... | 49 |
| 3.3.2.Çocukların Ambulasyon Durumu ve Genişletilmiş Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemine göre fonksiyonel seviyeleri (GMFCS) | 50 |
| 3.3.3. Fonksiyonel Mobilite Seviyesi (FMS)..... | 50 |
| 3.3.4. Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü (KMFÖ) (GMFM) | 51 |
| 3.3.5. Kaba Motor Performans Ölçümü (GMPM)..... | 51 |
| 3.3.6. Düz ve Yumuşak Zeminde Ayakta Duruş Süreleri..... | 52 |
| 3.3.7. Tek Ayak Üzerinde Duruş Süresi | 52 |
| 3.3.8. Tandem Duruş Süresi | 52 |
| 3.3.9. Sıçrama Sayıları | 53 |
| 3.3.10. Kalk Ve Yürü Testi (<i>Timed&Up Go Testi</i>)..... | 53 |
| 3.3.11. Pediatrik Denge Ölçütü | 53 |
| 3.3.12. PEDİ (Pediatric Evaluation of Disability Inventory) | 53 |
| 3.4. KONTROL GRUBU TEDAVİ PROGRAMI | 54 |
| 3.5. TEDAVİ GRUBU | 55 |
| 3.6. İSTATİSTİKSEL ANALİZ | 61 |
| 4. BULGULAR | 62 |

| | |
|---|----|
| 4.1. SEREBRAL PALSİ'Lİ ÇOCUKLARIN DEMOGRAFİK ÖZELLİKLERİNE İLİŞKİN BİLGİLER | 62 |
| 4.2. KABA MOTOR FONKSİYON ÖLÇÜM PUANLARI | 64 |
| 4.3. KABA MOTOR PERFORMANS ÖLÇÜTÜ | 65 |
| 4.4. DÜZ ve YUMUŞAK ZEMİNDE GÖZLER AÇIK VE KAPALI DURUŞ SÜRELERİ..... | 66 |
| 4.5. TEK AYAK ÜZERİNDE VE TANDEM DURUŞ SÜRELERİ | 67 |
| 4.6. BAĞIMSIZ SIÇRAMA SAYILARI | 68 |
| 4.7. KALK ve YÜRÜ TESTİ PUANLAMASI | 70 |
| 4.8. PEDIATRİK DENGİ ÖLÇÜTÜ | 70 |
| 4.9. FONKSİYONEL DEĞERLENDİRME | 72 |
| 5. TARTIŞMA | 73 |
| 6. SONUÇ..... | 85 |
| 7. KAYNAKLAR | 89 |

SİMGELER VE KISALTMALAR

| | | |
|-------|---|---|
| SP | : | Serebral Palsi |
| NGT | : | Nörogelişimsel Tedavi |
| GMFCS | : | Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi |
| GMFM | : | Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü |
| GMPM | : | Kaba Motor Performans Ölçümü |
| GA | : | Gözler Açık |
| GK | : | Gözler Kapalı |
| n | : | Örnekleme Olgu Sayısı |
| p | : | İstatistiksel Yanılma Düzey |
| X | : | Aritmetik Ortalama |
| SD | : | Standart Sapma |
| % | : | Yüzde Oran |
| Min | : | Minimum |
| Mak | : | Maksimum |
| SPSS | : | İstatistik Programı(Windows tabanlı 15.0 versiyonu) |
| FTR | : | Fizyoterapi ve Rehabilitasyon |

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No:

| | | |
|-------------|--|----|
| Şekil 2.1. | Head Mounted Display, HMD..... | 34 |
| Şekil 2.2. | Kabin Simülatörü..... | 34 |
| Şekil 2.3. | Özelleştirilmiş Odalar | 35 |
| Şekil 2.4. | Masaüstü Sanal Gerçeklik (<i>Desktop Virtual Reality</i>)..... | 36 |
| Şekil 2.5. | Baş Çift Görüntü Veren Araç (<i>Head Coupled Display</i>)..... | 36 |
| Şekil 2.6. | Sensör bar | 38 |
| Şekil 2.7. | Oyun konsolunun önden görünümü | 38 |
| Şekil 2.8. | <i>Wii remote</i> yandan, önden, arkadan görünüm | 39 |
| Şekil 2.9. | <i>Wii remote</i> üstten görünüm | 39 |
| Şekil 2.10. | <i>Wii remote</i> alttan görünüm..... | 39 |
| Şekil 2.11. | <i>Nonchuck</i> yandan görünüm | 40 |
| Şekil 2.12. | Denge tahtası üstten görünüm | 40 |
| Şekil 2.13. | Denge tahtası alttan görünüm..... | 40 |
| Şekil 3.1. | Hasta Akış Çizelgesi | 49 |
| Şekil 3.2. | <i>Jogging Plus</i> Oyunu ve Uygulanma Şekli | 56 |
| Şekil 3.3. | <i>Penguin Slide</i> Oyunu ve Uygulanma Şekli..... | 57 |
| Şekil 3.4. | <i>Heading</i> Oyunu ve Uygulanma Şekli | 57 |
| Şekil 3.5. | <i>Ski Jump</i> Oyunu ve Uygulanma Şekli | 58 |
| Şekil 3.6. | <i>Snowball Fight</i> Oyunu ve Uygulanma Şekli | 59 |
| Şekil 3.7. | <i>Tilt City</i> Oyunu ve Uygulanma Şekli..... | 59 |
| Şekil 3.8. | <i>Perfect 10</i> Oyunu ve Uygulanma Şekli | 59 |
| Şekil 3.9. | <i>Segway Circuit</i> Oyunu ve Uygulanma Şekli | 61 |
| Şekil 3.10. | <i>Obstacle Course</i> Oyunu ve Uygulanma Şekli | 61 |

- Şekil 4.1. Düz ve Yumuşak Zemin, Etkilenmiş ve Etkilenmemiş Taraf Tek Ayak Üzerinde Bağımsız Sıçrama Sayılarının Tedavi Öncesi ve Sonrası Gruplara Göre Dağılımı 69
- Şekil 4.2. Pediatrik Denge Ölçütünün Tedavi Öncesi ve Sonrası Gruplara Göre Dağılımı 71

TABLolar DİZİNİ**Sayfa No:**

| | |
|--|----|
| Tablo2.1. SP'nin Klinik Tipleri. | 5 |
| Tablo 4.1. Gruplar Arası Cinsiyet ve Etkilenmiş Taraf Dağılımı, Yaş Ortalaması | 62 |
| Tablo 4.2. Düşme sıklığının, nerede düşüldüğü'nün, düşme yönü, nedeni ve yaralanan yerlerin gruplara göre dağılımı ve yüzde oranları | 63 |
| Tablo 4.3. Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü-88'in Değerlendirme Sonuçları..... | 65 |
| Tablo 4.4. Kaba Motor Performans Ölçütü'nün Değerlendirme Sonuçları..... | 66 |
| Tablo 4.5. Yumuşak Zeminde Gözler Açık ve Kapalı Grup İçi ve Gruplar Arası Değerlendirme Sonuçları | 67 |
| Tablo 4.6. Tek Ayak Üzerinde Duruş ve Tandem Duruş Sürelerinin Değerlendirilmesi | 68 |
| Tablo 4.7. Sıçrama Sayılarının Değerlendirilmesi | 69 |
| Tablo 4.8. Kalk ve Yürü Testinin Değerlendirilmesi..... | 70 |
| Tablo 4.9. Pediatrik Denge Ölçütü'nün Grup İçi ve Gruplar Arası Değerlendirme Sonuçları | 71 |
| Tablo 4.10. Gruplara Göre Fonksiyonel Değerlendirme Sonuçları..... | 72 |

1. GİRİŞ

Serebral Palsi (SP), doğum öncesi, doğum sırası veya doğum sonrası immatür beyindeki bir lezyon sonucu ortaya çıkan, nöromusküler bir bozukluktur ve çocukluk döneminde oldukça sık görülmektedir. Ülkemizde yapılan bir çalışmada SP oranı her 1000 canlı doğumda 4,4 olarak belirtilmiştir. SP'de motor gelişim yetersizliğinin yanı sıra mental, görme, işitme, konuşma ve davranış problemleri de görülebilmektedir. Mevcut fiziksel yetersizliklere bu problemlerde eklenince çocuğun oturma, ayakta durma ve yürüme sırasında denge kurması zorlaşmakta, ileri düzey motor becerileri etkilenmektedir.

SP'nin tedavisinde en önemli rolü fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları oluşturmaktadır. Rehabilitasyonun amacı; çocukta var olan potansiyeli açığa çıkararak, geliştirmesine yardımcı olmak ve çocuğun maksimum düzeyde bağımsızlık kazanmasını sağlamak olarak özetlenebilir. SP'li çocukların fizyoterapi ve rehabilitasyonunda, motor gelişim düzeyinin geliştirilmesi, tonus regülasyonu, kas kuvvetinin artırılması, günlük yaşam aktivitelerinde fonksiyonel bağımsızlığın kazandırılması amaçlı birçok tedavi yöntemi uygulanmaktadır. Bu süreç uzun bir zaman almaktadır. Bu zaman diliminde SP'li çocuklar sıkılmakta, davranış problemleri göstermekte ya da tedaviyi reddetmektedirler.

SP'li çocukların yaşına, klinik tipine, ekstremitte dağılımına, lezyonun yerine ve şiddetine göre, görme, işitme, algılama, gibi başka ek problemlerin varlığına göre tedavi süreci uzamaktadır. Bu nedenle gelişen teknoloji ile farklı tedavi yöntemleri araştırılıp kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemlerden biri de Sanal Gerçeklik uygulamalarıdır.

Sanal Gerçeklik, katılımcılarına gerçekmiş hissi veren, bilgisayarlar tarafından yaratılan dinamik bir ortamla karşılıklı iletişim olanağı tanıyan, üç boyutlu bir benzetim modelidir. Böylelikle, bilgisayar ortamında tüm duyularla (görme, dokunma, koku alma, işitme v.b.) algılanabilen bir dünya yaratılır. Sanal gerçeklik yöntemi birçok alanda kullanılmaktadır. Bunlar; mimarlık, kimya, ulaşım, askeri ve güvenlik, tehlikeli durum simülasyonu, tıp, eğitim, turizm, bilim ve mühendislik, eğlence, bilgi toplama, sanal gerçeklik kütüphaneleri, özel eğitim alanlarıdır.

Sanal gerçeklik yöntemlerinin rehabilitasyon amaçlı kullanılması yeni bir uygulamadır. Özellikle pediatrik rehabilitasyon alanında yapılan çalışmalarda sanal gerçeklik uygulamalarının günlük yaşam içerisinde çocukların yeteneklerini, mobilitelerini, kognitif kabiliyetlerini geliştirdiği onlara eğlence ve motivasyon sağladığı görülmüştür. SP'li çocuklar üzerinde yapılan birçok çalışmada da sanal gerçeklik yöntemi yüz güldüren sonuçlar vermiştir. Sonuç olarak sanal gerçeklik fonksiyonel, motivasyon içeren güçlü tedavi seçeneklerine sahiptir. Ancak şu anda ülkemizde bununla ilgili yeteri kadar çalışma bulunmamaktadır.

Bu çalışmanın planlanmasındaki amacımız; sanal gerçeklik yönteminin rehabilitasyon amaçlı kullanılmasıyla hemiparatik SP'li çocukların denge ve ileri düzey motor becerilerin gelişimi üzerine etkisi olup olmadığını incelemek, bu uygulamanın yeni bir tedavi yöntemi olarak kullanılıp kullanılmayacağını belirlemektir.

Çalışmamızın başında ortaya koyduğumuz hipotezler şu şekildedir:

h: Sanal gerçeklik yönteminin rehabilitasyon amaçlı kullanımının Hemiparatik SP'li çocukların denge gelişimi üzerine etkisi yoktur.

h: Sanal gerçeklik yönteminin rehabilitasyon amaçlı kullanımının Hemiparatik SP'li çocukların ileri düzey motor beceriler üzerine etkisi yoktur.

2. GENEL BİLGİLER

2.1.SEREBRAL PALSİ

2.1.1. Tanım

Serebral Palsi (SP) ilk defa 1861 yılında İngiliz Ortopedist Dr. William Little tarafından tanımlanmış ve "Little" hastalığı olarak isimlendirilmiştir. Dr. William Little, hastalığın zor gerçekleşen doğumlar sırasında meydana geldiğini bildirmiştir. Sigmund Freud da 1890'lı yıllarda SP üzerinde çalışmalar yapmış ve doğum anında olduğu gibi, gebelik sırasında da bu hastalığın oluşabileceğini belirtmiştir. Daha sonra ise Burgess (1988) ve Phelps (1947) tarafından bu hastalık "Serebral Palsi" olarak adlandırılmıştır (1).

Serebral Palsi (SP), prenatal, perinatal veya postnatal dönemde immatür beynin değişik nedenlerle etkilenmesi sonucu ortaya çıkan kalıcı, ilerleyici olmayan bir bozukluk olarak tanımlanır (2,3).

Postnatal dönemin 2. yaşa kadar sürdüğü belirtilmekle birlikte bu sınırın 5 yaşa kadar uzayabileceğini söyleyen araştırmacılar da bulunmaktadır (4,5).

Hastalığa, motor bozukluklarının yanı sıra serebral disfonksiyonlara bağlı olarak duyu, kognitif, iletişim, algı, davranış bozuklukları, öğrenme güçlükleri, dil-konuşma bozuklukları, ağız-diş sorunları, ikincil kas iskelet sorunları ve epilepsi eşlik edebilmektedir (6-8).

2.1.2. Etyoloji ve Risk Faktörleri

Hastalığın etyolojisi kesin olarak bilinmemekle birlikte SP'ye yol açan nedenlerin;%50-60 prenatal, %30-40 perinatal, %10-15 ise postnatal dönemde olduğu belirtilmektedir. Çoğunlukla hastalığa neden olan birden fazla etken bir arada bulunabilir (3).

Prenatal Nedenler

- 1- Enfeksiyonlar
- 2- Kanamalar
- 3- Annenin metabolik hastalıkları (diabetes mellitus gibi)
- 4- Herediter hastalıklar (kromozom anomalileri gibi)
- 5- Kimyasal zehirlenme (alkol, sigara)
- 6- Rh faktörü (eritroblastozis fötalis)
- 7- İlk trimesterde radyasyona maruz kalma
- 8- İntrauterin anoksi veya fetusun kan akımının azalması
- 9- Ağır malnütrisyon
- 10- Abdominal travma
- 11- Akrabalık

Perinatal Nedenler

- 1- Perinatal hipoksi (obstetrik komplikasyonlar)
- 2- Serebral kanama (zor doğum veya travmatik doğum)
- 3- Enfeksiyonlar (sepsis, menenjit gibi)
- 4- Ani basınç değişikliği
- 5- Prematürite (36. haftadan erken doğum)
- 6- Düşük doğum ağırlığı (2500 gramdan az)
- 7- Çoğul gebelik

Postnatal Nedenler

- 1- Enfeksiyonlar (menenjit, ensefalit)
- 2- Neonatal hiperbilüribinemi
- 3- Konvülsiyonlar
- 4- Beyin travması
- 5- Anoksi (CO zehirlenmesi, boğulma gibi) (9,10)

SP'nin oranı ile ilgili çalışmalar incelendiğinde, Amerika Birleşik Devletleri'ndeki yayınlarda bu oranın 1000'de 1,2-1,5 olduğu görülmüştür (9).

Türkiye’de bu konuda yapılmış en kapsamlı çalışmada ise bu oran, her 1000 canlı doğumda 4,4 olarak belirtilmiştir (10).

2.1.3. Sınıflandırma

Günümüzde, klinik bulgulara göre yapılan sınıflandırma en çok kullanılan sınıflandırmadır (11,12). Ekstremitte dağılımı ve şiddetine göre yapılan sınıflandırmalar ise ikinci sırada yer almaktadır (1).

2.1.3.1. Klinik Bulgulara Göre Sınıflandırma

Klinik bulgulara göre sınıflandırma; spastik, diskinetik, ataksik, hipotonik ve miks tip olmak üzere beş başlık altında toplanmaktadır. Bu klinik tiplerden bazıları, özellikle de spastik ve diskinetik tip, birlikte görülebilmekte ve miks tip olarak adlandırılmaktadır. SP’nin klinik tiplerine göre sınıflandırması Tablo 2.1’de gösterilmektedir.

Tablo 2.1. SP’nin Klinik Tipleri

A. Spastik

- Spastik Kuadriparatik
- Spastik Diparatik
- Spastik Hemiparatik

B. Diskinetik

- Korea
- Atetoz
- Ballismus
- Tremor
- Rijidite
- Distoni

C. Ataksik

D. Hipotonik (flask)

E. Miks

2.1.3.1.1. Spastik Tip

Spastik tip SP, %75'e yaklaşan oranla SP'de en sık görülen klinik tiptir (13). Spastik SP'li çocuklarda ise, kuadriparazi (%25), diparazi (%35) ve hemiparazi (%40) en çok karşılaşılan ekstremite tutulumlarıdır (14).

Perinatal nedenlerden, daha çok doğum asfiksisinin neden olduğu, tüm vücut tutulumu, baş, boyun ve kolların etkilendiği kuadriparatik spastik tipte tablo önce bazen hipotoniktir. Sonrasında gelişen ekstansiyon ve/veya fleksiyon yönündeki tonus artışı, motor gelişimi olumsuz olarak etkiler (15). Görme-işitme problemleri, konvülsiyonlar, mental retardasyon ve oro-motor problemler kuadriparatik SP'li çocuklarda görülebilen diğer sorunlardır (16).

Spastik diparatik çocuklarda ise alt ekstremite ve gövdenin etkilenimi üst ekstremitelerden daha fazladır ve daha çok prematüre bebeklerde görülür. Yürüme güçlüğüünün yanında strabismus, görme defektleri, kognitif bozukluklar hastalığa eşlik edebilen diğer sorunlardır (17). Manyetik rezonans görüntüleme en yaygın nörolojik bulgu periventriküler lökomalazidir (18). Bu gruptaki hastaların çoğu yürüme becerisini 7 yaşına kadar ancak kazanabilir (18).

Hemiparazi, vücudun ipsilateral tarafındaki alt ve üst ekstremite tutulumudur. Hemiparatik spastik SP'li çocukların %68'inde duyu defisitleri, %25'inde konverjan şaşılık ve homonimum hemianopsi gibi görsel defisitler, %28'inde kognitif problemler, %33'ünde konvülsiyon görülmektedir. Bunun yanı sıra algısal motor defisitlere bağlı öğrenme güçlükleri ve epilepsi gözlenmektedir (19,20).

Bu tipte üst ekstremitedeki motor yetersizlik alt ekstremitelere göre genellikle daha fazladır (21,22). Nedeni tam olarak bilinmemekle beraber, sağ taraf hemiparazi sol tarafa göre daha fazla görülmektedir (23).

Hemiparatik spastik SP'li çocuklar, sağlıklı çocuklara göre kaba motor fonksiyonlar açısından gecikme göstermektedir. Bu çocuklarda dengede

durma ve düzeltme reaksiyonlarının yetersizliğine bağlı olarak etkilenmiş tarafa düşme eğilimi sık karşılaşılan bir problemdir. Buna karşılık sağlam taraftaki dengede durma ve düzeltme reaksiyonları hiperaktiftir ve etkilenen tarafı kompanse etmeye çalışır (24,25).

Sürünme ve dönme hareketleri sağlam tarafın yardımıyla, hastalıktan etkilenmeyen taraf üzerinden gerçekleştirilir. Sırtüstü pozisyonundan oturma pozisyonuna geçme kolay öğrenilirken; ayakta durma ve yürüme pozisyonlarında değişik düzeylerde gecikmeler olmaktadır. Ayakta durma sırasında ağırlık daha çok sağlam taraf üzerinde taşınır. Yürümenin başlangıcında etkilenmiş bacak abdüksiyondadır. Etkilenen kol ve bacağın mobil olması ve bu tarafın ağırlık aktarımını karşılayacak ekstansör tonusun yeterli olmamasından dolayı; etkilenmiş tarafa ağırlık verildiğinde, hastalar o tarafa yığılma eğilimi göstermektedirler (24,25).

Hemiparatik spastik SP'li çocuklarda tutulumun şiddetine göre hemiparatik taraf kısa ve atrofik olabilir (26). Bu durumda vücudun asimetrikliği göze çarpan en önemli belirtidir. Bu tip hastalar, bazen ayakkabı içine yerleştirilen bir ortez yardımıyla genellikle yardımcı bir cihaza gerek kalmadan yürürler. Vücut ağırlıklarını etkilenmemiş taraflarında taşırlar (27). Bu durumdan etkilenen çocuklar üzerinde yapılan yürüme analizi çalışmaları, vücudun karşı yarısında bir miktar etkilenme olduğunu ve özellikle etkilenme şiddeti arttıkça bu durumun kendini daha çok ortaya çıkardığını göstermiştir (21). Bunlara rağmen hemen hemen tüm hemiparatik çocuklar bağımsız yürümeyi öğrenebilir ve günlük yaşam aktivitelerinde bağımsız hale gelebilirler (26,28).

Yürüyüşleri sırasında tipik üst ekstremité postürü; omuz internal rotasyonda, dirsek fleksiyonda, el bileği ulnar deviasyonda, başparmak avuç içine sıkışmış pozisyonundadır (26). Üst ekstremitenin bu pozisyonundan kaynaklı en büyük sorun duyu eksikliğidir. Bu durum üst ekstremitenin ihmeline ve zamanla o tarafın farkına varılmamasına neden olabilmektedir (21).

Modern yürüme analizi sonuçları alt ekstremite tutulumuna sahip hastalarda bireye özgü özel bir etkilenme spektrumu olduğunu göstermiştir (21).

SP'li çocukların tedavisinde amaç; çocuklarda var olan nöromotor potansiyeli kullanarak, uygun yönlendirme ve tedavileri uygulamak ve hayatının geri kalan kısmını normal adölesan bireyler gibi çevresindekilere minimal bağımlılıkla devam ettirebilmelerini sağlamaktır (29). Hemiparatik SP'li çocuklarda etkilenmiş tarafın tonus regulasyonunu sağlamak, kontraktür oluşumunu engellemek, zayıf kasları kuvvetlendirmek, üst ekstremitelerin fonksiyonel kullanımını arttırmak, dengeyi arttırmak ve daha iyi bir yürüme paterni oluşturmak için fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamaları yapılmaktadır. Fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarına ek olarak gerek görüldüğünde ortezleme, iş uğraşı terapisi, cerrahi girişim yöntemlerine de başvurulmalıdır.

2.1.3.1.2. Diskinetik Tip

Eristroblastozis fetalis, sarılık seviyesinin yükselmesi, bazal gangliyon hasarıyla karakterize, ekstrapramidal sistem bozukluğunun hakim olduğu, diskinetik tip SP'li çocuklarda atetoid ve distonik SP en çok görülen tiplerdir (5).

Diskinetik bozukluklar genelde hipotoni ile başlar (20). Daha sonra tonus değişiklikleri ile birlikte istemsiz hareketler başlar. İstemsiz, yavaş hareketler baş ve yüzün hareketlerini de etkiler (30).

2.1.3.1.3. Ataksik Tip

Sıklıkla serebellumun gelişimsel problemlerine bağlı olarak ortaya çıkabilen, denge bozukluğu ve kokontraksiyon yetersizliğinin baskın olduğu

SP tipidir. Postüral tonusda ve postüral fonksiyonlarda yetersizlikler belirgindir. Nistagmus ve konuşmada artikülasyon bozuklukları eşlik eden problemlerdendir (31).

2.1.3.1.4. Hipotonik Tip

SP'li çocuklar için atetoz veya spastistenin gelişiminde, geçiş evresinde genellikle hakim olan hipotonidir. Hipotonik SP, kas tonusu ve germe reflekslerinde azalma ve primitif reflekslerin olmaması ile karakterizedir. Bu bulgular, hastalığın diğer nöromuskuler hastalıklardan ayırt edilebilmesi açısından önemlidir (32).

2.1.3.1.5. Miks Tip

Spastisite ve istemsiz hareketler bu tipte bir arada görülür (33). Başlarda spastisite belirgindir, istemsiz hareketler 9 ay ile 3 yaş arasında artmaya başlar (34).

2.2. SEREBRAL PALSİDE DEĞERLENDİRME

SP'li çocukların doğru değerlendirilmesi, uzun ve kısa vadeli rehabilitasyon programını belirlemek amacıyla kullanılacak gerekli bilgileri sağlamaktadır. Yapılacak ayrıntılı değerlendirmelerin ve uygulanan rehabilitasyon programının, çocuğun fonksiyonları üzerindeki etkilerinin belirlenmesindeki önemini de göz ardı etmemek gerekmektedir (35).

Fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarında değerlendirme aşığıdaki basamaklar içermektedir.

2.2.1. Gözlem

SP'li çocuklar, motor, kognitif, duyu, emosyonel ve sosyal açıdan ayrıntılı bir şekilde gözlemlenmelidir (36). Ayrıca çocuğun bir gününü nasıl geçirdiği de sorgulanmalıdır.

2.2.2. Hikaye

Hikâye tüm aile bireylerinden alınmalı, çocuk ve anne-babaya ait bütün özellikleri içermelidir. Çocuk ve anneyle ilgili bilgiler, prenatal, perinatal ve postnatal dönemleri kapsamalıdır (33). Çocuğun öz geçmişi, soy geçmişi, aile durumu ve tıbbi durumu dikkatlice sorgulanmalıdır.

2.2.3. Refleks ve Reaksiyonların İncelenmesi

Refleks gelişim, refleks testler yardımıyla belirlenir. Refleks gelişim tabolnun şiddeti ve çocuğun motor yeteneklerinin belirlenmesinin yanı sıra, erken tanıda da bizlere yardımcı olmaktadır. Bu hastalarda normal gelişim için gerekli olan primitif refleksler zamanla kaybolarak yerini düzeltme ve denge reaksiyonlarına bırakır. Belirli bir süre sonra halen devam eden primitif reflekslerin varlığı ve normal gelişim için gereken, denge ve düzeltme reaksiyonlarının gelişmemesi SP'nin şiddeti hakkında bilgi verir (11).

2.2.4. Motor Gelişim

Motor gelişim, normal motor gelişim eğrisini izleyebilen motor testlerin uygulanmasıyla ve performansın gözlemlenmesiyle tespit edilir (2,33). Bu testlerden bazıları: *Bayley Scales of Infant Development* (37), *Peabody Developmental Gross Motor Scales* (38), Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü - *Gross Motor Function Measure*'dir (GMFM) (1,39).

2.2.4.1. Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü - *Gross Motor Function Measure (GMFM)*

En çok kullanılan testlerden biri olan GMFM, 1989 yılında Kanadalı fizyoterapist Russell ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş; motor fonksiyonları ve bu fonksiyondaki değişikliği göstermede kullanılan kriterlerin referans alındığı; standardize, geçerli ve güvenilir bir ölçüm yöntemidir. Motor gelişimdeki değişimi video kamera kadar hassas gösterdiği bilinmektedir (40).

GMFM'nin kullanım amacı motor performansın kalitesinden çok çocuğun "hareketin ne kadarını başardığı"nı ölçmektir. Test, sırtüstü ve yüzüstü yatma ile dönme (A), oturma (B), dizüstü durma ve emekleme (C), ayakta durma (D), yürüme-koşma ve sıçrama (E) olmak üzere beş alt bölümden oluşmaktadır. Testte puanlama 0 ile 3 puan arası yapılır (41,42). Normal motor gelişimi olan 5 yaşındaki bir çocuk testin bütün basamaklarını tam olarak başarabilmektedir. GMFM testi motor fonksiyonları ve bu fonksiyondaki değişikliği göstermede detaylı analize izin vermekte ve hastalıkla ilgili oluşturulacak tedavi stratejilerinin belirlenmesinde yol gösterici rol oynamaktadır (41).

2.2.4.2. Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi- *Gross Motor Function Classification System (GMFCS)*

GMFCS, SP'li çocuklar için geliştirilmiş bir sınıflandırma sistemidir. Bu sisteme göre 12 yaşın altındaki SP'li çocuklar, kendiliğinden başlatılan hareketler, oturma, yürüme gibi kaba motor fonksiyonlara bağlı olarak beş seviye grubuna ayrılmıştır. Çocukların motor fonksiyonları yaşa bağlı olarak değiştiğinden, her grup için çocuklar, 0-2 yaş arası, 2-4 yaş arası, 4-6 yaş arası ve 6-12 yaş arası fonksiyonlarına göre tanımlanmıştır.

Bu sınıflandırmada amaç, çocuğun kaba motor fonksiyonel seviyesinin belirlenmesidir (43). Genişletilmiş GMFCS (2007) yaş aralığı 12-18 yaş

arasındaki gençleri de içermektedir ve Dünya Sağlık Örgütü' nün uluslararası fonksiyon, özürülük ve sağlık sınıflamasına (ICF) özgü kavramları vurgulamaktadır. 6-12 yaş ve 12-18 yaş aralığındaki tanımlamalar çevresel (okul ve toplum içindeki mesafeler) ve kişisel (enerji ihtiyacı ve sosyal tercihler) faktörlerin hareketlilik yöntemlerine olası etkilerini yansıtmaktadır (44).

2.2.4.3. Kaba Motor Performans Ölçümü - *Gross Motor Performance Measure (GMPM)*

GMPM, SP'li çocuklarda hareket kalitesindeki değişimi ölçen geçerli ve güvenilir bir yöntemdir. Bu test 0-12 yaş arası çocuklara uygulanır. Testte GMFM'den alınan 20 madde bulunur ve bunların her biri performansı belirleyen 3 özelliğe göre 1 (şiddetli anormal) ile 5 (normal) arasında puanlandırılır. Bu özellikler stabilite, koordinasyon, ağırlık aktarma, dissosiyasyon hareketleri ve düzgünlüğü içerir (45).

2.2.5. Kas-İskelet Sisteminin Değerlendirilmesi

Kas-iskelet sisteminin değerlendirilmesi; normal eklem hareketleri, deformiteler, kuvvet, kas tonusu ve postür değerlendirmelerini içerir (46,47).

SP'nin erken belirtilerinden biri de değişen kas tonusudur. Doğumdan sonra bir hafta, birkaç ay ya da bir yıl arasında değişen süreyle hipotoni daha sonra yerini hipertonus ve anormal postürlere bırakır. Refleks anormallikler hipertonusa eşlik eder. Tendon refleksleri hiperaktiftir ve klonus gelişir. SP'de spastisite, genellikle hemiparazi, diparazi ya da kuadriparazi tablosu şeklinde görülür (48,49).

Spastisiteyi değerlendiren farklı yaklaşımlar arasında: Tendon refleksleri, tendon darbeleme ya da hızlı germe, patolojik refleksler, skalalar (*Ashworth Skalası (AS)*, *Modifiye Ashworth Skalası (MAS)*, Spazm Frekans

Skalası, Klonus Skoru, Spazm Şiddeti, *Fugl Meyer Skalası*, Tardieu, Modifiye Tardieu vb.), Pendulum Testi, elektrofizyolojik testler (Elektromyografi, H Refleksi ve M Cevabı), gonyometrik ölçüm, Spastisite Ölçüm Sistemi (SMS), anestetik sinir blokajları, mikronörografi ve beynin elektrik ya da magnetik stimülasyonu sayılabilir (50,51,52).

2.2.6. Fonksiyonel Değerlendirme

Fonksiyon, çocuğun günlük aktivitelerini bağımsız ve güvenli olarak yapabilme yeteneğidir. Fonksiyonel değerlendirme için en çok kullanılan testlere, Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçümü-*Functional Independence Measure for Children (WeeFIM)* (53), Pediatrik Özürlülük Değerlendirmesi-*Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI)* (54) örnek verilebilir.

PEDI, 1992 yılında Haley ve arkadaşları tarafından geliştirilmiştir. Kendine bakım, mobilite, sosyal fonksiyon olmak üzere toplam üç alanda çocukların aktiviteleri yerine getirmedeki becerilerini ölçen bir test bataryasıdır. PEDI' de çocukların aktiviteleri yerine getirmedeki becerilerine ve bu aktiviteler sırasında çocuğun aldığı kişisel yardıma ve çevresel modifikasyonun derecesine göre puanlama yapılır. Ayırt ettirici bir test yöntemidir. PEDI; klinik karar verme, fonksiyonel gelişimlerin kaydını yapma, eğitim programlarını izleme ve klinik değerlendirmelerde kullanılan uygun ve kapsamlı bir test yöntemi olarak düzenlenmiştir (54). PEDI, üç farklı bölümden oluşur.

1. Fonksiyonel beceriler ve çocuğun mevcut fonksiyonel beceri yeteneğinin değerlendirildiği bölüm,
2. Çocuğun karmaşık fonksiyonel aktiviteleri sırasında çocuğa bakan kişinin yardım miktarının belirlemesi için düzenlenen bölüm,
3. Modifikasyonlar ve çocuğun fonksiyonlarını yerine getirebilmek için ihtiyaç duyduğu adaptasyonların belirlendiği bölüm

Bu üç bölümün her biri (1) kendine bakım, (2) mobilite, (3) sosyal fonksiyon alanlarını değerlendirir (54).

Yetenek çocuğun yapabildiği ve tamamlayabildiği fonksiyonel beceriler olarak tanımlanır. Fonksiyonel performans, ana fonksiyonel aktivitelerin yapılabilmesi için ihtiyaç duyulan çevresel modifikasyonlar ve bakıcıların yardım seviyesi ile ölçülür (55,56).

Fonksiyonel değerlendirme kapsamında; oro-motor fonksiyonların, duyu-algi bozukluklarının ve günlük yaşam aktiviteleri ile el fonksiyonlarının da değerlendirilmesi önemlidir (57).

2.3. DENGİ

2.3.1. Dengenin Biyomekaniği ve Fizyolojisi

Denge; dış kuvvetler karşısında, destek noktaları üzerinde vücudun merkezde duruşunu devam ettirme ve koruma yeteneğidir. Vücut ağırlık merkezinden geçen vektör, destek alanı merkezi üzerine düştüğünde denge sağlanır. Denge, birçok duysal, motor ve biyomekanik komponentli koordine aktiviteleri içeren kompleks bir fonksiyondur (58,59).

Gövde yerçekimine ve çevreye karşı pozisyonunu; görsel, vestibuler ve somatosensoryel inputları alarak ve bu uyarılara motor yanıtları vererek korur (59).

Ayak üzerinde dengede durabilmek için vücudun ağırlık merkezinin destek tabanına dik olması gerekir. Bu durum sağlandığında kişi hem yerçekiminin dengeyi bozan etkisine karşı koyabilir hem de ağırlık merkezini hareket ettirebilir. Eğer ağırlık merkezi destek tabanının dışında ise pozisyon değiştirilerek veya dıştan bir destek ile düşme engellenir (60,61).

Denge, vücutta oluşan postüral değişiklikler sonucunda farklı kasların kasılması ile sağlanır. Gravite hattı ve merkezindeki değişikliğe bağlı olarak devamlı değişiklik gösterir (62).

Özetle bir pozisyonu korumak veya pozisyonlar arası uygun geçişleri sağlamak için, merkezi sinir sistemine gelen duysal uyarıların hızlıca entegre edilip, motor yanıtlar için kullanılması gereklidir. Motor becerilerin başarılı performansı, bireyin kontrollü hareketler boyunca stabilitesini sağlama ve koruma yeteneğine bağlıdır. Sonraki hareketler duysal, kassal ve nörolojik fonksiyonların başarılı integrasyonu ile oluşmaktadır. Bu fonksiyonlardaki kötüleşmenin, dengeyi sürdürme yeteneğini etkilediği bilinmektedir. Ayrıca motor performansın ve merkezi sinir sisteminin başarılı işleyişinin, bireyin ruh hali ve motivasyonu ile kuvvetli bir ilişki içinde olduğu yapılan birçok çalışma ile kanıtlanmıştır (63,64,65).

2.3.1.1. Statik Denge

Statik denge, vücudun herhangi bir segmentinin diğeri üzerinde stabilizasyonu olarak tanımlanmaktadır (58,66). Normalde ayakta dik durma sırasında vücut ağırlık merkezi vektörü; kafada kulak kanalının ve karında L4'ün önünden, kalçanın arkasından, dizin ve ayak bileğinin önünden geçer (59). Böylece kalça ve diz eklemlerinde pasif stabilite ve ayak bileğinde soleus kasının minimal aktivitesi ile ayakta dengeli durma sağlanır. Ayakta dik dururken vücutta gözle görülmeyen salınımlar olur. Bu salınımlar sagittal planda öne-arkaya doğru 8 mm, koronal planda yanlara doğru 5 mm'dir. Öne-arkaya salınımlar dorsi/plantar fleksör kaslarının, yana salınımlar kalça abduktör/adduktörleri, ayak bileği evertör/invertör aktivitesi ile olmaktadır (59).

Statik dengesizlik, özellikle hasta ayakları bitişik, gözleri kapalı ve kolları yukarıda ayakta durur pozisyonda iken daha belirgindir (67).

2.3.1.2. Dinamik Denge

Dinamik denge, yürüme, koşma, zıplama gibi hareketler sırasında gerçekleşen dengedir (59). Dinamik denge sırasında vücut ağırlık merkezi ve vücut ağırlık merkezi vektörü sürekli yer değiştirir (59). Denge ancak, vücut ağırlık merkezi vektörü destek alanı merkezi üzerine geldiğinde sağlanır. Yürüme sırasında değişik kasların değişik zamanlarda aktivasyonu vücut ağırlık merkezinin sabit tutulmasını sağlar. Dinamik dengesizlik, özellikle yürürken ortaya çıkar (67).

2.3.2. Denge Kontrolünden Sorumlu Yapılar

Dengenin ve postural stabilitenin devamlılığında üç sistem görev alır: Vizüel sistem, Vestibular sistem ve Reseptörler (68).

2.3.2.1. Vizüel Sistem

Vizüel sistem, nesnelere göre vücut hareketlerinin durumu hakkında bilgi vererek, dengeyi korumasına katkıda bulunmaktadır. Vücudun doğrusal ya da açısal hareketi retinadaki görüntülerin yerini hemen değiştirir ve bu bilgi denge merkezine iletilir. Görsel algı, küçük çocukların dengesinde önemli bir yer tutar (59).

2.3.2.2. Vestibuler Sistem

Denge, vestibuler sistemden önemli ölçüde etkilenmektedir (59). Vestibuler sistem; labirent, vestibuler sinir ve santral vestibuler yollardan oluşur (69). Vestibuler sinir utriculus, sakkulus ve semisirkularisi innerve eder (70). Vestibuler organ kemik labirent ve membranöz labirentten oluşur ve organın fonksiyonel kısmını membranöz labirent oluşturur (71). Labirent petröz kemikte yerleşmiştir ve endolenfa ile doludur. Labirent utrikulus,

sakkulus ve üç semisirküler kanaldan oluşur (69). İç kulakta yer alan bu yapılar baş hareketlerinin algılanması ile ilgili oluşumlardır ve denge mekanizmasında önemli rol oynarlar (67).

Utrikulus ve sakkulusun makülalarındaki hücrelerin ciliaları üzerinde otolit adı verilen ve kalsiyum karbonat kristallerinden oluşan partiküller yer alır. Bu reseptörler santrale gönderdikleri statik impulslarla, başın uzaydaki konumu hakkında bilgi sağlar; ayrıca, bu impulslar kas tonusunu da etkilerler (67,72). Otolit organ ise düz hareketlerdeki hızlanmalarla uyarılmaktadır (59).

Üç adet semisirküler kanal vardır. Her semisirküler kanal içinde krista adı verilen bir reseptör vardır (73). Her kristadaki tüylü hücreler, semisirküler kanalların içindeki endolenfin hareketlerine duyarlıdır. Bunlar başın açısal hızlanma ve yavaşlama hareketlerini algılayan kinetik reseptörlerdir (67,72).

Otolit organlar yerçekimi karşıtı kaslar ile bağlantılıdır, semisirküler kanallar ise ekstrinsik okulomotor ve servikal kaslarla bağlantılıdır (72).

Labirent reseptörlerinde üretilen impulslar, göz, boyun ve vücut kaslarını koordine eden refleks halkalarına stimulus oluştururlar ve böylece başın konumu ve hareketi ne olursa olsun denge sürdürülür (69).

İç kulak organları, denge kurmakta görsel dokunma ve kinestetik sistemleri ile işbirliği yapmaktadır (59).

Vestibuler sistemin önemli yapılarından biride vestibulo-oküler refleksdir (VOR) (74). Vestibuler çekirdeklerin tümü oküler motor sinirlerin çekirdekleriyle bağlantılıdır (69). Baş hareketi, vestibuler sistem tarafından algılanır ve bu hareket oküler motor sisteme iletilir. Oküler motor sistem ise gözlerin aynı süratle, ancak baş hareketlerine ters yönde hareket etmesini sağlar, böylece görüntünün net kalması sağlanır (67). Bu da postural kontrol ve uzaysal oryantasyon için önemlidir (75).

Vestibuler sistem, baş ve boyun hareketi esnasında görme alanını devam ettirir ve baş, boyun, vücut uzuvlarının hareket ve diğer tüm iradi davranışlarda kontrolünü sağlar (72).

2.3.2.3. Reseptörler

Somatosensoriyal girdiler (dokunma, iç basınç, eklem reseptörleri ve proprioseptörler gibi) vücut bölümlerinin birbirlerine göre ve bölümlerin destek alanın yerine göre durumu hakkında bilgi verir. Bu bilgiler proprioseptörler ve kuteneal reseptörler tarafından algılanır. Kas içiği, golgi tendon organı, Ruffini cisimcikleri ve Passini korpüskülleri propriosepsiyon duyusundan sorumlu iken; serbest sinir uçları, Meissner cisimcikleri ve Merkel diskleri ise kuteneal duyunun oluşumundan sorumludur (76).

2.3.3. Dengenin Önemi

Denge koruyucu bir reaksiyondur. Vücut kütle merkezi destek yüzeyini aştığında, yaralanmayı önlemek için vücut kendini denge pozisyonuna getirir ve dik postürü sağlar. Bu duruma *koruma reaksiyonu* denir. Öne doğru düştüğümüzü hissettiğimizde ellerimizi vücudumuzu hasarlara karşı korumak için öne doğru açmamız gibi, bu reaksiyon otomatik olarak gerçekleşir (77). Dengeyi kontrol edebilme yeteneği, motor komponentin bir yapıtaşı olarak sayılır (78).

Denge kontrol becerisi, statik ve dinamik denge, duysal organizasyon ve hareket koordinasyonunu gerektirir (79).

Postüral stabilite, kas-iskelet sağlığının önemli bir göstergesi olarak kabul edilir ve bu nedenle klinik problemlerde yol göstericidir. Postüral stabilite, belirli bir denge durumuna ulaşmayı ve düşmeye karşı kişinin doğasında var olan yeteneği ifade eder (80).

Postüral hareketlerin normal akış içinde bozulmadan devam etmesi ya da statik pozisyonun devamlılığının korunması açısından dengenin

sağlanması önemlidir. Güvenli bir ambulasyonun temel yapıtaşı da dengedir. Adımlama ve yürüme yeteneği olmasına rağmen dengesini sağlayamayan bir çocuk için destekleyici bir cihaz ya da yürüme yardımcısı olmaksızın bağımsız yürüme kavramından bahsedilemez (81).

2.3.4. Normal Gelişen Çocukta Denge

Normal gelişen bir çocuğun yer çekimine karşı ilk hareketinden itibaren dengeden bahsedilmeye başlanmaktadır. Postüral kontrolün en önemli komponenti olan postüral stabilite (denge), doğumdan itibaren gelişmeye başlayıp 3 yaşa kadar tamamlanır. Ön kollar üzerinde durma pozisyonundan başlayıp, emekleme, oturma, diz üstünde durma ve ayağa kalkma basamaklarının tümünde denge fonksiyonu önemli rol oynar. Yeni doğan ve erken çocukluk döneminde olan çocukların (4 ay-2 yaş) dengesi tamamen görsel sisteme bağlıdır. Örneğin, hareketli bir yüzeyden destek alarak yürüdüklerinde, yüzeyin hareket ettiği yöne doğru dengelerini sağlayamayıp düşerler. 7 yaşta görsel sistem dominantlığı azalmaya başlar. 3-6 yaş grubu çocuklarda görsel sisteme ilave olarak somatosensör sistem aktivasyonu da gelişmiştir. 7 yaş çocuklar ise, somatosensör ve görme reseptörlerinden gelen karmaşık inputlarla vestibüler sistem cevaplarını oluşturabilecek düzeye ulaşmışlardır (82,83).

Çocuklarda denge gelişimi kronolojik olarak incelendiğinde:

- 15. ay - 12 yaş arasındaki süreç; postür kontrolü ve denge becerisi gelişimi için geçiş dönemidir. Bu çağda çocukların vücut salınımları hızı ve salınım genişliği küçük gövdelerine rağmen fazladır.
- 4-6 yaş arası çocuklarda ayakta duruş pozisyonunda hazırlayıcı postüral ayarlamalar gelişir.
- 8-9 yaşa doğru statik ve dinamik denge gelişimi yavaşlar, 12 yaşa doğru yeniden hızlanır.

- Statik denge, 2-12 yaş arasında gelişir, 8-10 yaş arasında bir yavaşlama dönemi geçirir (83).
- Denge yeteneği, 12 yaşına gelindiğinde hemen hemen en gelişmiş duruma erişir ve cinsiyete özgü farklılıklar taşımaz (59).

2.3.5. Serebral Palsili Çocuklarda Denge

SP'li çocuklarda görülen anormal motor kontrol, primitif reflekslerin kaybolmaması, kontraktür gelişimi ve anormal postüral duruş; denge bozukluğunun temel hazırlayıcı faktörlerindedir. Tüm bu faktörler birleşerek denge merkezindeki değişiklikleri karşılamak amacıyla oluşması gereken hazırlayıcı postüral kontrolde ve gereken kompensatuar postüral reaksiyonlarda yetersizliklere neden olmaktadır. Ayrıca bu çocuklardaki kassal koordinasyon problemleri ve duyu-algı-motor bütünleme sorunları da postüral kontrolü etkileyerek denge bozukluklarının oluşumuna neden olmaktadır (82).

SP'li çocuklarda denge problemi sıklıkla motor problemlerden kaynaklanmaktadır. Bu çocuklarda distal ve proksimal kasların kontraksiyonu artmıştır, kas aktivitelerinin distal ve proksimal paternleri düzgün değildir. Bununla birlikte spastisite nedeniyle bazı kaslarda kuvvet yetersizlikleri oluşması, bu kasların boyunun kısalması, kassal koordinasyonda yetersizliğe ve ikincil olarak enerji üretiminde yetersizliklere neden olmaktadır. SP'li çocuklarda yürüme becerisi için oldukça fazla enerji gereklidir. Bu enerji açığı yürüme sırasında motor kontrolde ve dengede zayıflamaya neden olmaktadır (84).

Normal gelişen çocukta dengeyi sağlamak için yapılan salınımlar ya da vücudun proksimal ve distal parçaları arasındaki koordinasyon, SP'li çocuklarda ya yetersizdir ya da hiç yoktur. Bu çocuklar çoğunlukla kendilerine özel paternler kullanarak dengeyi sağlamaya çalışırlar. Dengeyi tam sağlayamadıklarından adım aralıkları dar, vücut salınımları yetersizdir ve hedefe bir an önce ulaşmak amacıyla hızlı bir yürüyüş paterni geliştirirler (85,86).

Literatür incelendiğinde SP'li çocuklarda denge fonksiyonlarının yürüme becerisiyle ilişkili olduğu görülmektedir (85).

Denge problemleri, okul çağı çocuklarında bağımsızlığı ve fonksiyonel kapasiteyi etkilediği için, çocuğu hem fiziksel hem de psikolojik açıdan olumsuz etkilemektedir (85,86,87). Bu nedenle literatürde birçok çalışma motor beceriyi geliştirmek için denge eğitimine yönelmiştir (85).

2.3.6. Denge Değerlendirme Yöntemleri

Denge değerlendirmesinde kullanılan birçok yöntem bulunmaktadır. Uygulama açısından pratik olan çeşitli ölçeklerden, laboratuvar ortamında gerçekleştirilen karmaşık ve pahalı olan bilgisayarlı sistemlere kadar farklı yöntemler mevcuttur.

2.3.6.1. Laboratuvar Ortamında Gerçekleştirilen Denge Değerlendirme Yöntemleri

Kuvvet Platformları (Force Plates): Kuvvet platformları; ayakta duruş ya da yürüme sırasında yer reaksiyon kuvvetlerinin vücuda göre geçişlerinin, denge değerlendirmesi ve yürüme analizinde biyomekaniksel ölçümler elde etmek amacıyla kullanılan bilgisayarlı sistemlerdir. Bu sistemde, vücut ağırlık merkezinin yer değiştirmesine göre değişen kuvvetler önemlidir. Statik ve dinamik denge ölçümleri için objektif veriler elde etmeyi sağlar (88).

Postürografiler: Statik ve dinamik koşullarda ayakta duruşta postüral kontrolü ve dengeyi ölçen sistemlerdir. Postür ve denge içinde yer alan duyu, motor ve merkezi sistemler arasındaki karmaşık ilişki nedeniyle, postürografilerde hastanın postüral kontrol sistemini etkileyen birçok problem ve bozukluklar arasındaki farkları ayırt etmek için değişik protokoller kullanılır. Bilgisayarlı postürografiler, görsel uyarın ve destek yüzeyi parametrelerinin çeşitli kombinasyonlarını kullanarak sonuç elde eder (89).

Balance Master Sistemleri: Ayakta duruş stabilitesi ve semidinamik denge fonksiyonları ölçülür. Balance master sistemi içinde, ayak taban basıncının vertikal komponentinin ölçülmesini sağlayan kuvvet platformu da bulunur. Statik denge testinde, stabilite alanının sınır yüzdesi yedi duysal koşul altında değerlendirilir. Semidinamik denge testinde ise, lateral ritmik ağırlık aktarma testi uygulanır. Bu test, hastanın basınç merkezinin %50 limitli stabilite sınırı içinde ritmik hareket etmesinin ölçüm döngüsüdür. Bu döngü, 1-2-3 saniyelik ağırlık aktarmalar şeklinde uygulanır (90).

2.3.6.2. Klinik Denge Değerlendirme Yöntemleri

2.3.6.2.1. Berg Denge Ölçeği

Yetişkinlerde dengenin fonksiyonel değerlendirmesi için geliştirilmiş bir testtir. Berg Denge Ölçeği denge değerlendirmesi yönünden klinikte geçerli ve güvenilir sonuçlar vermesi bakımından altın standart olarak kabul edilmektedir (91,92,93).

Bu test, oturma konumundan ayağa kalkma, ayakta durma, transferler, adım alma, dönme gibi parametreleri içeren 14 sorudan oluşmaktadır (86). Her bir soru için 0-4 arası puan verilmekte ve istenilen aktiviteyi gerçekleştirdiği süre kaydedilmektedir. Test sonunda alınan toplam puan hesaplanarak kaydedilmektedir. Bu ölçeğin parkinson, inme, medulla spinalis yaralanmaları gibi pek çok nörolojik hastalık ve geriatrikler için geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır (91,92,93).

2002 yılında bu ölçeğin pediatrik gruptan SP'li çocuklar üzerinde geçerlik çalışması yapılmış ve ölçek Pediatrik Denge Ölçeği olarak isimlendirilmiştir (94).

2.3.6.2.2. Fonksiyonel Uzanma Testi

Dinamik denge değerlendirme yöntemlerindedir. Ayakta dik duruş sırasında öne ve yanlara uzanabilinen maksimum mesafenin ölçüldüğü bir testtir. Uzanılan mesafeyi ölçebilmek amacıyla, omuz yüksekliği hizasında mezura duvara yerleştirilmelidir. Yetişkinlerde sıklıkla kullanılan bu yöntem yardımıyla dengede kalma ve dengeyi koruyabilme becerileri değerlendirilmektedir. Yapılan çalışmalar sonucu, yetişkinlerde kullanılan bu testin çocuklar için uygulanabilir olan pediatrik formu geliştirilmiştir (95).

2.3.6.2.3. Tandem Duruş/Yürüme Testi

Genellikle vestibüler sistem patolojilerinin değerlendirilmesinde klinikte sıklıkla kullanılan yöntemlerden biridir (96). Hasta ayakta dik duruş pozisyonunda duruyorken, bir ayağının topuğu ile diğer ayağının parmak ucunu aynı hizaya getirerek bu pozisyonu koruması Tandem Duruş Testi; bu pozisyonda düz bir çizgi üzerinde yürüyormuş gibi yürümesi ise Tandem Yürüme Testi olarak isimlendirilir. Bu test gözler açık ve gözler kapalı olacak şekilde iki pozisyonda da uygulanmaktadır (97).

Statik denge yeteneğini değerlendiren bu testin pediatrik grupta kullanımı kısıtlıdır (98).

2.3.6.2.4. Tek Ayak Üzerinde Duruş Testi

Tek ayak üzerinde duruş testi, hastanın sağ ve sol ekstremitesi üzerinde dengede duruş süresinin ölçüldüğü bir test olup, statik dengeyi değerlendirir. Test, gözler açık ve kapalı olmak üzere iki aşamada gerçekleştirilir. Değerlendirme hastanın tek ayak üzerinde durmaya başladığı andan, postüral stabilitenin bozulduğu ilk ana kadar olan süre kaydedilerek yapılmaktadır (99).

2.3.6.2.5. Zamanlı Kalk-Yürü Testi (*Timed Up and Go Test*)

Kişinin temel mobilite esnasındaki denge fonksiyonunu değerlendiren bir testtir. Hastadan oturduğu sandalyeden sırt ve kol desteksiz kalkıp yürüyebileceği maksimum hızda, belirlenmiş 3 metre mesafeyi yürüdüktan sonra dönüp sandalyeye tekrar oturması istenir. Bu işlem 3 kez tekrarlanır ve hastanın performansı saniye cinsinden fizyoterapist tarafından kaydedilir. Performans sürenin kısa olması denge performansının iyi olduğunu gösterir (100).

2.3.6.2.6. Denge Tahtası Testi (*Tilt Board Test*)

Denge tahtası testi medio-lateral yönde hareket eden bir zemin üzerinde dik duruş sırasında yapılır. Tahta ile arkasında bulunan dikey düzlem arasında 0° - 60° arası değerler işaretlenerek kişinin denge sapma derecesi değerlendirilir. Hasta ayakta duruş veya oturma pozisyonunda tahtanın üzerinde durur. Terapist hasta dengesini korumaya çalışırken, tahtanın düzlemle olan yer değiştirme açısını kaydeder. Test hem gözler açık hem de gözler kapalı uygulanır (99).

2.3.6.2.7. Denge Hata Puanlama Sistemi

Statik denge değerlendirmesinde kullanılan bir yöntemdir. Bütün değerlendirme aşamalarında hasta gözler kapalı durumdadır. Test çift ayak üzerinde duruş, dominant olmayan ekstremité üzerinde duruş ve dominant olan ekstremité önde olacak şekilde tandem duruş pozisyonlarında uygulanır. Aynı işlemler, yumuşak sünger zemin üzerinde de tekrarlanır. Her bir test için istenilen pozisyonda 20 saniye kalabilmek gerekmektedir. Toplam puanın yüksek olması düşük denge performansını gösterir. Bu test, orta derecede denge problemi olan hastalar için uygundur (101).

Denge, sağlıklı bir bireyde sabit pozisyonu sürdürmekte ve hareket halindeyken bu durumun bozulmadan devam edebilmesinde oldukça önem taşımaktadır.

2.4. TEDAVİ

SP birçok faktörün etkileşimi sonucu ortaya çıkan bir tablo olduğu için kullanılan tedavi yaklaşımlarının da multidisipliner olması gerektiği tartışılmaz bir gerçektir. Tedavi, bu nedenle rehabilitasyon ekip anlayışı içinde ve her çocuğun problemleri veya ihtiyaçları doğrultusunda çocuğa özel olarak yürütülmelidir (102).

SP'li çocukların tedavisinde amaç, çocukta var olan nöromotor potansiyeli kullanarak, uygun yönlendirme ve tedavileri uygulamak ve normal bir adölesan birey ya da yetişkin olarak hayatının geri kalan kısmını çevresindekilere minimal bağımlılıkla devam ettirebilmelerini sağlamaktır (29). Bu amaç doğrultusunda birçok yöntem kullanılmaktadır. Bunlar nörofasilitasyon yöntemleri ve geleneksel tedavi yöntemleri olmak üzere sınıflandırılmıştır:

1. Geleneksel Tedavi Yöntemi: Spesifik bir nörolojik temel üzerine kurulmamıştır. Eklem hareket açıklığına yönelik aktif ve pasif egzersizler, kas kuvvetini artırmaya yönelik egzersizler, germe teknikleri, kardiyovasküler kapasiteyi artırıcı egzersiz programlarından oluşur. Ortezleme, elektrik stimülasyonu da bu yöntemin içinde yer almaktadır (103).

2. Nörofasilitasyon Yöntemleri: Santral sinir sistemine gönderilen duysal uyarıların refleks motor yanıt oluşturması prensibine dayanmaktadır. Vücudun ekstraseptörleri ve proprioseptörlerinin uyarılmasıyla kas gruplarının fasilitasyonu ya da inhibisyonu amaçlanır (103,104,105).

Bu amaçlar doğrultusunda kullanılan yöntemler şunlardır:

- Nörogelişimsel yaklaşımlar (Bobath),
- Proprioseptif nöromusküler fasilitasyon tekniği (PNF),
- Duyusal ve gelişimsel yaklaşımlar (Rood, Ayres),
- Nöromusküler refleks yaklaşımla tedavi (Vojta, Fay, Delacado),
- Eğitimsel yaklaşımlar (Peto, Kephart),
- Algısal – kognitif tedavi (Affolter),
- Motor öğrenme prensipleri (Sheohard) (103,104,105).

Fizyoterapi ve rehabilitasyon yöntemlerinden nörogelişimsel yaklaşımlar (NGT) klinikte tercih edilen yöntemlerdendir.

2.4.1. (Bobath) Nörogelişimsel Tedavi (NGT) Yaklaşımı

NGT, kişilerin sadece kas fonksiyonuna ilişkin problemleriyle değil, koordinasyon paternlerinin kalitesiyle de uğraşır. Kişiyi bütüncül yaklaşım ile ele alır. Kişinin günlük yaşamdaki gelişimsel bozuklukları kadar, algılama-kognitif, emosyonel, sosyal ve fonksiyonel problemlerini de irdeler (29).

Günümüzde bu amaçlar doğrultusunda SP'li çocuğun tedavisinde en sık kullanılan (Bobath) NGT yaklaşımıdır. NGT yaklaşımı ilk olarak 1940'da Karel ve Bertha Bobath tarafından geliştirilmiştir (106-113).

Klinik deneyimler Bobath'ın "yaşayan bir konsept" olduğunu ve sürekli geliştiğini, SP'li çocuğun normal gelişim eğrisini takip etmeden de gelişebildiğini, kişiler arası ve kültürler arası değişiklikler gösterdiğini ortaya koymuştur (112). Bu nedenle Bobath konsepti günümüze kadar gelişen bir değişim süreci geçirmiştir (107,112,114,115).

1990'lı yıllardan günümüze gelindiğinde ise aktif dinamik tedavi, fonksiyonel aktivitelerle eğitim, tonus regülasyonu, hareketin koordinasyonunu sağlama, dengenin sağlanması, refleks inhibisyon paternleri (RİP) yerine tonus düzenleyici paternler (TİP), inhibisyon yerine hareket-pozisyonlama-sensorimotor aktiviteyi artırıcı uyarılar bu yaklaşımın temel parametrelerini oluşturmaktadır (111).

Modern nörogelişimsel fizyoterapi uygulamalarında, proprioseptif duyu eğitimi, el-ağız, el-göz koordinasyonunun geliştirilmesi, vücudun orta hatta getirilmesi, oyun aktivitelerinin geliştirilmesi ve anneye çocuğunu nasıl taşıyacağı, nasıl besleyeceği konusunda eğitim verilmesi önem kazanmıştır (111,112).

NGT'nin temel prensipleri günümüzde değişmemiştir. Farklı stimülasyon teknikleri ile birlikte terapistlerin elleriyle, otomatik postüral reaksiyonların fasilasyonu ve anormal hareket paternlerinin inhibisyonu eş zamanlı olarak kazandırılır (106). Bu sayede fonksiyonel olmayan anormal postüral tonus azalır, fonksiyonel ve hedefe yönelik aktivitelerde çeşitli duyu motor deneyimlerin fasilasyonu ve entegrasyonu sağlanır (112). Terapist, postüral kontrolü sağlamak için baş, omuzlar, gövde ve pelvis gibi proksimal anahtar kontrol noktalarını kullanır. Erken dönem tedavide, düzeltme ve denge reaksiyonları normal gelişim basamaklarına uygun olarak fasilite edilmelidir (29).

Tedavi, çocuğun kronolojik yaş, kognitif, duysal, sosyal, emosyonel yapısına ve kişisel ihtiyaçlarına göre belirlenmelidir. Çocuğun büyümesi ve gelişmesiyle tedavi programında değişiklikler yapılır. Uygulamalar sırasında motivasyon, varyasyon ve tekrar önemlidir. Çocuğun yapılan aktiviteleri fonksiyonellik içinde öğrenmesi ve yaptığı hareketleri sevmesi sağlanmalıdır (29).

2.4.2. Kısıtlayıcı-Zorunlu Hareket Tedavisi

Kısıtlayıcı-Zorunlu Hareket Tedavisi (KZHT), Alabama Üniversitesi'nde serebrovasküler hasarı olan hastaların tedavisinde kullanılan yeni bir yaklaşım olarak Dr. Taub tarafından geliştirilmiştir (116,117,118,119). Bu tedavi şekli merkezi sinir sistemi kaynaklı motor bozuklukların iyileştirilmesi için yapılan deneysel araştırmalara paralel olarak her geçen gün daha da gelişmektedir (120).

Tedavi protokolü:

- a) Nonparetik ekstremitenin kısıtlanması,
- b) Paretik ekstremitenin gün içinde kullanılmaya zorlanması prensibine dayanır.

Genellikle KZHT programı, sağlam üst ekstremitenin hastanın uyanık olduğu zamanın %90'ında özel eldivenle kısıtlanmasını ve yoğun şekilde günde 6-8 saat eğitim tekniklerinin çalıştırılmasını gerektirir. Bu teknikler hastanın üst ekstremitenin fonksiyonel becerisini arttırmaya yardımcı olur (119).

KZHT teorik temelinde iki mekanizma vardır:

Öğrenilmiş Kullanmama: İnme ya da nörolojik kaynaklı üst ekstremitte kullanımının azaldığı durumlarda merkezi sinir sistemi baskılanmakta; hasta kolunu çaba harcayarak kullandığı için bu, hastanın kolunu zamanla daha az kullanmasına neden olmaktadır. Bunun sonucu olarak hastada kortikal temsil alanında azalma olmaktadır. Baskılanmış motor aktiviteyi yapmaya çalışan kişide inkoordinasyon ve başarısızlık hissi oluşturmakta buna ağrının eklenmesiyle kolu kullanma davranışları baskılanmakta, bunun sonucunda öğrenilmiş kullanmama meydana gelmektedir (121,122).

Öğrenilmiş Kullanmamanın Üstesinden Gelme: Öğrenilmiş kullanmamanın geliştiği hastalarda KZHT tedavisi ile ekstremitenin kullanımı artar. Bu hastalarda motivasyonun artmasına, hastanın günlük işlerde

ekstremitelerini daha çok kullanmaya başlamasına, hastanın daha önce başaramadığı daha zor hareketleri yapabilmesine yardımcı olur. Bu kortikal reorganizasyonu sağladığı için hasta bu beceri ve aktiviteleri günlük hayata aktarabilmektedir. Bu becerilerin artmasıyla öğrenilmiş kullanılmamanın üstesinden gelinir (117,121).

Bu tedavi yöntemlerinin yanı sıra sanal gerçeklik uygulamalarının tedavi amaçlı kullanılması da hız kazanmaktadır. Bununla ilgili yapılan çalışmalar yüz güldürmektedir; ancak yapılan çalışmalar laboratuvar ortamında yapıldığı için maliyeti oldukça yüksektir.

2.5. SANAL GERÇEKLİK

2.5.1. Tanım

Sanal gerçeklik, bilgisayar ortamında oluşturulan üç boyutlu resimlerin ve animasyonların teknolojik araçlarla insanların zihinlerinde gerçek bir ortamda bulunma hissini vermesinin yanı sıra, ortamda bulunan bu objelerle etkileşimde bulunmalarını sağlayan teknolojidir. Sanal gerçeklik son yıllarda eğitimde (Matematik, Fen, Tıp Eğitimi) ve diğer alanlarda (Askeri ve Havayolu Endüstrisi) kullanılmaya başlanmıştır (123). Sanal gerçekliği birçok uygulamadan ayıran yanı, katılımcılara gerçekmiş hissi vermesidir (124).

Sanal ortam olarak da nitelendirilebilen sanal gerçeklik, herhangi bir “yerde” olmayı hissettiren ve bunun için duyu organlarımıza çeşitli bilgiler (ışık, ses ve diğerleri) sağlayan üç-boyutlu bir bilgisayar simülasyonudur (125). Bir başka deyişle sanal gerçeklik, insanların karmaşık bilgisayar sistemlerini ve verilerini görselleştirmek, manipule etmek ve etkileşimde bulunmak için kullandıkları yollardan biri olarak tanımlanmaktadır (126).

2.5.2. Eğitimde Sanal Gerçeklik Uygulamaları

Sanal gerçekliğin eğitimdeki kullanımına yönelik birçok çalışma yapıldığını görmekteyiz. Bu çalışma alanlarını şu şekilde sıralayabiliriz (127):

1- *Özel Eğitim:* Sanal gerçeklik özel eğitimde önemli roller üstlenmektedir. İngiltere’de yapılan çalışmada iletişim ve hareket güçlüğü çeken çocukların normal şartlarda engelli oluşları nedeniyle yapamayacakları yaşantıları, sanal gerçeklik ortamları kullanılarak eğitilmeleri sağlanmaktadır (128). Yine Oregon Araştırma Enstitüsü’nde motorlu tekerlekli sandalye kullanan çocukların günlük yaşamda karşılaşacakları olası tehlikeli durumları sanal gerçeklik ortamları yoluyla yaşamaları sağlanmakta ve çocukların eğitimleri bu yolla gerçekleştirilmektedir (129).

2- Mimarlık

3- Tarih

4- Fen ve Matematik

5- Tıp Eğitimi

6- Askeri ve Havayolu Endüstrisi

2.5.3. Sanal Gerçekliğin Özellikleri

Sanal gerçekliğin eğitimde kullanımına yönelik özellikleri aşağıda belirtilmiştir (127). Sanal gerçeklik;

- Gerçekte var olan ancak öğrencilerin inceleme ve keşfetme imkanlarının olmadığı yerlerin incelenmesini (Örneğin; mars yüzeyinde inceleme),

- Moleküler düzeyde yapıların görselleştirilmesini sağlayarak derinlemesine öğrenilmesini (Örneğin; molekül yapıları veya virüslerin yapıları),
- Normalde oluşturulması mümkün olmayan ortamların oluşturulması ve etkileşimde bulunulmasını (Dünyanın buz çağına dönüştürülmesi),
- Birbirinden uzakta bulunan ve ortak ilgiye sahip kişilerin bir araya gelmesini ve ortak projeler oluşturulmasını,
- Matematiksel fonksiyonlar gibi soyut kavramları farklı perspektiflerle öğrencilere etkileşimle sunarak öğrencinin konuyu daha iyi anlamasını sağlamaktadır.
- Sanal gerçeklik ortamında konular öyküsel bir özellik taşır.
- Öğrenci sanal gerçeklik ortamında çeşitli objelerle etkileşim içerisindedir. Öğrenciler objelerin özelliklerini değiştirerek onları çeşitli açılardan inceleme ve gözleme şansına sahip olur (124).
- Yapılan araştırmaların çoğunda öğrencilerin sanal gerçeklik ortamında öğrenilmesi beklenen konuya tamamen odaklandığı tespit edilmiştir. 1998 yılında *Chicago Coles İlköğretim Okulu* ve *Phoenix Lisesi*'nde yapılan çalışmada öğrencilerin çoğunun sanal gerçeklik ortamlarını daha fazla kullanmak istedikleri belirtilmiştir. Ancak programın sınırlı oluşu nedeniyle öğrenciler sanal gerçeklik ortamlarını istedikleri kadar kullanamamışlardır (130).
- Konfiçyüs, "*Duyarım ve unutturum, görürüm ve hatırlarım, yaparım ve anlarım!*" diyerek duyu organlarının tamamının öğrenme ortamında aktif duruma geçirilmesinin önemini vurgulamıştır. Sanal gerçeklik ortamlarının sahip olduğu ses, ışık ve etkileşim özelliği öğrencilerin duyu organlarını aktive edici bir durumda özelleştirilmiştir (124).

2.5.4. Sanal Gerçekliğin Eğitimde Kullanılmasının Yararları

Sanal gerçekliğin eğitim alanında kullanılmasının öğrenci açısından pekçok yararı bulunmaktadır. Bu yararları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (124):

- 1- Motivasyonu artırır,
- 2- Öğretilecek konunun bazı özelliklerini ve önemli noktalarını diğer yöntemlere göre daha gerçekçi bir biçimde gösterir,
- 3- Uzun mesafelerden gözlem yapma olanağı sağlar,
- 4- Daha önce deneylere ve öğrenme ortamlarına katılma imkanı bulamamış özürü öğrencilerin bu ortamlara katılmalarına olanak sağlar,
- 5- Yeni anlayışların gelişmesi için olanaklar sağlar,
- 6- Her öğrencinin kendi öğrenme hızına göre deneyim yaşamasına ve böylelikle öğrenme olayını daha etkin bir biçimde gerçekleştirmesine izin verir,
- 7- Öğrencilere sınırlı sınıf ortamlarında, sıkıştırılmış zamanlarda deneyim kazandırmaktan ziyade daha geniş bir zaman aralığı sağlar,
- 8- Karşılıklı bir etkileşim gerektirdiğinden öğrencilerin pasif durumdan aktif konuma geçmelerini sağlar,
- 9- Yaratıcılığı teşvik eder,
- 10- Sosyal bir atmosfer oluşturur,
- 11- Bilgisayar becerilerini geliştirir.

2.5.5. Sanal Gerçeklikte Kullanılan Araçlar

Brill sanal gerçeklik ortamlarında gerekli olan araç ve gereçler için bir sınıflama geliştirmiştir. Brill sanal gerçeklik ortamlarını üç kısma ayırmıştır (131).

1. Sahne (Stage)
2. Masaüstü (Desktop)
3. Aynalar Dünyası (Mirror World)

2.5.5.1. Sahne (Stage)

Bu ortamda kullanıcı kendisini tamamen sanal bir ortamda olduğunu hisseder. Bu ortam aşağıda tanımlanan üç önemli araç ile açıklanabilir:

2.5.5.1.1. Başa Yerleştiren Görüntü Verici Araç (*Head Mounted Display, HMD*)

Sanal gerçeklik ortamında kullanıcı başına bir visör veya miğfer (HMD) giyer (Şekil 2.1). HMD kullanıcının sanal gerçeklik ortamında olma hissini sağlaması için kablo yoluyla bilgisayara bağlanır. Başa giyilen visör veya miğfer, her göz için birer tane küçük görüntü veren ekran içerir, ayrıca kullanıcının sesleri algılaması için hoporlör bulunur. Kullanıcının etrafına bakarken başın pozisyonunu ilgili yönde takip etmesini sağlayan bir araç da bulunur. Bilgisayar miğferde bulunan algılayıcılardan gelen bilgileri düzenleyerek, üç boyutlu görüntü elde eder ve bunu miğferde yer alan küçük TV ekranlarına yansıtır.

Sanal gerçeklik ortamında kullanıcının nesnelere birlikte etkileşim içerisinde bulunabilmesi için HMD ile birlikte veri eldiveni (*Data glove*) veya bir tane manevra kolu (*Joystick*) kullanılır.

Manevra kolu veya veri eldiveni; kullanıcının sanal gerçeklik ortamında yönünü değiştirmesini, nesnelere dokunmasını, işaret etmesini, yerini değiştirmesini ve bilgisayara komutlar (kaydetmek gibi) vermesini sağlar. Böylece kullanıcılar, sanal gerçeklik ortamında yürüyebilme, yerçekimine karşı koyabilme ve uçabilme özelliğine sahip olurlar. Bu araçlar, kullanıcının ortamla etkileşim kurmasını sağlar.



Şekil 2.1. Head Mounted Display, HMD

2.5.5.1.2. Kabin Simulatörleri (*Cab Simulators*)

Kabin Simulatorleri; bilgisayarlarla bağlantılı bir kokpit veya bir başka deyişle gerçeği ile aynı şekilde tasarlanmış ortamların (uçak kokpiti, sürücü koltuğu, vb.) olmasını gerektirir. Kontrol bölgesi veya kokpit içerisine büyük bir ekran veya projeksiyon aleti yerleştirilir (Şekil 2.2). Bu araçlar gerçek ortamın aynısının ekrana yansıtılmasını ve kullanıcı ile etkileşimde olmasını sağlar. Kullanıcı yön değiştirme işlemini de kokpit içerisinde bulunan butonlar veya joystick ile sağlar. Kabin simulatorlerinde etkileşim ön plandadır.



Şekil 2.2. Kabin Simülatorü

2.5.5.1.3. Özelleştirilmiş Odalar (*Chamber Worlds*)

Özelleştirilmiş odalarda; kullanıcı, tavana, zemine ve duvarlara nesnelerin yansıtıldığı bir özel oda içerisinde bulunur ve üç boyutlu görüntüleme yapan gözlükler takar (Şekil 2.3). Bu sistemde görsel ve duysal özellikler ön plana çıkmıştır. Etkileşimli olan bu sanal gerçeklik ortamında birçok kullanıcı bulunabilir. Dolayısıyla işbirliğine dayalı projelerde etkili bir şekilde kullanılabilir. Bu sanal gerçeklik ortamında kullanıcılar hem çevrede hem de ortamda bulunan diğer kişiler ile etkileşimde bulunabilirler.



Şekil 2.3. Özelleştirilmiş Odalar

2.5.5.2. Masaüstü (Desktop World)

2.5.5.2.1. Masaüstü Sanal Gerçeklik (*Desktop Virtual Reality*)

Bu sanal gerçeklik ortamında bilgisayar monitörünün yanında fare, veri eldiveni (*Data glove*) veya *spaceball input* sistemini gerektirir (Şekil 2.4). *Spaceball input* sistemi ile kullanıcı nesnelere uzayda üç boyutlu olarak kontrol eder. Örneğin grup toplantılarında bu sanal gerçeklik ortamları projektör ile ekranlara yansıtılabilir.



Şekil 2.4. Masaüstü Sanal Gerçeklik (*Desktop Virtual Reality*)

2.5.5.2.2. Baş Çift Görüntü Veren Araç (*Head Coupled Display*)

Bu sanal gerçeklik ortamında, kullanıcı kollar yardımıyla askıda duran hareketli bir binoküler kullanır (Şekil 2.5). Bilgisayar komutları cihaz üzerinde yer alan butonlar sayesinde yapılır. Bu aygıtta HMD de olduğu gibi bir miğfer veya visör giyme zorunluluğu yoktur, ancak HMD’de olduğu gibi hareket serbestliği söz konusudur. Ancak baş çift görüntü veren araçlar, HMD’de olduğu kadar serbest hareket şansı tanımaz.



Şekil 2.5. Baş Çift Görüntü Veren Araç (*Head Coupled Display*)

2.5.5.3. Aynalar Dünyası

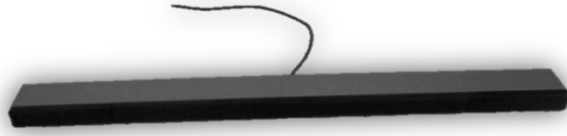
Bu sanal gerçeklik ortamında, kullanıcılar sanal gerçekliğe kendi görüntülerinin etrafa yayılmasını izleyerek katılırlar. Bu ikinci kişinin bakış açısına göre kullanıcıların görüntülerinin bilgisayar tarafından elektronik bir şekilde yeniden yaratılıp canlı bir biçimde bu kişinin önündeki ekrana görüntünün gelmesi şeklinde olur. Teknolojinin yarattığı bu görüntüler, televizyonlardaki hava durumu programlarında bilgisayar tarafından oluşturulan bulut hareketlerine benzemektedir. Kullanıcıya göre bu, bir ayna içerisinde bulunmaya benzer. Bu sanal dünyadaki olaylar ustalıkla kontrol edilmelidir. Kullanıcının herhangi bir kıyafeti giymesi veya herhangi bir aleti kullanması gerekmez. Bütün hareketler gerçek hayattakine benzer yapılır. Örneğin projede ileriye doğru yürümek gerçek hayattaki ileriye doğru yürümeye benzer.

2.6. *Wii FIT* NEDİR?

Sanal gerçeklik ortamlarında gerekli olan araç ve gereçler için yapılan sınıflandırmada aynalar dünyası sanal gerçeklik ortamında, kullanıcılar sanal gerçekliğe kendi görüntülerinin etrafa yayılmasını izleyerek katılırlar. *Wii Fit* bu tanımlamaya uymakta ve yapılan hareketler televizyon ekranındaki sanal kişiyle hayat bulmaktadır. *Wii Fit plus*; oyun konsolu, *Wii remote*, nonchuck ve *balance boardtan* (denge tahtasından) oluşmaktadır.

Oyun Konsolu: *Wii Fit* oyun konsolu bir adet sensör bardan (Şekil 2.6) ve bağlantıların sağlandığı kasadan (Şekil 2.7) oluşmaktadır.

Sensör bar: Televizyonun altına ya da üstüne monte edilerek yapılan hareketleri algılar ve ana kasaya gönderir.



Şekil 2.6. Sensör bar

Konsol: Sensör bardan gelen duyular burada entegre edilerek tekrar televizyon ekranına gönderilir. Bu konsolun içinde CD giriş yeri, güç kablosu giriş yeri, televizyonla iletişimi sağlayan bağlantı yeri, açma kapama düğmesi, CD çıkarma tuşu, CD hafıza kartı giriş yeri ve reset tuşu bulunmaktadır (Şekil 2.7).



Şekil 2.7. Oyun konsolunun önden görünümü

Wii Remote: *Wii Remote*; bir çeşit uzaktan kumanda olup üzerinde hareketleri ve seçimleri sensör bara ileten pointer mevcuttur (Şekil 2.8,9,10).



Şekil 2.8. *Wii remote* yandan, önden, arkadan görünüm



Şekil 2.9. *Wii remote* üstten görünüm



Şekil 2.10. *Wii remote* alttan görünüm

Ön yüzünde; açıp kapama tuşu, yön tuşları, A tuşu, ana menüye geçiş tuşu,+ ve – tuşları, hoparlör, güç göstergesi, 1 ve 2 tuşları bulunmaktadır (Şekil 2.8).

Arka yüzünde; B tuşu, pil yeri, senkronizasyon tuşu, *Wii remote* el bileği tutuş ipinin geçirildiği yer ve bunların üzerini kapatan kapaktan oluşmaktadır (Şekil 2.8).

Altında; *nonchuck* bağlantısı için giriş yeri bulunmaktadır (Şekil 2.10.).

Nonchuck: İki elle oynanması gereken oyunlarda kullanılan bir parçadır. *Wii remote* cihazına bağlanır. Üzerinde C ve Z tuşları bulunmaktadır (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. *Nonchuck* yandan görünüm

Denge Tahtası: Taşıma kapasitesi en fazla 150 kg olup, önde açıp kapama tuşu bulunmaktadır. 4 adet kalem pille çalışır ve piller ile senkronizasyon tuşu denge tahtasının altında bulunur (Şekil 2.12,13).



Şekil 2.12.

Denge tahtası üstten
görünüm **Şekil**

2.13.Denge tahtası alttan
görünüm

2.6.1. *Wii* Denge Tahtası İle Günlük Vücut Testleri

Wii Fit'in Body Test seçeneği, *Wii* denge tahtasını kullanarak; ağırlık merkezini, vücut kitle endeksini ve atletik beceriyi ler (132).

Dört egzersiz kategorisi bulunmaktadır. Bunların içinde toplam 40'tan fazla vücut dengesini ve kaslarını geliştirecek egzersiz ve oyun bulunmaktadır (132).

Yoga



Aerobik Egzersizler



Kas Egzersizleri



Denge Oyunları



Oyunlara başlamadan önce her bir katılımcı için sanal bir profil (avatar) oluşturulur ve buna “*Mii Karakteri*” denir. Denge tahtası üzerindeki

kişi hareket ettikçe ekrandaki *Mii* karakteri de hareket etmektedir. *Mii* oluşturulurken doğum tarihi ve boy uzunluğu girilir. Her gün vücut testi yapılarak vücut kitle endeksindeki değişiklik ve denge değerlendirmesi yapılabilir. Hedeflenen çalışma süresi ayarlanabilir. Çalışma yapılan günler “*Wii Takvim*”nde işaretlenir.

2.6.2. *Wii Fit* Oyun Konsolunu Kullanırken Dikkat Edilmesi Gereken Hususlar

1. Yaralanmaları ve çevreye verilecek zararı engellemek için, hareket ederken çevrede başka insanların ya da eşyaların olmamasına dikkat edilmeli,
2. Sensör bar ile *Wii remote* cihazı arasında sinyali etkileyecek nesnelere olmamalı,
3. Televizyon ile *Wii remote* cihazı arasındaki uzaklık 1-3 metre olmalı,
4. *Wii remote* cihazının hassasiyetini etkileyeceğinden dolayı güneş ışığı gibi parlak ışıklar, televizyonun arkasında ya da yakınında olmamasına dikkat edilmeli,
5. Sensör barın yakınlarında yüksek yansıtıcı yüzeyler bulundurulmamalı,
6. Her saat başı 10-15 dakika ara verilmeli,
7. *Wii remote* cihazının bireyin elinden kurtulup başka şeylere zarar vermesini önlemek için mutlaka bileklik kola geçirilmeli ve sabitlenmeli,
8. Gözlerde hassasiyet, baş dönmesi, yorgunluk, hareket hastalıkları hissedilirse hemen dinlenilmeli ve birey kendini iyi hissedene kadar kalkılmamalı (Video oyunları hareket hastalıklarına neden olabilir.),
9. Radyo dalgaları yaydığı için kalp pili kullananlar dikkatli olmalı mutlaka doktora danışmalıdır (132).

Sanal gerçeklik terapisi; terapistin pratiğın yoğunluğunu azaltabileceği ve geri bildirim oluşturulabildiği istenilen çevrenin yaratılabildiği, interaktif, bireysel bir tedavi yöntemidir (133). Sanal gerçeklik uygulamaları son yıllarda oldukça hız kazanmıştır. Yetişkinlerden çocuklara, nörolojik rahatsızlığı bulunanlardan ortopedik rahatsızlığı bulunanlara, laboratuvar ortamlarından daha düşük maliyetli klinik ortamlara kadar birçok açıdan farklılık gösteren çok sayıda çalışma yapılmıştır. Son zamanlarda yapılan çalışmalar ise maliyetin daha düşük tutulup daha fazla kişiye ulaşmasını sağlamaya yönelik olmuştur.

Reid DT'nin 2002 yılında Serebral Palsili çocuklarda yapmış olduğu çalışmada; oyun temelli sanal gerçeklik yöntemlerinin, tedavi amaçlı kullanılabilir olduğunu belirtmiştir. Pilot çalışma olarak üç çocuk uygulamaya alınmış ve daha önce bu tip çalışmalara katılmayan çocuklarda bile çalışmaların yüksek derecede motivasyon, ilgi, memnuniyet oluşturduğu ve bu uygulamadan sonra çalışmalara katılım oranında artış olduğu belirtmiştir (134).

Klinik çalışmaların yanı sıra sanal gerçeklik uygulamalarının etkinliğini göstermek için fonksiyonel manyetik rezonans (fMRI) görüntüleme cihazlarının kullanıldığı çalışmalar da yapılmıştır (135,136). İlk fMRI çalışması You SH ve arkadaşları tarafından 2005 yılında Hemiparalik Serebral Palsili çocuklar üzerinde yürütülmüştür. Bu çalışmada; televizyon, kamera, eldiven, sanal objeler ve geniş ekran içeren *IREX* sanal gerçeklik sistemini kullanılmıştır. Kamera sayesinde görüntü alınıp sanal ortama yerleştirilmiştir. Hareket genişliğini, mobiliteyi ve kuvveti arttırmaya yönelik oyunlar seçilmiştir. Katılımcılar, günde 60 dakika ve haftada 5 gün olmak şartıyla 4 hafta boyunca uygulamaya alınmış ve 4 hafta sonunda değerlendirme yapılmıştır. fMRI sonuçlarına göre anormal aktivasyonlar kaybolmuş, klinik verileri desteklemiştir (135).

Video oyunlarının son yıllarda fizik tedavi alanında rehabilitasyon aracı olarak oynanması popülarlığını arttırmaktadır (137).

Michalski ve arkadaşları *Wii Fit* oyunlarında postural kontrol stratejilerini belirlemek için bir çalışma yapmıştır. 16 sağlıklı yetişkin tedaviye alınıp kinetik ve kinematik analizler yapılmıştır. Kayak ve futbol oyunları seçilerek 10 tekrar uygulatılmıştır. Sonuçta denekler sanal profillerini gözlemleyerek postural kontrol stratejileri geliştirmişlerdir. Futbolda gövde stratejisiyle denge kontrolünü sağlarken, kayak oyununda bacaklara ağırlık aktararak gövde ve bacak stratejisiyle denge kontrolünü sağlamışlar (138).

Wuang ve arkadaşları 105 Down Sendromlu çocuk üzerinde *Wii* uygulaması yapmış ve sonuç olarak *Wii* Oyunları'nın motor beceriyi, görsel integrasyon yeteneği, duyu integrasyon fonksiyonlarını geliştirdiği sonucuna ulaşmıştır (139).

Singh ve arkadaşları *Wii Fit* Oyunları'nın düşme korkusunu ve riskini azaltmaya yardımcı olup olmadığını araştırmak için postmenepozal 36 kişiyi uygulamaya almıştır. Sonuç olarak kadınlarda denge güveninin arttığını, düşme riski skorunun da azaldığını ifade etmiştir (140).

Fung ve arkadaşları total diz ameliyatı olmuş 50 hasta üzerinde bir gruba *Wii Fit* uygulaması diğer gruba rutin denge ve kuvvetlendirme programı uygulamıştır. Uygulama sonrası gruplar arasında ağrı, diz fleksiyonu-ekstansiyonu, yürüme hızı, ayakta duruş süreleri ve hasta memnuniyeti arasında fark bulunamamış ve *Wii Fit* uygulamasının diz replasman ameliyatı olan kişilerde ek bir tedavi yöntemi olabileceğini belirtmiştir (141).

Clark ve arkadaşları kuvvet platformlarının pahalı ve klinik uygulamaya çok açık olmaması nedeniyle kuvvet dağılımını ve yer çekim merkezindeki değişikliği gösteren *Wii Fit* denge tahtasının geçerlilik ve güvenilirliğini araştırmıştır. Sonuç olarak *Wii* denge tahtasının duruş dengesini değerlendirmede laboratuvar şartları ve klinik uygulama arasında köprü oluşturduğu sonucuna varmıştır (142).

Düşük maliyetli ve ticari olarak ulaşılması kolay oyun konsolunun (*Wii*) SP'li çocukta kullanılması konusundaki ilk bilimsel yayın Deutsch ve

arkadaşları tarafından yapılmıştır. Diparatik SP tanısı konmuş 13 yaşındaki vaka üzerinde çalışarak, *Wii Sports* oyunlarından boks, tenis, bowling ve golf oyunlarını oynatmış, uygulama sonrası oyunun görsel algı, fonksiyonel mobilite ve postural kontrolün gelişmesinde faydalı olduğu sonucuna varmıştır (143). Daha sonraki çalışmalarda ise *Wii* oyun konsolunun kullanımı hız kazanmıştır.

Gordon ve arkadaşları geliştirmekte olan ülkelerde *Nintendo Wii* uygulamalarının SP'li çocuklarda rehabilitasyon amaçlı kullanılabilirliğini araştıran pilot çalışmalar yapmış ve *Wii* oyunlarının SP'li çocukların rehabilitasyon sürecinde kullanılabilirliğini belirtmiştir (144).

Jelsma ve arkadaşları Hemiparatik SP'li çocuklarda yapmış olduğu çalışmada *Nintendo Wii Fit* oyununun denge eğitiminde etkili olduğunu bulmuştur (145).

Uzun süre tedavi görmüş SP'li çocuklarda, bir müddet sonra tedaviye katılımda isteksizlik meydana gelmekte ve çocukların motivasyonları azalmaktadır. Çocukların bir kısmı zamanla hırçınlaşmakta, terapist tarafından verilen komutlara uymamaktadır. Karşılaşılan olumsuzluklar da tedavi sürecini aksatmakta ve etkilemektedir.

Bu çalışmayı planlamadaki amacımız: çocuklara uygulanan tedavi yöntemini ve verilen eğitimi zevkli hale getirmek; hem fizyoterapistin hedeflerinin daha kısa sürede, daha hızlı, daha kolay ve daha eğlenceli gerçekleşmesini sağlamak hem de çocuğu bu yolla motive ederek uygulanan tedavinin etkinliğini arttırmaktır. Sanal gerçeklik yöntemlerinden "*Wii Fit* Denge Oyunları"ni seçmemizdeki amaç ise maliyetinin laboratuvar ortamlarına göre daha ucuz olması, daha kolay bulunabilir olması ve klinikte de uygulama şansı vermesidir.

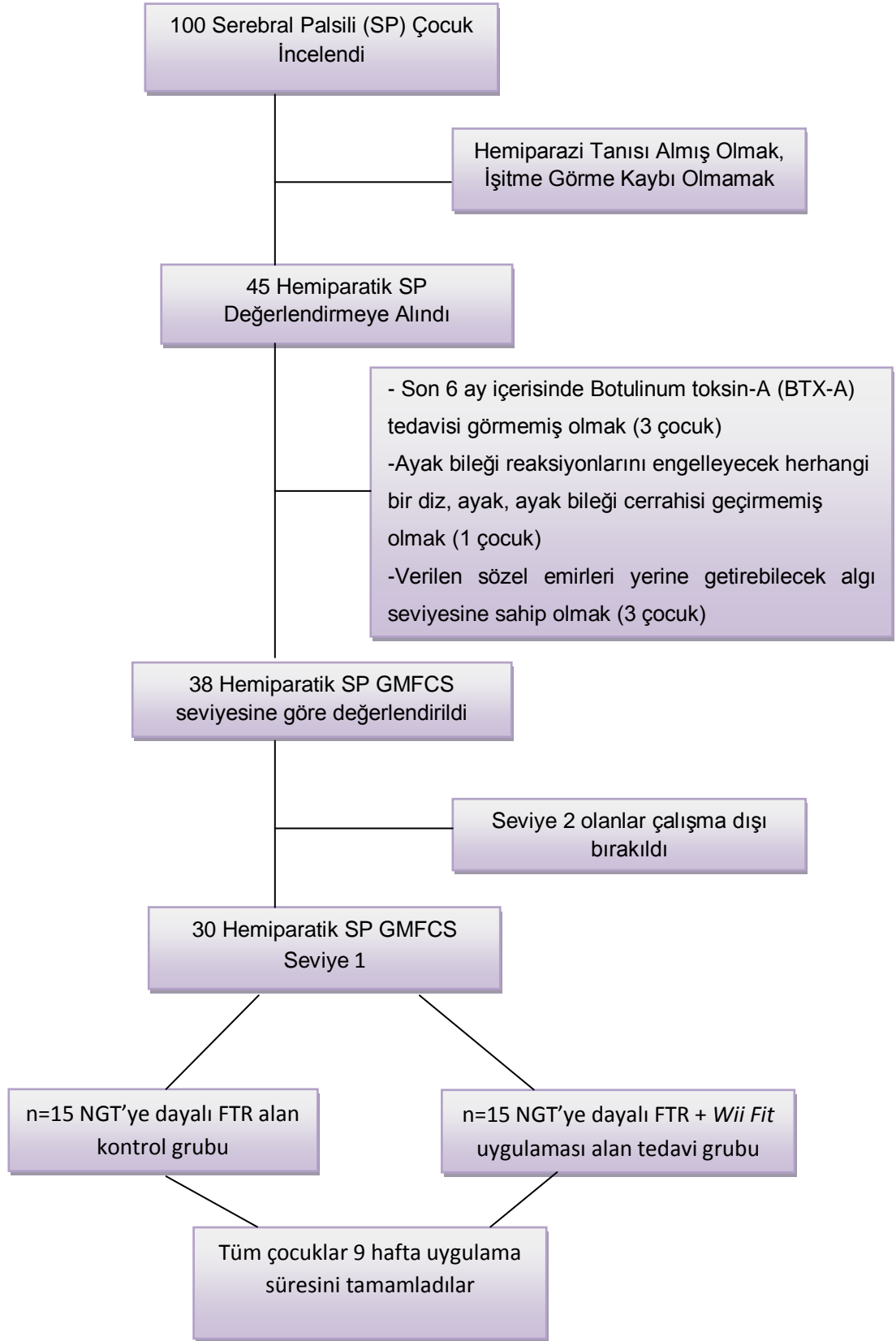
Wii Fit sanal gerçeklik yönteminin denge ve ileri düzey beceriler üzerine olan etkisini inceleyerek çocuklara tedaviyi sevdiren tam motivasyonla eğitime katılmalarını hedefleyerek literatüre katkı sağlayacağımızı düşünmekteyiz.

3. BİREYLER VE YÖNTEM

3.1. BİREYLER

Hemiparatik SP'li çocuklarda sanal gerçeklik yönteminin denge ve ileri düzey motor beceriler üzerine olan etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılan çalışmamıza Ankara'daki çeşitli özel eğitim ve rehabilitasyon kurumlarında fizyoterapi ve rehabilitasyon hizmeti alan 7-14 yaş arası toplam 100 çocuk içinden 45 tanesi hemiparatik SP'li çocuklardı. Bu çocuklar içerisinde GMFCS seviye 1 ve 2 olan 38 çocuk ayırt edildi. Çalışmanın homojenliğini sağlamak amacıyla GMFCS seviyesi 1 olan 30 çocuk rastgele örnekleme yöntemiyle iki gruba ayrıldı. Çalışmaya dahil edilen 15 çocuk Nörogelişimsel Tedavi (NGT) programına alındı (kontrol grubu), diğer 15 çocuk NGT ve *Wii Fit* sanal gerçeklik uygulamasına alındı (tedavi grubu). Hasta akış diyagramı şekil 3.1 de verilmiştir. Kontrol grubunun yaş ortalaması $11,33 \pm 2,19$ yıl, tedavi grubunun yaş ortalaması $11,07 \pm 2,37$ yıl idi.

Her iki gruptaki toplam 30 çocuk NGT yöntemine dayalı fizyoterapi ve rehabilitasyon programına dokuz hafta boyunca haftada iki gün toplam 18 seans devam etiler. Tedavi grubundaki 15 çocuk ise bu uygulamalara ek olarak toplam 18 seans olmak üzere dokuz hafta boyunca haftada iki seans *Wii Fit* uygulamasına dahil edildi. Çocuklar uygulama öncesi ve sonrası değerlendirildi ve her iki grubun sonuçları karşılaştırıldı.



Şekil 3.1. Hasta Akış Çizelgesi

Hacettepe Üniversitesi Tıbbi, Cerrahi ve İlaç Araştırmaları Etik Kurulu'nda LUT 11/33 kayıt numarası ile izlenen çalışma, 30.06.2011 tarihinde değerlendirilerek tıbbi açıdan etik bulunmuştur. Çalışmanın amacı ve uygulanacak yöntem çocuklara ve ailelerine anlatılmış, yazılı onamları alınmıştır.

3.2. YÖNTEM

Çocukların çalışmaya dahil edilme kriterleri şunlardır:

- Serebral Palsi tanısı almış olmak,
- 7-14 yaşları arasında bulunmak,
- GMFCS seviye 1 olmak,
- Son 6 ay içerisinde Botulinum toksin-A (BTX-A) tedavisi görmemiş olmak,
- Ayak bileği reaksiyonlarını engelleyecek herhangi bir diz, ayak, ayak bileği cerrahisi geçirmemiş olmak,
- Verilen sözel emirleri yerine getirebilecek algı seviyesine sahip olmak,
- İletişimi engelleyecek düzeyde işitme ve görme kaybı olmamak,
- Tedaviye belirlenen süreler içinde düzenli devam etmek.

3.3. DEĞERLENDİRMELER

3.3.1 Hikaye Alımı

Bireylerin cinsiyet, yaş, boy, okul durumu gibi kişisel bilgileri kaydedildi. Etkilenmiş tarafları kaydedildi. Bunun yanı sıra doğum hikayeleri, aile hikayeleri, tıbbi hikayeleri, daha önce cerrahi yada Botulinum Toksin uygulaması yapıp yapılmadığı, ortez kullanıp kullanmadıkları, şu ana kadar

fizyoterapi ve rehabilitasyon hizmeti alıp almadığı, almış ise başlangıç zamanı ve toplam süresi, ambulasyona yardımcı bir cihaz kullanıp kullanmadığı, kullanıyorsa çeşidi not edildi. Ayrıca düşme hikayesi (haftadaki sayısı, şekli, nedeni, yeri ve yaralanma durumu) de incelendi. Bütün bilgiler aynı araştırmacı tarafından alındı. Ardından çalışmaya dahil edilen her bir çocuğa yine aynı araştırmacı tarafından aşağıdaki değerlendirme yöntemleri sırasıyla uygulandı.

3.3.2. Çocukların Ambulasyon Durumu ve Genişletilmiş Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemine göre fonksiyonel seviyeleri (GMFCS)

Çalışmaya katılan çocukların, öncelikle genişletilmiş GMFCS'ye göre fonksiyonel seviyeleri belirlendi. 7-14 yaş arası alınan çocuklar, genişletilmiş GMFCS'de 6-12 yaş arası, 12-18 yaş arası olarak sınıflandırılan sistemde yaşlarına göre gruplandırıldı. Çocukların yerine getirebildikleri fonksiyonların tanımlanan yaş grubu içerisinde incelenmesiyle, çocuklar fonksiyonel seviyelerine göre alt gruplara ayrıldı (44). Daha sonra çocuklarda seviye 1 olanlar çalışmaya dahil edildi. Bağımsız mobilize olmaları belli bir standardı sağlamak için gerekiyordu.

3.3.3. Fonksiyonel Mobilite Seviyesi (FMS)

Fonksiyonel ve günlük yaşamı etkileyen yürüme performansının değerlendirilmesi için yürüme gözetimsel olarak değerlendiren Fonksiyonel Mobilite Skalası kullanılarak seviye 6 (Yürüme yardımcısına gerek olmadan tüm yüzeylerde ve kalabalık ortamlarda bağımsız hareket edebilen) olan çocuklar çalışmaya dahil edilmiştir (44).

3.3.4. Kaba Motor Fonksiyon Ölçümü (KMFÖ) (GMFM)

GMFM, Russell ve arkadaşları tarafından özellikle SP ve beyin hasarlarında kaba motor fonksiyonundaki değişiklikleri değerlendirmek için kullanılmıştır (74). Bu çalışma ayakta durma dengesi ile ilgili olduğu için; ayakta durma ve yürüme-koşma-zıplama becerilerini içeren D ve E bölümleri kullanılmıştır.

Puanlama: dört seviye üzerinden yapılmaktadır:

0=>Başlatamaz

1=>Başlatır (< %10)

2=>Kısmen tamamlar (%10-%100)

3=>Bağımsız tamamlar

3.3.5. Kaba Motor Performans Ölçümü (GMPM)

GMPM, GMFM'den farklı olarak çocuğun aynı hareketi ne kadarını başarabildiğinden ziyade, "ne kadar iyi" yaptığını belirler (146).

Değerlendirme beş puanlı sistemden oluşur;

1=ciddi derecede anormal

2=büyük derecede anormal

3=orta derecede anormal

4=kısmen normal

5=tamamen normal

Çocuğun, her bir soru ve alt değerlendirmelerinden aldığı puanlar toplanır. Yüksek puan motor performansının iyi olduğunu gösterir (146,147).

3.3.6. Düz ve Yumuşak Zeminde Ayakta Duruş Süreleri

Ayaklar bitişik kollar gövde yanında sırasıyla düz ve yumuşak zeminde, gözler açık ve kapalı sabit durmaları istenmiştir. Dengeleri bozulduğu an test sonlandırılmıştır. Bozulma süresi kaydedilmiştir. Çocuklara onların korumaya alındığını, dengeleri bozulsa bile düşmelerine izin verilmeyeceği söylenip, gözler kapalı uygulanan testte kendilerini güvende hissetmeleri sağlanmıştır.

Bu değerlendirmeye ek olarak denge tahtasının üzerinde çift ayak duruş süreleri 360 saniyelik üst sınırı aştığı için değerlendirmeye alınmamıştır.

3.3.7. Tek Ayak Üzerinde Duruş Süresi

Etkilenmiş ve etkilenmemiş taraf (tek ayak) üzerinde bağımsız olarak dengede duruş süreleri kaydedildi. Yaptığımız çalışma denge becerisinin geliştirilmesine yönelik olduğu için kriterimiz denge reaksiyonları olmuştur. Çocuklar denge reaksiyonlarını gerçekleştiremedikleri an diğer ayaklarını yere koydular ve süreleri kaydedildi. Çocuklara flamingo duruşu gösterildi fakat koopere olamadıkları için değerlendirme aracı olarak kullanılmadı.

3.3.8. Tandem Duruş Süresi

Tandem duruş, düz bir zemin üzerinde ayakta dik duruş esnasında bir ekstremitenin topuğuyla diğer ekstremitenin parmak ucu düz bir çizgi hizasında duracak şekilde dengede kalabilmeyi içeren bir testtir. Test çocuğun dengede durmaya başladığı an ile dengesi bozulup düştüğü an arasındaki süre olarak kaydedilmiştir (99).

3.3.9. Sıçrama Sayıları

Değerlendirmeye alınan çocukların çift ayak düz ve yumuşak zeminde, sağ ve sol tek ayak üzerinde bağımsız sıçrama yapıp yapamadığına bakıldı. 30 saniyedeki sıçrama sayıları kaydedildi.

3.3.10. Kalk Ve Yürü Testi (*Timed&Up Go Testi*)

Test standart kolluklu bir sandalyeden ayağa kalkma, 3 metre yürüme ve dönerek, sandalyeye geri oturmayı içerir. Basit ancak diğer dinamik denge testleri kadar geçerli bir testtir (100). Çocuk bir deneme yürüyüşünü yaptıktan sonra 3 gerçek test yapıp bu 3 testin ortalaması alındı. Yürüyüş hızı saniye olarak hesaplandı.

3.3.11. Pediatrik Denge Ölçütü

Oturma ve ayakta durma dengesini, pozisyonlar arasındaki transferleri, öne eğilebilme ve ayakta durma pozisyonundaki değişiklikleri değerlendiren 14 maddeden oluşmuş bir testtir. Her bir bölüm 5 seviyeden oluşur. Puan arttıkça zorluğu artar. 0 puan çocuğun işi yapabilme yetersizliğini, 4 puan ise işi bağımsız olarak yapabildiğini gösterir. Yüksek skor daha iyi dengeyi gösterir. En yüksek skor 56'dır (59).

3.3.12. PEDİ (Pediatric Evaluation of Disability Inventory)

Çocuğun günlük yaşam aktivitesini ve fonksiyonunu belirlemek amacıyla PEDİ kullanılmıştır. Aldıkları puanlar kaydedilmiştir.

Üç bölümden oluşur; (1) Kendine bakım, (2) Mobilite, (3) Sosyal fonksiyon alanlarını değerlendirir (54). Yetenek çocuğun yapabildiği ve tamamlayabildiği fonksiyonel beceriler olarak tanımlanır. Fonksiyonel

performans, ana fonksiyonel aktivitelerin yapılabilmesi için ihtiyaç duyulan çevresel modifikasyonlar ve bakıcıların yardım seviyesi ile ölçülür (54,55,56). Çalışmamızda çocuğun kendi performansı değerlendirilmiştir.

3.4. KONTROL GRUBU TEDAVİ PROGRAMI

Kontrol grubuna NGT yöntemine dayalı FTR programı uygulandı. Çalışma öncesi ayakta durma, denge, yürüme ve ileri düzey motor beceriler ile ilgili kısıtlılıklar tespit edildi. Tedavi programı çocuğa özgü değerlendirme yapılarak seçildi ve bu hedeflere yönelik aktiviteler uygulandı.

Çocukların gereksinimlerine göre çocuğun yapmaktan zevk aldığı aktiviteler içinde belirli bir hedefe yönelik hareketler seçilerek, çocuğun tedaviye istemli ve aktif katılım göstermesi hedeflendi.

NGT yaklaşıma göre tedavide kullanılan ekipman ve yardımcı cihazların seçimi hedeflenen fonksiyonel düzeye ulaşmada oldukça önemli yer tutmaktadır (102). Ayağa kalkma, ayakta durma, çömelme, gövde kontrolü, denge reaksiyonlarının geliştirilmesi ve ağırlık aktarımı için egzersiz topları, denge tahtaları ve yumuşak zeminler kullanıldı. Yumuşak zemin olarak duyu ve proprioseptif uyarıların verilmesi için ne fazla sert, ne de yumuşak olan tedavi minderleri kullanıldı. Ağırlık aktarımı için üçgen ve rulo yastıklar tercih edildi. Statik dengeyi geliştirmeye yönelik tek ayak üzerinde ve tandem pozisyonunda durmaları için çocuklar cesaretlendirildi ve çeşitli aktiviteler yaptırıldı. Tedavi, günlük yaşamda zorlanılan aktivitelere göre planlandı.

Tedavi programı dokuz hafta boyunca haftada iki seans uygulandı. Toplam 18 seans tedaviye alınan çocuklar tedavi sonrası tekrar değerlendirmeye alındılar. Okula giden çocuklarda tedavi saatleri çocuğun okul programını aksatmayacak şekilde ayarlandı. Çocukların ailelerine de eve verilen tedavi programına uymaları gerektiği anlatıldı.

3.5. TEDAVİ GRUBU

Hemiparatik serebral palsili 15 çocuk NGT'ye dayalı FTR programına devam ederken üzerine ek olarak dokuz hafta boyunca haftada iki seans *Wii Fit* uygulamasına alındı. Seçilen oyunlar denge, ağırlık aktarımı, koordinasyon ve reaksiyon zamanını ayarlamaya yönelik çeviklik gösterilmesi gereken oyunlardı. Uygulama için 8 adet oyun seçilmiştir. Bu oyunlar; *jogging plus* (koşu), *penguin slide* (kayan penguen), *heading* (kaleci), *ski jump* (kayakla zıplama), *snowball fight* (kar topu savaşı), *tilt city*, *perfect 10*, *segway circuit*.

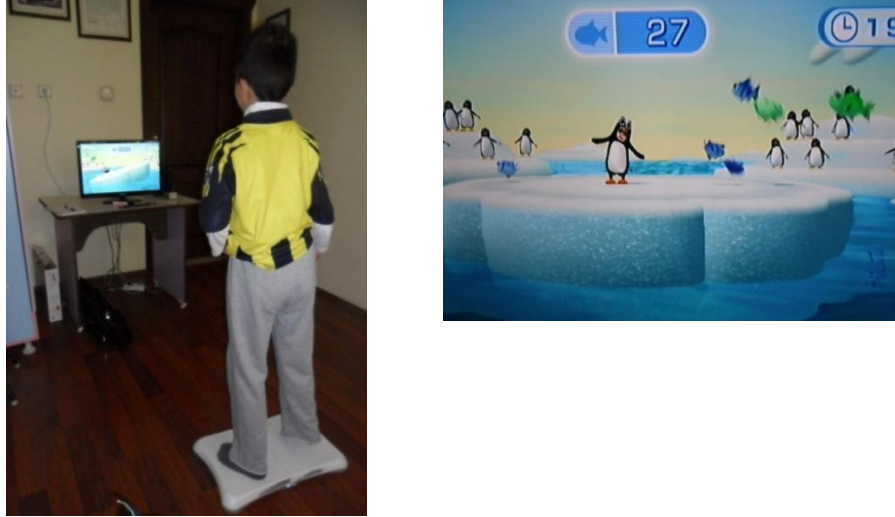
1. *Jogging plus*: Bu oyun *remote* cihazının etkilenmiş taraf alt ekstremitte cep kısmına yerleştirilerek oynandı. Oyun ısınma için seçildi, bireyin yaklaşık 2 dakika tempolu şekilde koşarak etrafına dikkat etmesi istendi. Varılacak hedefe ulaşıldıktan sonra yol boyunca gözlemlenmesi gereken 3 nesne soruldu. Doğru cevaplar ve yakılan kalori yüzde şeklinde hesaplanarak toplam puan oluşturulur (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. *Jogging Plus* Oyunu ve Uygulanma Şekli

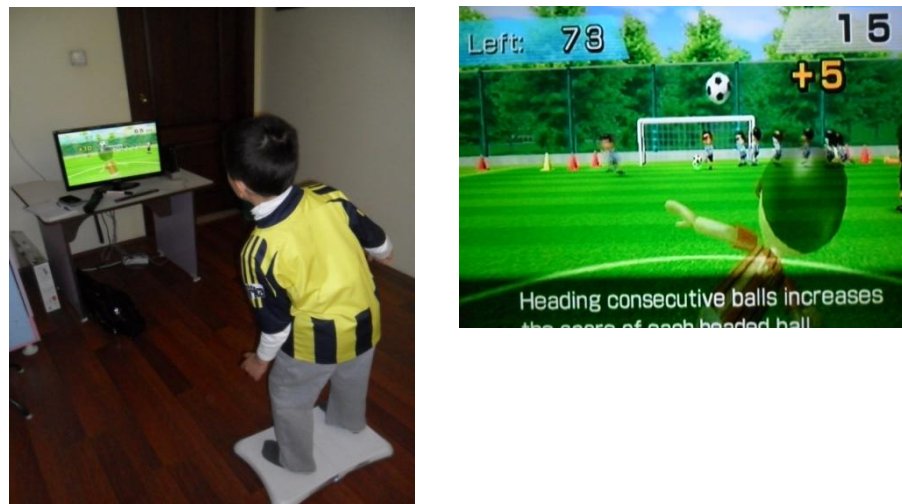
2. *Penguin slide*: Denge tahtasına yerleştikten sonra kişiye buz kütlelerinin üzerindeki hissi verilir, sağa sola ağırlık aktararak buz

kütlesini hareket ettirir ve gelen balıkları yakalamaya çalışır. Zamanlamayı ve her iki tarafa ağırlık aktarmayı hedefleyen bir oyundur. Oyun 90 saniye sürmektedir her seansta 3 kez tekrarlanmıştır (Şekil 3.3).



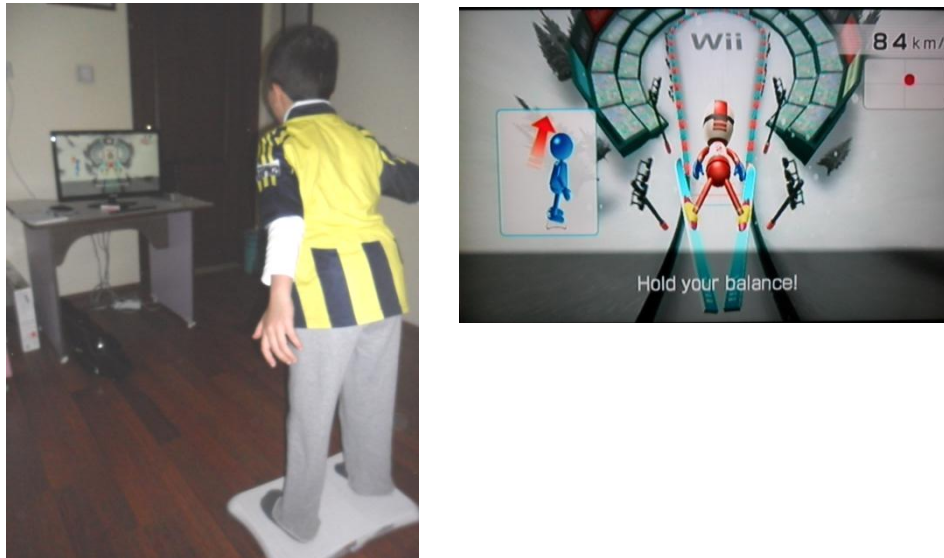
Şekil 3.3. Penguin Slide Oyunu ve Uygulanma Şekli

3. *Heading*: Kişiye kaleciymiş hissi verilir gelen toplara başıyla vurması istenirken atılan yabancı cisimlerden kaçması istenir. Bu oyun da amaç koordinasyonu sağlayarak hızlı bir şekilde sağa ve sola ağırlık aktarmasını sağlamaktır. Yaklaşık 1 dakika süren bir oyundur her seansta 3 kez tekrarlanmıştır (Şekil 3.4).



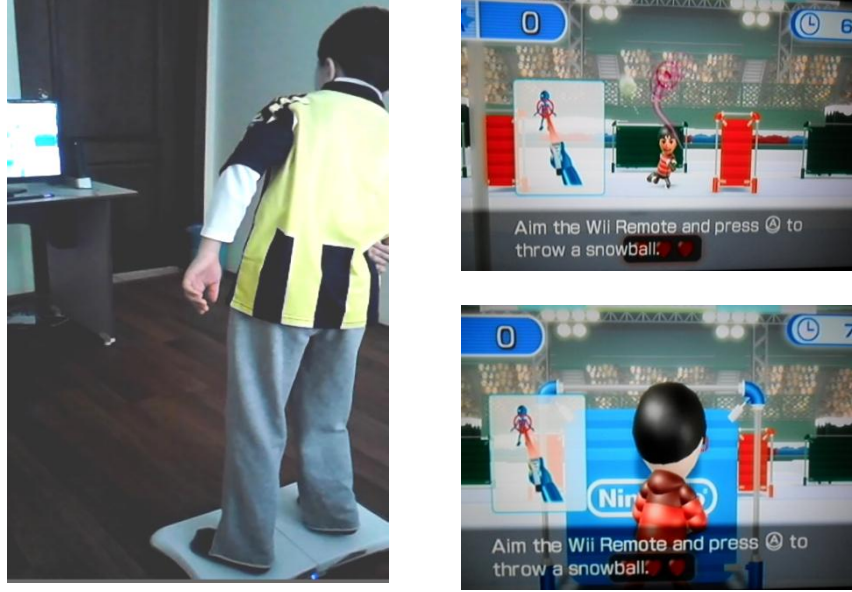
Şekil 3.4. Heading Oyunu ve Uygulanma Şekli

4. *Ski jump*: Ayaklar denge tahtasına yerleştirildikten sonra iki ayağına eşit basarak orta hatta dizler bükülü dengede durarak ağırlığını öne doğru aktarması istenir. Sanal profil karakteri yukardan kayarak gelir ve bitiş çizgisine yaklaştığında dizlerini birden düzeltmesi istenir. Bu işlem zıplama gibi algılanır. Yere düşene kadar kıpırdamadan durması ve olabildiğince öne ağırlık aktarması istenir. Bu oyunda amaç zamanlamayı ayarlayarak koordinasyonu sağlamak ve öne doğru ağırlık aktarırken dengeyi muhafaza etmektir. Mesafe metre cinsinden kaydedilir ve skorumla yapılır. Bir oyunda 2 kez atlama yapılır. Oyun 3 kez tekrarlanmıştır (Şekil 3.5).



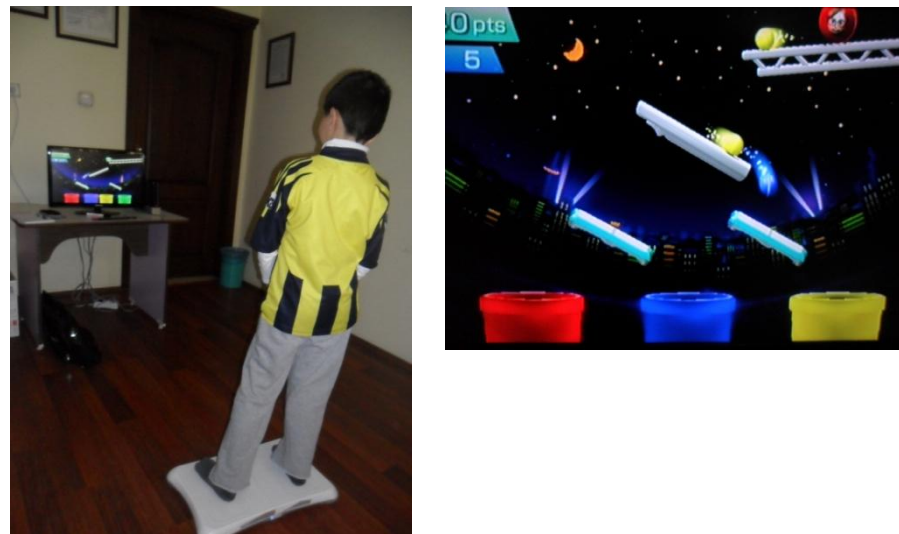
Şekil 3.5. *Ski Jump* Oyunu ve Uygulanma Şekli

5. *Snowball fight*: Oyunda kartopu savaşı yapılır, atılan kartoplarından kaçmak için bir paravan bulunur. Rakipleri vurabilmek için sağa ve sola ağırlık aktararak paravanın arkasından çıkılır ve *remote* cihazı ile hedefler işaretlenerek vurulur. Amaç alt ekstremitelere ağırlık aktarmak ve el göz koordinasyonunu geliştirmektir. Oyun 90 saniye sürer, 3 kez tekrarlanmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. *Snowball Fight* Oyunu ve Uygulanma Şekli

6. *Tilt city*: Yukarıdan gelen renkli topların aynı renkteki deliklere düşmesi sağlanır. Gelen toplar *remote* cihazıyla kontrol edilen kısma oradan da denge tahtasıyla kontrol edilen kısma ulaşır ve aynı renkteki deliklere gönderilmeye çalışılır. Oyun yaklaşık 2 dakika sürer ve 3 kez tekrarlanmıştır. Amaç el ve ayakların koordinasyonunu sağlamak, sağa ve sola ağırlık aktarmaktır. Bu oyunda *remote* cihazı uygulayıcı tarafından kontrol edilmiştir (Şekil 3.7).



Şekil 3.7. *Tilt City* Oyunu ve Uygulanma Şekli

7. *Perfect 10*: Ortada duran sanal profilin etrafında 3-4 mantar bulunur ve üstlerinde rakamlar vardır. Sağa sola, öne ve arkaya ağırlık aktararak mantarlara vurarak toplamda 10 sayısını elde etmeye çalışır. Amaç matematiksel olarak hızlı karar vererek bunu motor beceriye dökmektir. Oyun 1 dakika sürer ve 3 kez tekrarlanmıştır (Şekil 3.8).



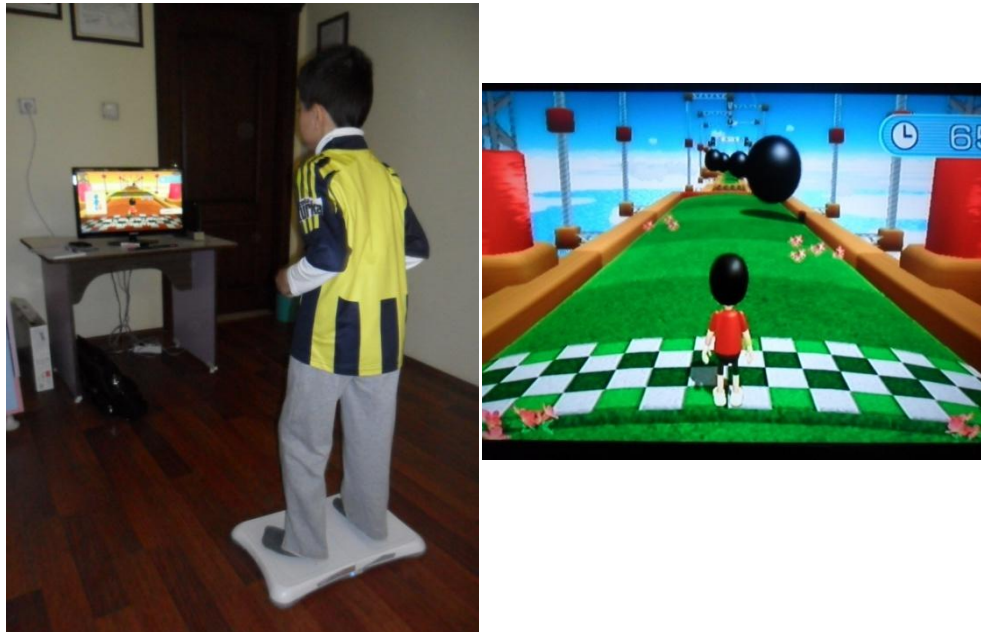
Şekil 3.8. *Perfect 10* Oyunu ve Uygulanma Şekli

8. *Segway circuit*: Kişi sanal ortamda *ginger segway* aletinin üzerindedir. Dengede durabilmesi için iki ayağına eşit basması gerekmektedir. Vücut ağırlığını parmak uçlarına doğru verdiğinde alet öne doğru, topuklarına ağırlık verdiğinde alet geriye doğru gider. *Remote* cihazıyla da yön tayini yapılır. Hedefteki balonlar patlatılmaya çalışılır. Oyun 3 dakika sürdüğü için ve öne doğru ağırlık aktarmak zor olduğu için sadece 1 kez oynanmıştır çünkü yorgunluğa neden olmuştur (Şekil 3.9).



Şekil 3.9. *Segway Circuit* Oyunu ve Uygulanma Şekli

9. Her seans sonunda çocuğun istediği bir oyunu oynamasına izin verilmiştir. Sonuçta bu oyunların hepsi denge ve koordinasyonu geliştirmeyi hedefleyen oyunlardır. Örnek olarak *obstacle course* verilebilir (Şekil 3.10).



Şekil 3.10. *Obstacle Course* Oyunu ve Uygulanma Şekli

3.6. İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Verilerin istatistiksel analizleri için SPSS for Windows version 15.0 programı kullanıldı. Sayısal değişkenler ortalama±standart sapma veya ortanca [min-maks] ile, nitelik değişkenler ise sayı ve yüzde ile gösterildi. Nitelik değişkenler bakımından gruplar arasında farklılık olup olmadığı ki kare testi ile araştırıldı. İki grup arasında sayısal değişkenler bakımından farklılık olup olmadığı parametrik test varsayımları karşılanmadığı için Mann Whitney U testi ile değerlendirildi. Uygulamaya alınan çocukların tedavi öncesi ve tedavi sonrası karşılaştırılmaları ise Wilcoxon testi ile yapıldı. Anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak belirlendi. Tedavi öncesi anlamlı farklılıkların bulunduğu durumlarda etki büyüklüklerine bakıldı. Buna göre;

0,2 den küçük olursa etki yok

0,2-0,5 arası küçük etki

0,5-0,8 arası orta etki

0,8'den büyük olursa büyük etki olarak ifade edildi.

4. BULGULAR

4.1. SEREBRAL PALSİ'Lİ ÇOCUKLARIN DEMOGRAFİK ÖZELLİKLERİNE İLİŞKİN BİLGİLER

Hemiparatik SP tanısı konmuş, yaşları 7-14 arası değişen, yaş ortalamaları $11,33 \pm 2,19$ yıl (NGT'ye dayalı FTR alan kontrol grubu) ve $11,07 \pm 2,37$ yıl (NGT'ye dayalı FTR'ye ek olarak *Wii Fit* uygulaması alan tedavi grubu) olan, 14'ü kız 16'sı erkek toplam 30 çocuk çalışmaya dahil edilmiştir. Grupların yaş, cinsiyet ve etkilenmiş taraflarını gösteren özellikleri Tablo 4.1'de sunulmuştur.

Tablo 4.1. Gruplar Arası Cinsiyet ve Etkilenmiş Taraf Dağılımı, Yaş Ortalaması

| | | Kontrol Grubu | | Tedavi Grubu | |
|-----------------|-------|---------------|------|--------------|------|
| | | n=15 | % | n=15 | % |
| Cinsiyet | Kız | 7 | 46,6 | 7 | 46,6 |
| | Erkek | 8 | 53,3 | 8 | 53,3 |
| Etkilenen taraf | Sağ | 10 | 66,6 | 11 | 73,3 |
| | Sol | 5 | 33,3 | 4 | 26,6 |
| | | ort±sd | | ort±sd | |
| Yaş (yıl) | | 11,33± 2,19 | | 11,07± 2,37 | |

Çalışmaya dahil edilen çocukların 21'i (%70) sağ, 9'u (%30) sol hemiparatik SP idi. GMFCS düzeyleri incelendiğinde değerlendirmeye alınan tüm çocuklar içinden seviye 1 olanlar seçildi.

Çocukların düşme sıklıkları, nedenleri, yönleri, düştüğü yerler ve yaralanmaları değerlendirilmiş ve tablo 4.2'de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. Düşme sıklığının, nerede düştüğünün, düşme yönü, nedeni ve yaralanan yerlerin gruplara göre dağılımı ve yüzde oranları

| | Kontrol Grubu n=15 | | Tedavi Grubu n=15 | | GENEL | |
|------------------------------|-----------------------|-------|----------------------|-------|-------|-------|
| | n | % | n | % | n | % |
| DÜŞME SIKLIĞI (HAFTA) | | | | | | |
| 0 | 2 | 13,33 | 2 | 13,33 | 4 | 13,33 |
| 1-3 | 11 | 73,33 | 11 | 73,33 | 22 | 73,33 |
| 4-7 | 2 | 13,33 | 2 | 13,33 | 4 | 13,33 |
| 8 ve daha fazla | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| NEREDE | | | | | | |
| Ev içinde | 2 | 13,33 | 0 | 0 | 2 | 13,33 |
| Ev dışında | 11 | 73,33 | 12 | 80 | 23 | 76,66 |
| Merdiven | 1 | 6,66 | 6 | 40 | 7 | 23,33 |
| Düzgün olmayan yüzey | 6 | 40 | 12 | 80 | 18 | 60 |
| Kalabalık yerler | 1 | 6,66 | 3 | 20 | 4 | 13,33 |
| Yalnız başına | 1 | 6,66 | 2 | 13,33 | 3 | 10 |
| DÜŞME YÖNÜ | | | | | | |
| Öne | 7 | 46,66 | 13 | 86,66 | 20 | 66,66 |
| Arkaya | 0 | 0 | 1 | 6,66 | 1 | 3,33 |
| Etkilenmiş taraf | 5 | 33,33 | 12 | 80 | 17 | 56,66 |
| Sağlam taraf | 2 | 13,33 | 3 | 20 | 5 | 16,66 |
| Eller | 7 | 46,66 | 6 | 40 | 13 | 43,33 |
| Diz | 9 | 60 | 6 | 40 | 15 | 50 |
| Kalça | 0 | 0 | 1 | 6,66 | 1 | 3,33 |
| Sırt üstü | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Kendini koruyamaz baş üstü | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| DÜŞME NEDENİ | | | | | | |
| Denge kaybı | 12 | 80 | 10 | 66,66 | 22 | 73,33 |
| Fiziksel yetersizlik | 5 | 33,33 | 8 | 53,33 | 13 | 43,33 |
| Dikkat eksikliği | 12 | 80 | 13 | 86,66 | 25 | 83,33 |
| Kendini koruyamama | 1 | 6,66 | 2 | 13,33 | 3 | 10 |
| Görme bozukluğu | 0 | 0 | 4 | 26,66 | 4 | 13,33 |
| YARALANAN YER | | | | | | |
| EI | 11 | 73,33 | 12 | 80 | 23 | 76,66 |
| Dirsek | 8 | 53,33 | 11 | 73,33 | 19 | 63,33 |
| Omuz | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Diz | 13 | 86,66 | 12 | 80 | 25 | 83,33 |
| Kalça | 1 | 6,66 | 0 | 0 | 1 | 3,33 |
| Sırt | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Baş | 0 | 0 | 1 | 6,66 | 1 | 3,33 |
| Alın | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Burun | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Nerede düşüldüğü, düşme yönü, nedeni ve yaralanma yerleri sorulduğunda birden fazla cevap verildiği için tedavi ve kontrol gruplarının toplam yüzde oranları hesaplanamamıştır. Düşme yerleri sorgulandığında çocuklardan 14'ü tek cevap, 7'si çift cevap, 6'sı üç cevap, 3'ü dört cevap vermiştir. Nasıl düşersin sorusuna 5'i tek cevap, 11'i çift cevap, 11'i üç cevap, 2'si dört cevap vermiştir. Düşme nedeni sorulduğunda 5'i tek cevap, 15'i çift cevap, 7'si üç cevap, 3'ü dört cevap vermiştir. Ve son olarak yaralanma yerleri sorulduğunda 3'ü tek cevap, 15'i çift cevap, 12'si üç cevap vermiştir.

Bu verilere göre çocukların %73,3'ü haftada 1-3 kez düştüğünü belirtmiştir. En çok dışarıda (%76,66), düzgün olmayan yerlerde (%60) ve merdivenlerde (%23,33) düştükleri görülmüştür. Düşme sebebi olarak ilk sırada dikkat eksikliği (%83,33) gelirken ikinci sırayı denge kayıpları (%73,33) almaktadır. Daha çok öne (%66,66), etkilenmiş (%56,66), dizleri üzerine (%50) ve ellerinin üzerine (%43,33) doğru düştüklerini söylerken en çok diz (%83,33), el (%76,66) ve dirseklerinin (%63,33) yaralandıklarını belirtmektedir.

Tüm demografik ve klinik özellikler bakımından incelendiğinde iki grup benzer bulunmuştur. İki grup uygulamalar öncesinde karşılaştırıldığında GMFM ve GMPM ortalama skorlarının, yumuşak zemin, tek ayak ve tandem duruş sürelerinin, sıçrama sayılarının, kalk ve yürü testi ortalama süresinin, WeeFIM ve PEDİ ortalama skorlarının istatistiksel açıdan benzer oldukları görülmüştür. Bu sonuç da bizlere grupların motor seviyelerinin benzer olduğunu göstermektedir (Tablo 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.10).

4.2. KABA MOTOR FONKSİYON ÖLÇÜM PUANLARI

Kaba motor fonksiyon ölçütüne (GMFM) bakıldığında her iki grupta da ayakta durma (D) ve yürüme-koşma-zıplama (E) bölümlerinde tedavi sonrasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($p < 0,05$). Gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında D bölümü sonuçları tedavi öncesi ve sonrası istatistiksel açıdan farklılık göstermiştir ($p < 0,05$). Tedavi öncesinde de istatistiksel olarak fark bulunduğu için grupların etki büyüklüklerine bakıldı. İki grubunda tedavi sonrası büyük etki gösterdiği görülmüştür ancak tedavi grubunun etki

büyükliğünün kontrol grubununkinden daha büyük olduğu görüldü. Sonuç olarak iki grup ayakta durma bölümü için karşılaştırıldığında tedavi sonrasında oluşan fark, tedavi grubu lehine olmuştur. E bölümü için iki grup karşılaştırıldığında ise tedavi öncesi görülen benzerlik tedavi sonrası da devam etmiştir ($p>0,05$). *Wii* uygulaması fark oluşturmamıştır (Tablo 4.3).

Kaba motor fonksiyon ölçütünün (GMFM-88) genel puanlamasına bakıldığında ise tedavi sonrası oluşan farklar istatistiksel olarak iki grup içinde anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Gruplar karşılaştırıldığında tedavi öncesi benzer bulunan farklar ($p>0,05$) tedavi sonrası anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Yapılan *Wii* uygulaması tedavi sonrasında fark oluşturmuştur (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü-88'in Değerlendirme Sonuçları

| GM FM | Kontrol Grubu n=15 | | | | | Tedavi Grubu n=15 | | | | | Gruplar arası | | | |
|------------|-----------------------|----------------|----------------|-------------------------|--------------|----------------------|----------------|----------------|-------------------------|--------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| | TÖ X ±SD | TS X ±SD | z | P | Cohen's d | TÖ X ±SD | TS X ±SD | z | p | Cohen's d | TÖ z | TS p | TÖ z | TS p |
| D bölümü | 85,81± 7,74 | 90,26± 5,33 | - 2,9 52 | 0,0 03 | 1,09 7 | 91,28± 4,63 | 96,92± 3,24 | - 3,3 31 | 0,0 01 | 1,40 3 | - 2,1 09 | 0,0 37 | - 3,3 92 | 0,0 01 |
| E bölümü | 90,09± 7,33 | 91,58± 6,63 | - 2,6 99 | 0,0 07 | 0,91 7 | 92,50± 4,45 | 95,19± 3,71 | - 3,3 14 | 0,0 01 | 1,39 4 | - 0,6 25 | 0,5 39 | - 1,6 48 | 0,1 06 |
| Genel skor | 87,95± 6,04 | 90,92± 5,04 | - 3,2 97 | 0,0 01 | 1,52 6 | 91,89± 3,80 | 96,05± 2,43 | - 3,4 11 | 0,0 01 | 1,73 5 | - 1,9 71 | 0,0 74 | - 3,1 34 | 0,0 03 |

$p<0,05$

4.3. KABA MOTOR PERFORMANS ÖLÇÜTÜ

Kaba motor performans ölçütü (GMFM) değerlendirmesinde kontrol grubunun tedavi sonrası oturma ve ayakta durma bölümlerinde oluşan farklılıklar anlamlıyken ($p<0,05$), yürüme bölümündeki farklılıklar istatistiksel olarak benzer bulunmuştur ($p>0,05$). Tedavi grubunda ise tedavi sonrasındaki oturma, ayakta durma ve yürüme bölümlerindeki farklılıklar anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Gruplar karşılaştırıldığında, tedavi öncesi

oturma, ayakta durma ve yürüme bölümleri istatistiksel açıdan benzer bulunurken ($p>0,05$), tedavi sonrasında sadece ayakta durma bölümündeki farklılık anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$), oturma ve yürüme bölümlerindeki farklar benzerliklerini korumaya devam etmiştir ($p>0,05$) (Tablo 4.4).

GMPM genel puanlamasına bakıldığında iki grubun da tedavi sonrası oluşan farklılıkları anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Gruplar karşılaştırıldığında ise tedavi öncesindeki farklar benzerken ($p>0,05$), tedavi sonrasında oluşan farklılıklar anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Tedavi grubuna ek olarak yapılan *Wii* uygulaması GMPM genel skorunda fark oluşturmuştur (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Kaba Motor Performans Ölçütünün Değerlendirme Sonuçları

| | Kontrol Grubu n=15 | | | | | Tedavi Grubu n=15 | | | | | Gruplar arası | | | |
|-----------------------------------|-----------------------|------------------|----------------|-------------------|--------------|----------------------|------------------|----------------|-------------------|--------------|----------------|-----------|----------------|-------------------|
| | TÖ X ±SD | TS X ±SD | z | P | Cohen's d | TÖ X ±SD | TS X ±SD | Z | P | Cohen's d | TÖ z | TS p | TÖ z | TS p |
| Otur ma, | 103,07 ±10,57 | 104,73 ±9,83 | - 2,8 25 | 0,0 05 | 1,04 9 | 107,27 ±10,26 | 109,47 ±9,81 | - 3,3 51 | 0,0 01 | 1,18 3 | - 1,3 51 | 0,1 87 | - 1,6 85 | 0,0 98 |
| Aya kta dur ma | 41,40± 10,05 | 44,27± 9,49 | - 3,0 89 | 0,0 02 | 0,82 8 | 47,87± 4,38 | 51,73± 4,13 | - 3,4 26 | 0,0 01 | 1,97 3 | - 1,8 95 | 0,0 61 | - 2,4 13 | 0,0 15 |
| Yür üme | 40,67± 8,73 | 41,40± 8,41 | - 1,8 07 | 0,0 71 | 0,43 9 | 42,07± 3,99 | 44,80± 4,12 | - 3,2 02 | 0,0 01 | 1,52 5 | - 0,1 88 | 0,8 70 | - 1,2 50 | 0,2 17 |
| Gen el skor | 185,13 ±24,89 | 190,40 ±22,65 | - 3,1 91 | 0,0 01 | 1,06 1 | 197,20 ±15,42 | 206,00 ±15,51 | - 3,4 16 | 0,0 01 | 2,63 3 | - 1,5 97 | 0,1 16 | - 2,2 20 | 0,0 26 |

$p<0,05$

4.4. DÜZ ve YUMUŞAK ZEMİNDE GÖZLER AÇIK VE KAPALI DURUŞ SÜRELERİ

Uygulamaya dahil edilen tüm çocukların %93,3'ü gözler açık ve kapalı düz zeminde durabildikleri için istatistiksel analiz yapılmamıştır. Yumuşak zeminde gözler açık ayakta duruş süresinde her iki grupta da tedavi sonrası anlamlı bir gelişme bulunmamıştır ($p>0,05$). Gruplar karşılaştırıldığında da

tedavi öncesi ve sonrası oluşan sonuçlar benzer bulunmuştur ($p>0,05$) (Tablo 4.5).

Yumuşak zeminde gözler kapalı ayakta duruş süresinde ise her iki grupta da tedavi sonrasında istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme bulunmuştur ($p<0,05$). Gruplar karşılaştırıldığında ise tedavi öncesinde fark yokken ($p>0,05$), uygulama sonrasında istatistiksel açıdan fark oluşmuştur ($p<0,05$). Bu fark *Wii* uygulaması ile ortaya çıkmıştır (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Yumuşak Zeminde Gözler Açık ve Kapalı Grup İçi ve Gruplar Arası Değerlendirme Sonuçları

| | Kontrol Grubu n=15 | | | | | Tedavi Grubu n=15 | | | | | Gruplar arası | | | |
|--------------|-----------------------|-------------------|----------------|-------------------------|--------------|----------------------|-------------------|----------------|-------------------------|--------------|----------------|-----------|----------------|-------------------------|
| | TÖ X ±SD | TS X ±SD | z | p | Cohen's d | TÖ X ±SD | TS X ±SD | z | P | Cohen's d | TÖ z | TS p | TÖ z | TS p |
| Y.Z. G.A. | 281,29± 135,19 | 283,51± 131,38 | - 1,8 26 | 0,0 68 | 0,43 3 | 277,99± 141,48 | 292,99± 116,26 | - 1,8 26 | 0,0 68 | 0,52 4 | - 0,1 60 | 0,9 02 | - 0,2 66 | 0,8 38 |
| Y.Z. G.K. | 90,39±1 16,55 | 105,12± 114,58 | - 3,0 59 | 0,0 02 | 0,63 2 | 151,99± 155,75 | 186,09± 131,64 | - 2,5 99 | 0,0 09 | 0,79 4 | - 0,6 05 | 0,5 67 | - 2,2 38 | 0,0 26 |

$p<0,05$

Y.Z.G.A: Yumuşak Zemin Gözler Açık

Y.Z.G.K: Yumuşak Zemin Gözler Kapalı

4.5. TEK AYAK ÜZERİNDE VE TANDEM DURUŞ SÜRELERİ

Etkilenmiş taraf tek ayak üzerinde duruş süreleri tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında her iki grupta da uygulama sonrası oluşan farklar anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında ise tedavi öncesi görülen benzerlikler tedavi sonrası da devam etmiştir ($p>0,05$) (Tablo 4.6).

Etkilenmemiş taraf tek ayak üzerinde duruş sürelerine bakıldığında her iki grupta da tedavi sonrası oluşan farklılıklar anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Gruplar karşılaştırıldığında tedavi öncesi benzer olan farklılıklar ($p>0,05$) tedavi sonrası da benzerliğini korumuştur ($p>0,05$) (Tablo 4.6).

Tandem duruş süreleri incelendiğinde tedavi sonrası görülen farklılıklar her iki grupta da anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). İki grup karşılaştırıldığında ise tedavi sonrası farklılık bulunamamıştır ($p > 0,05$) (Tablo 4.6).

Tablo 4.6. Tek Ayak Üzerinde Duruş ve Tandem Duruş Sürelerinin Değerlendirilmesi

| | Kontrol Grubu n=15 | | | | | Tedavi Grubu n=15 | | | | | Gruplar arası | | | |
|----------------------------|-----------------------|--------------|--------|--------------|--------------|----------------------|---------------|--------|--------------|--------------|---------------|---------|---------|---------|
| | TÖ X ±SD | TS X ±SD | z | p | Cohen's d | TÖ X ±SD | TS X ±SD | z | p | Cohen's d | TÖ z | TS p | TÖ z | TS p |
| Etkilenmiş | 5,54±8,94 | 9,85±14,91 | -2,726 | 0,006 | 0,490 | 8,67±9,61 | 14,26±18,80 | -2,726 | 0,006 | 0,463 | -1,970 | 0,050 | -1,887 | 0,061 |
| Etkilenmemiş | 77,50±117,74 | 84,00±118,14 | -1,992 | 0,046 | 0,404 | 116,84±129,84 | 137,91±123,34 | -2,589 | 0,010 | 0,788 | -1,434 | 0,161 | -1,873 | 0,061 |
| Tandem etkilenmiş | 61,20±91,08 | 76,55±94,12 | -3,296 | 0,001 | 0,619 | 73,47±120,39 | 100,47±114,92 | -3,180 | 0,001 | 1,081 | -0,519 | 0,624 | -0,645 | 0,539 |
| Tandem etkilenmemiş | 41,57±42,65 | 48,28±46,24 | -2,480 | 0,013 | 0,514 | 98,77±137,99 | 126,73±130,08 | -3,059 | 0,002 | 0,657 | -0,436 | 0,683 | -1,972 | 0,050 |

$p < 0,05$

4.6. BAĞIMSIZ SIÇRAMA SAYILARI

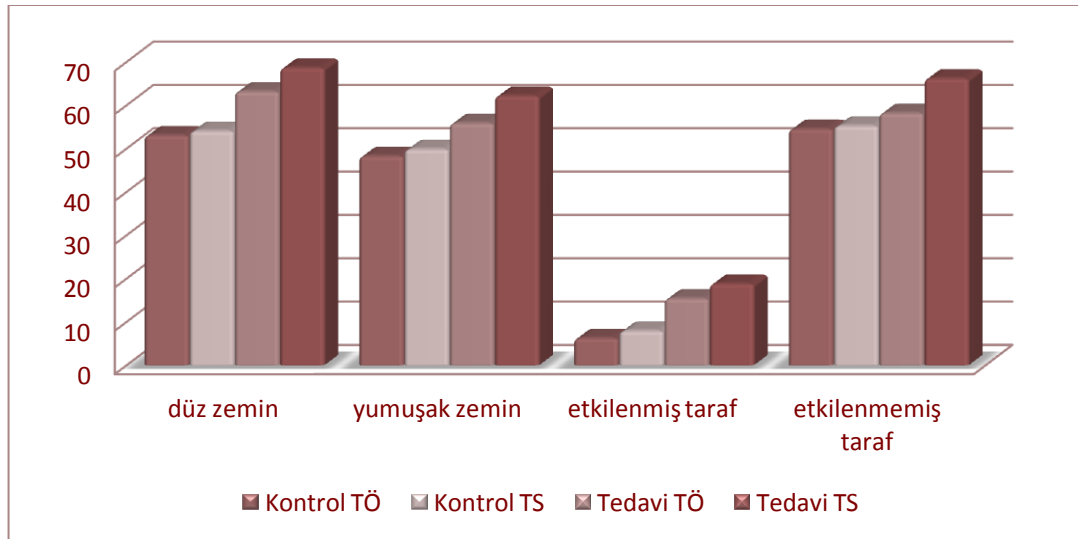
Düz zemin, yumuşak zemin, etkilenmiş ve etkilenmemiş taraf tek ayak üzerinde bağımsız sıçrama sayıları değerlendirildiğinde kontrol grubunda tedavi sonrası istatistiksel açıdan anlamlı farklılık bulunamamıştır ($p > 0,05$). Tedavi grubunda ise uygulama sonrası oluşan tüm farklılıklar anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). Gruplar karşılaştırıldığında; düz, yumuşak zeminde ve tek ayak üzerinde sıçrama sayılarına bakıldığında tedavi öncesi iki grup arasında fark yokken ($p > 0,05$), tedavi sonrası yumuşak zeminde ve etkilenmemiş taraf tek ayak üzerinde sıçrama sayılarında farklılık bulunmuştur ($p < 0,05$). Düz zeminde ve etkilenmiş taraf tek ayak üzerinde sıçrama sayılarındaki tedavi öncesi oluşan benzerlikler tedavi sonrası da devam etmiştir ($p > 0,05$). Oluşan farklılıklarda *wii* uygulamasının etkisi olduğu görülmektedir (Tablo 4.7).

Düz ve yumuşak zemin, etkilenmiş ve etkilenmemiş taraf tek ayak üzerinde bağımsız sıçrama sayılarının tedavi öncesi ve sonrası gruplara göre dağılımını gösteren grafik şekil 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.7. Sıçrama Sayılarının Değerlendirilmesi

| | Kontrol Grubu n=15 | | | | | Tedavi Grubu n=15 | | | | | Gruplar arası | | | |
|---------------------------|-----------------------|-----------------|----------------|-----------|--------------|----------------------|-----------------|----------------|-------------------------|--------------|----------------|-----------|----------------|-------------------------|
| | TÖ X ±SD | TS X ±SD | z | p | Cohen's d | TÖ X ±SD | TS X ±SD | z | p | Cohen's d | TÖ z | TS p | TÖ z | TS p |
| Düz zemin | 53,07± 21,95 | 54,07± 21,29 | - 1,6 33 | 0,1 03 | 0,38 5 | 63,20± 5,07 | 68,67± 8,11 | - 2,0 44 | 0,0 41 | 0,57 2 | - 0,7 49 | 0,4 61 | - 1,9 74 | 0,0 50 |
| Yumuşak zemin | 48,27± 16,48 | 49,87± 15,68 | - 1,6 48 | 0,0 99 | 0,27 0 | 55,87± 8,29 | 62,20± 6,36 | - 2,8 36 | 0,0 05 | 0,92 9 | - 0,9 55 | 0,3 45 | - 2,4 93 | 0,0 11 |
| Etkilenmiş taraf | 6,26±1 4,38 | 7,93±1 7,14 | - 1,6 04 | 0,1 09 | 0,29 4 | 15,4±2 6,90 | 18,80± 31,76 | - 2,2 01 | 0,0 28 | 0,63 3 | - 1,1 51 | 0,3 67 | - 1,1 51 | 0,3 67 |
| Etkilenmemiş taraf | 54,53± 17,19 | 55,26± 17,67 | - 1,1 14 | 0,2 65 | 0,35 7 | 58,20± 20,84 | 66,20± 23,60 | - 3,3 03 | 0,0 01 | 1,19 2 | - 0,8 93 | 0,3 72 | - 2,2 42 | 0,0 25 |

p<0,05



Şekil 4.1. Düz ve Yumuşak Zemin, Etkilenmiş ve Etkilenmemiş Taraf Tek Ayak Üzerinde Bağımsız Sıçrama Sayılarının Tedavi Öncesi ve Sonrası Gruplara Göre Dağılımı

4.7. KALK ve YÜRÜ TESTİ PUANLAMASI

Kalk ve yürü testi ortalama süresinde kontrol grubunda uygulama sonrasında istatistiksel açıdan anlamlı farklılıklar bulunmazken ($p>0,05$), tedavi grubundaki farklılık anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Gruplar kendi aralarında karşılaştırıldığında ise sonuçlar benzer bulunmuştur ($p>0,05$) (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Kalk ve Yürü Testinin Değerlendirilmesi

| | Kontrol Grubu n=15 | | | | | Tedavi Grubu n=15 | | | | | Gruplar arası | | | |
|---------|-----------------------|---------------|----------------|-----------|--------------|----------------------|---------------|----------------|-------------------------|--------------|----------------|-----------|----------------|-----------|
| | TÖ X±SD | TS X±SD | z | p | Cohen's d | TÖ X±SD | TS X±SD | Z | p | Cohen's d | TÖ z | TS p | TÖ z | TS p |
| K YT | 6,60± 0,82 | 6,55± 0,71 | - 1,3 65 | 0,1 72 | 0,32 4 | 6,48±0, 85 | 6,26± 0,67 | - 2,1 59 | 0,0 31 | 0,535 | - 0,3 32 | 0,7 44 | - 1,2 65 | 0,2 17 |

$p<0,05$

4.8. PEDIATRİK DENGE ÖLÇÜTÜ

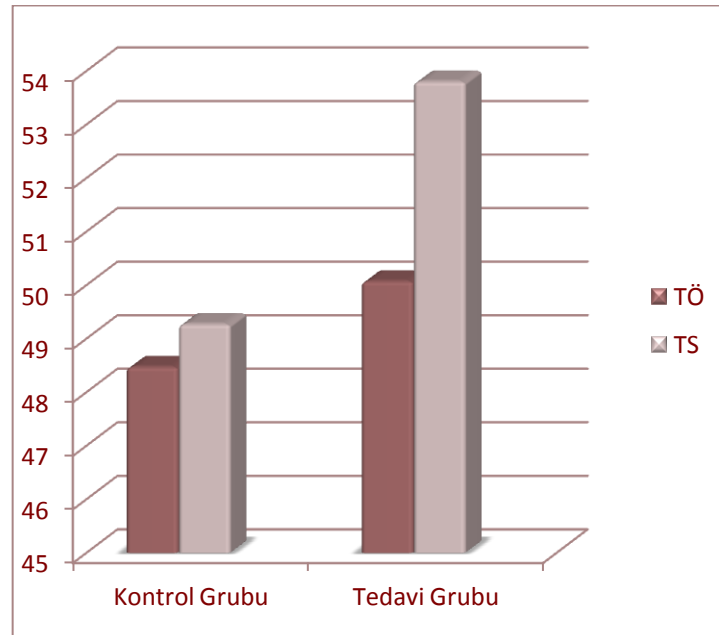
İki grubunda uygulama sonrası değerlerinde gelişme olduğu gözlenmiş ve bu artışlar anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$) (Tablo 4.9). Tedavi ve kontrol grubu karşılaştırıldığında ise tedavi öncesi de sonrası da iki grup arasındaki fark anlamlı bulunmuştur ($p<0,05$). Bu nedenle grupların tedavi sonraları etki büyüklüklerine bakılmıştır. Tedavi grubunda uygulama sonrası oluşan etki büyükken kontrol grubunda orta derecede etki gözlenmiştir. Buradan da *Wii* uygulamasının etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. (Tablo 4.9).

Pediyatrik denge ölçütünün tedavi öncesi ve sonrası gruplara göre dağılımını gösteren grafik şekil 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.9. Pediatrik Denge Ölçütünün Grup İçi ve Gruplar Arası Değerlendirme Sonuçları

| | Kontrol Grubu n=15 | | | | | Tedavi Grubu n=15 | | | | | Gruplar arası | | | |
|------------------------|-----------------------|----------------|----------------|-------------------------|--------------|----------------------|----------------|----------------|-------------------------|--------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------------|
| | TÖ X ±SD | TS X ±SD | z | p | Cohen's d | TÖ X ±SD | TS X ±SD | z | p | Cohen's d | TÖ z | TS p | TÖ z | TS p |
| Pediatrik Denge Ölçütü | 48,47± 3,50 | 49,27± 3,12 | - 2,4 01 | 0,0 16 | 0,78 8 | 50,07± 2,86 | 53,80± 1,61 | - 3,4 40 | 0,0 01 | 1,61 6 | - 2,2 73 | 0,0 23 | - 3,5 45 | 0,0 01 |

p<0,05



Şekil 4.2. Pediatrik Denge Ölçütünün Tedavi Öncesi ve Sonrası Gruplara Göre Dağılımı

4.9. FONKSİYONEL DEĞERLENDİRME

Wee FIM ve PEDİ skorlarına bakıldığında tedavi öncesi ve sonrası iki grup birbirine benzer bulundu ($p>0,05$) (Tablo 4.10).

Tablo 4.10. Gruplara Göre Fonksiyonel Değerlendirme Sonuçları

| | Kontrol Grubu n=15 | Tedavi Grubu n=15 | Gruplar arası | | | |
|----------------|-----------------------|----------------------|---------------|-------|--------|-------|
| | | | TÖ | | TS | |
| | | | z | p | z | p |
| Wee FIM | 115,53±4,80 | 113,33±10,96 | 0,000 | 1,00 | 0,000 | 1,00 |
| PEDİ | 181,73±8,18 | 180,07±12,36 | -0,457 | 0,653 | -0,457 | 0,653 |

5. TARTIŞMA

Bu çalışmayı planlamamızdaki amaç gelişen teknolojiyle ulaşılabilirliği kolay, laboratuvar şartları gerektirmeyen sanal gerçeklik yöntemlerinden *Wii Fit* oyun konsolunun SP'li çocuklarda denge ve ileri düzey motor becerilerin gelişimine yönelik etkisinin olup olmayacağını araştırmaktır.

SP immatür beyin motor merkezlerinde meydana gelen lezyon sonucu oluşan hareket ve postür bozuklukları ile karakterize ilerleyici olmayan gelişimsel bir bozukluktur. Oluşan motor bozukluklar, kas kuvvet dengesizlikleri, kas-iskelet sistemi problemleri, kontraktürler, eklem çevresindeki sertliklerin artması ve hareket açıklıklarının azalması, spastisite, duyu-algı-motor bütünleme sorunları gibi durumlar postüral kontrol ve denge bozukluklarına neden olmaktadır (148,149,150). Günlük yaşam içinde vücut hareketlerinin bütün olarak, bozulmadan, uyum içinde devam edebilmesi için postüral kontrol ve dengenin sağlanması oldukça önemlidir.

Denge problemleri, farklı yaş gruplarında, farklı tipte tutulumu olan tüm çocuklarda bağımsızlığı ve fonksiyonel kapasiteyi etkilediği için, çocuğu hem fiziksel hem de psikolojik açıdan olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle literatürde birçok çalışma motor beceriyi geliştirmek için denge eğitime yönelmiştir (151).

SP'li çocuklara uygulanan tedavi yöntemlerinin temel amacı, ulaşabilecek en üst düzeyde fonksiyonel bağımsızlıklarını kazandırmak ve yaşam kalitelerini arttırmaktır. Bu amaca yönelik olarak birçok tedavi yaklaşımından yararlanılmaktadır. Denge ve yürüme sorunlarının tedavisine yönelik olarak kullanılan rehabilitasyon yöntemlerinden biri nörofizyolojik yaklaşımlardır (152). Nörofizyolojik yaklaşımlar içerisinde Bobath (NGT) en sık kullanılan yöntemdir (107-112).

Çocuğun klinik durumuna ve potansiyeline göre onu maksimum bağımsızlığa ulaştırmak için oldukça uzun bir zaman dilimine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu süre içerisinde mental durumu iyi olan çocuklarda zaman zaman tedaviye katılmama, verilen komutları uygulamama gibi durumlarla karşılaşmaktadır. Bu sebeplerden dolayı fizyoterapistin hedeflediği motor seviyeye ulaşmak daha uzun süre almaktadır. *Wii Fit* uygulamasını planlarken hedefimiz çocuğun motivasyonunu arttırarak hedeflerimize daha kısa sürede ulaşmak ve onun oyun olarak algıladığı düzeneği kullanarak kendi hedeflerimizi gerçekleştirmek için etkili bir tedavi aracı bulmaktır. Uygulamalar sonrasında da *Wii Fit* uygulamasının denge ve ileri düzey motor becerilerin gelişiminde etkili olduğunu ve uygulamaya alınan çocukların tedaviye aktif katılımlarının daha yüksek olduğu sonucuna ulaştık.

Bununla beraber *Wii* oyunlarının hareket kalitesini nasıl etkilediği ve postüral kontrol stratejileri üzerine etkinliğini araştıran çalışmalar bulunmaktadır. Hareket kalitesini ve yer çekim merkezi değişikliğini araştıran çalışmada, uygulama yapılan bazı oyunlarda (*boks, heading, soccer*) oyun sırasında yer çekim merkezinin daha fazla yer değiştirdiği bulunmuştur. Ayrıca çıkan sonuçlara göre deneyimli kişiler kazanmak için oyunları nasıl oynayacaklarını bildiklerinden dolayı yer çekim merkezindeki değişimin daha fazla olduğu bulunmuştur (153). Sağlıklı kişilerde postüral kontrol stratejileri incelenmiş, *soccer heading ve ski slalom* oyunları oynatılmıştır. Kinetik ve kinematik analizler yapılmış sonuç olarak deneme sayısı artıp tecrübe kazanmaya başladıkça omzun pelvis üzerindeki yer değiştirmesi, omuz rotasyonu, omuz tilti, pelvik rotasyon ve pelvik tilt derecelerinde azalma bulunmuş, yer çekim merkezindeki değişikliğin ise arttığı ifade edilmiştir. Çocuklar kendi sanal profillerini ekrandan görerek ona göre hareket ettikleri için bu değişim meydana gelmiştir denilmektedir (140).

Denge ve motor gelişimine yönelik yapılan çalışmalarda ise *Wii Sport* ve *Wii Fit* oyunlarının gelişimi etkilediğini görmekteyiz (138-140,142,143,145, 153-156). Buna rağmen halen interaktif video oyunları fizyoterapi tedavi

programı olarak uygulanabilir denilememiştir. Bunun için başka çalışmaların yapılması gerektiği belirtilmiştir (145).

Denge yeteneği 12 yaşına gelindiğinde hemen hemen en gelişmiş durumuna erişir ve cinsiyete özgü farklılıklar taşımaz (59). Gelişim bozukluğu olan çocuklarda sanal gerçeklik uygulamalarına bakıldığında çalışmalar genelde adölesanlar üzerine yapılmıştır (135,136,143,145,155,157). Bu yaş aralığında olmasının nedeni ise denge ve motor gelişim ile ilgilidir. Bunun için çalışmamıza denge gelişimini hemen hemen tamamlamış olan çocukları dahil ettik. Kontrol grubunun yaş ortalamasının $11,33 \pm 2,19$ yıl iken tedavi grubunun yaş ortalaması $11,07 \pm 2,37$ yıl idi.

Hemiparatik SP'li çocuklarda denge ve düzeltme reaksiyonlarının yetersizliğine bağlı olarak etkilenen tarafa düşme eğilimi sık karşılaşılan bir problemdir. Buna karşılık sağlam taraftaki denge ve düzeltme reaksiyonları hiperaktif ve etkilenen tarafı kompanse etmeye çalışır (29,30). Çalışmaya alınan çocukların düşme hikayeleri de araştırılmış ve sonuç olarak büyük bir çoğunluğunun haftada yaklaşık 1-3 kez, daha çok ev dışında ve düzgün olmayan yerlerde, dikkat eksikliğinden ve denge kayıplarından dolayı düştükleri sonucu ortaya çıkmıştır. Daha çok öne, etkilenmiş tarafa ve dizlerinin üzerine düştükleri ve daha çok ellerinin, dizlerinin ve dirseklerinin yaralandıklarını söylemişlerdir. Yapılan uygulamalar sonrası düşme hikayeleri değerlendirilmediği için tedavi sonrası oluşan farklar bulunamamıştır. Ancak düşme hikayelerinin sorgulanması tedavi programlarının çizilmesi, *Wii* oyunlarının seçimi ve uygulanması açısından önem taşımaktaydı. *Wii* sanal gerçeklik oyunlarının kullanıldığı, düşme hikayelerinin değerlendirildiği, çocukların dahil edildiği herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Literatür araştırıldığında, *Wii* uygulamasının yapıp düşme hikayesinin sorgulandığı bir çalışmaya rastlanmıştır. Singh ve arkadaşları *Wii Fit* Oyunları'nın düşme korkusunu ve riskini azaltmaya yardımcı olup olmadığını araştırmak için postmenepozal 36 kişiyi uygulamaya almış, sonuç olarak uygulamanın kadınlarda denge güvenliğini arttırdığını, düşme riski skorunda alınan sonuçların azaldığını ifade etmiştir (140).

Denge ve ileri düzey motor becerileri başarabilmek için bağımsız bir şekilde ayakta durabilme ve fonksiyonel mobilite olmak gerekir. GMFCS'ye göre bağımsız mobilite, seviye 1 ve 2'yi tanımlamaktadır. Literatüre bakıldığında denge ve benzeri alt ekstremite fonksiyonlarındaki gelişmeyi amaçlayan çalışmalarda GMFCS seviye 1 ve 2 kullanılmıştır (135,136,143, 145,154,157). Bu nedenle çalışmamızda GMFCS seviyesi 1 ve 2 olan çocukları almayı planladık ve geneli seviye 1 olduğu için tüm çocukları seviye 1 olacak şekilde seçtik. Ayrıca seçilen bu çocuklar Fonksiyonel Mobilite Seviyesine (FMS) göre de seviye 6 idi.

Hemiparatik SP'li çocuklar sırtüstünden oturmaya gelmeyi kolay öğrenirlerken, ayakta durma ve yürümede değişik düzeylerde gecikmeler yaşarlar (24,25). Fakat hemen hemen tüm hemiparatik çocuklar 3 yaşından itibaren yürümeyi öğrenirler ve günlük yaşam aktivitelerinde bağımsız hale gelebilirler (26,28). Bu yüzden çalışmamızda GMFM'nin ayakta durma ve yürüme-koşma-zıplama (D ve E bölümü) bölümlerini kullandık. *Wii* uygulaması yapılan, değerlendirme yöntemi olarak GMFM'nin kullanıldığı çalışmalarda bizi desteklemektedir (143,144,155,157).

GMFM bölümlerine bakıldığında iki grubunda uygulama sonrası ayakta durma, yürüme ve genel puanlarında artı oluşu gözlenmektedir. Fakat *Wii* uygulaması alan grupta etki büyüklüğünün daha fazla olduğu gözlenmiştir. Bunun nedeni de seçilen oyunların sıçrama, denge ve ileri düzey motor becerileri arttırmaya yönelik oyunlar olmasıydı. İki grup karşılaştırıldığında ayakta durma bölümü uygulama öncesinde de sonrasında da farklılıklar göstermiştir fakat etki büyüklüklerine bakıldığında tedavi grubundaki etki daha büyüktür. Sonuç olarak ayakta durma bölümünde *Wii Fit* uygulaması etkili olmuştur. Aynı şekilde GMFM genel puanlarına bakıldığında da *Wii'nin* etkili olduğu görülmektedir.

Salem Y ve arkadaşları 20 kontrol 20 tedavi olmak üzere 40 gelişim bozukluğu olan çocuğu çalışmaya dahil etmiş, kontrol grubuna geleneksel tedavi uygulamaları ile ince ve kaba motor çalışmaları yapmış, yürüme ve

denge eğitimi vermiştir. Tedavi grubuna ise *Wii Sports* ve *Wii Fit* oyunları oynatmıştır. Bu oyunlar denge, yürüme, kuvvetlendirme, ağırlık aktarma ve aerobik eğitimi içermektedir. Çalışma sonrası tek bacak üzerinde duruş ve kavrama kuvvetinde anlamlı farklılıklar bulunurken, GMFM skorlarındaki farklılık anlamlı bulunmamıştır. *Wii* oyunlarının gelişim bozukluğu olan çocuklarda uygun, güvenli ve yararlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır (155).

Benzer şekilde Marie Brien ve arkadaşları tarafından GMFCS seviye 1 olan 4 adölesan serebral palsili çocukta yoğun içerikli sanal gerçeklik programının denge ve fonksiyonel mobilitayı geliştirip geliştirmediği incelenmiştir. Sanal gerçeklik yöntemi olarak IREX, version 1.4 (GestureTek's Interactive Rehabilitation and Exercise System software) programı kullanılmıştır. Değerlendirme yöntemleri olarak 6 dakika yürüme testi, GMFM bölüm E, süreli merdiven inip çıkma (TUDS) ve *Community Balance and Mobility Scale* (CB&M) kullanılmıştır. Dört çocukta sadece birinin GMFM E bölümünde değişiklik gösterdiğini ifade etmiş, sonuç olarak kısa durasyonlu yoğun sanal gerçeklik uygulamasının fonksiyonel mobilitayı ve dengeyi geliştirdiğini, etkilerinin de 1 ay sürdüğünü belirtmiştir (157).

Gordon ve arkadaşları gelişmekte olan ülkelerde *Nintendo Wii* uygulamalarının SP'li çocuklarda rehabilitasyon amaçlı kullanılabilirliğini araştıran pilot çalışma yapmış ve uygulama sonrası GMFM puanlarındaki fark anlamlı bulunmuş, sonuç olarak *Wii* oyunlarının SP'li çocukların rehabilitasyon sürecinde kullanılabilir olduğunu belirtmiştir (144).

Deutsch JE ve arkadaşları 2008 yılında SP'li bir çocukta düşük maliyetli ve ticari olarak ulaşılması kolay oyun konsolunu (*Wii*) kullanarak, *Wii* uygulamasının SP'li çocuklarda kullanılmasını araştıran bilinen ilk çalışmayı yapmışlardır. 13 yaşında diparatik SP tanısı konmuş vaka üzerinde çalışarak, *Wii Sports* oyunlarından boks, tenis, bowling ve golf oyunlarını oynatmış, değerlendirme yöntemlerinden biri olarak GMFM'yi kullanmış ve uygulama sonrası görsel algı, fonksiyonel mobilite ve postural kontrolün gelişmesinde faydalı olduğu sonucuna varmıştır (143).

Kaba Motor Performans Ölçümü (GMPM) ise, GMFM'den farklı olarak çocuğun aynı hareketi ne kadarını başarabildiğinden ziyade, "ne kadar iyi" yaptığını belirler (146). Oturma ve emekleme, ayakta durma ve yürüme bölümleri ile genel puanlarında *Wii* uygulanan grupta tedavi sonrası oluşan gelişmeler anlamlı bulundu. Kontrol grubunda da yürüme bölümü haricindeki gelişmeler anlamlı bulundu. Gruplar karşılaştırıldığında ise ayakta durma bölümünde tedavi öncesi benzer bulunan sonuçlar tedavi sonrası farklılıklar içermekteydi. Diğer bölümlerde ise benzerlikler devam etti fakat etki büyüklükleri karşılaştırıldığında tüm bölümlerde tedavi grubunda daha büyük etki olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar çerçevesinde *Wii* uygulamasının hareketin kalitesini arttırdığı düşünülmüştür. Ayrıca sanal gerçeklik uygulamalarında GMPM'nin kullanıldığı bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

GMFM ve GMPM'nin parametrelerinden biri olan sağ ve sol ayak üzerinde sıçrama ileri düzey motor beceriyi değerlendirmek için ayrıca kullanıldı. Sıçrama aktivitesini yapabilmek için motor seviyenin ve dengenin iyi olması gerekmektedir. Sanal gerçeklik ile ilgili literatür araştırıldığında sıçrama becerisi, kalitesi ya da sayısı açısından herhangi bir veriye ulaşılamamıştır. Düz ve yumuşak zeminde, etkilenmiş ve etkilenmemiş taraf tek ayak üzerinde sıçrama sayılarına bakıldığında kontrol grubunda uygulama sonrası oluşan farklılıklar benzer bulunurken, *Wii* uygulaması alan tedavi grubunda oluşan farklar anlamlı bulunmuştur. İki grup karşılaştırıldığında ise yapılan ilk değerlendirmede yumuşak zeminde ve etkilenmemiş taraf tek ayak üzerinde benzerlik gösteren sıçrama sayıları tedavi sonrası *Wii* yönünde farklı bulunmuştur. Düz zemin ve etkilenmiş taraf sıçrama sayıları ise tedavi sonrası da benzerliğini korumaya devam etmiştir ancak iki grubun etki büyüklükleri karşılaştırıldığında tedavi grubunda daha fazla etkinin açığa çıktığı görülmektedir. Bu gelişmelerin oynadığımız oyunlardan kaynaklandığını düşünmekteyiz. Çünkü seçmiş olduğumuz özellikle iki oyun (*ski jump* ve *segway circuit*) vücut ağırlığının parmak uçlarına verildiği gastro-soleus kaslarının aktivitesinin arttığı oyunlardır. Ayrıca bu oyunları oynarken ağırlığın her iki ekstremiteye eşit verilmesi gerekmektedir aksi takdirde yüksek skor elde edilemez. Çocuklar arasındaki

rekabet duygusu onları hep daha iyiye ve daha zora teşvik etmiştir. Bulunan bu sonuçlar oldukça önem taşımaktadır.

Hemiparatik SP'li çocuklarda görülen tonus bozuklukları, motor kontrol yetersizlikleri, oluşan kas iskelet problemleri denge ve düzeltme reaksiyonlarının açığa çıkmasını etkiler. Bu nedenle iyi bir denge değerlendirmesi ve tedavisi yapılmalıdır. Bu amaçla klinikte farklı zeminlerde ve farklı pozisyonlarda (gözler açık kapalı, ayaklar bitişik, tek ayak, topuk parmak duruşu gibi) denge değerlendirmesi ve eğitimi yapılmaktadır. Ayakta duruş süresi dakika ya da saniye cinsinden kaydedildiği için gelişimi görmek daha basittir.

Clark RA. ve arkadaşları *Wii Fit* denge tahtasının geçerlilik ve güvenilirliğini tek ayak gözler açık ve kapalı, çift ayak gözler kapalı ve ayaklar bitişik gözler açık olmak üzere 4 denge testi kullanarak araştırmalarını yapmışlar, sonuç olarak *Wii Fit* denge tahtasının klinik olarak kullanılabilir olduğunu ifade etmişlerdir (142).

Yumuşak zemin gözler açık ayakta durmada, tedavi sonrası iki grupta da benzer farklar bulunurken, yumuşak zemin gözler kapalı ayakta durma sürelerinde tedavi sonrası iki grupta da anlamlı farklılıklar bulunmuştur. İki grup karşılaştırıldığında yumuşak zemin gözler açık ayakta duruş süreleri uygulama öncesi benzerken uygulama sonrası da benzerliğini devam ettirdiği görülmüştür. Yumuşak zemin gözler kapalı ayakta durma sürelerinde ise uygulama sonrası *Wii*'nin etkisi gözlenmiş ve oluşan farklılık anlamlı bulunmuştur. Oynanan oyunlarda başarı sağlanabilmesi için reaksiyon zamanının ve koordinasyonun iyi olması gerekmektedir. Bunun içinde iyi bir duyu algı motor bütünlemesine ihtiyaç vardır. Çalışmaya başlarken verilen komutları iyi anlaması için algı seviyesi normale yakın çocuklar seçildi. Çocuklar oyunlarda kendilerini ve arkadaşlarını geçip birinci olmak için oyunları daha dikkatli oynadılar. Sonuç olarak da duyu ve motor alanda gelişme oldu. Gözler kapalı ayakta duruş sırasında görme fonksiyonu ekarte edildiği için duyu sistemine binen yük artmaktadır. *Wii* uygulaması ile duyu

motor gelişimi desteklediğimiz için gözler kapalı ayakta duruş süresinde *Wii*'nin etkisi olduğunu düşünmekteyiz.

Etkilenmiş ve etkilenmemiş taraf tek ayak üzerinde duruş sürelerinde tedavi sonrası her iki grupta da anlamlı farklılıklar bulunurken, iki grup karşılaştırıldığında ise tedavi öncesi ve sonrası sonuçların benzerlik gösterdiği görülmüştür. Etkilenmiş taraf tek ayak üzerinde duruş süreleri etki büyüklükleri açısından incelendiğinde birbirine yakın bulunmuştur. Etkilenmiş taraftaki duyu-motor bozukluklar nedeniyle çocuklarda etkilenmiş taraflarına güven azalmakta ve etkilenmiş taraf tek ayak üzerinde duruş sırasında düşme hissi yaşayıp koruma reaksiyonu olarak ayaklarını hemen yere koyma eğilimindedirler. Etkilenmemiş taraf tek ayak üzerinde duruş süresi etki büyüklüğü açısından değerlendirildiğinde tedavi grubunda oluşan etkinin daha büyük olduğu görülmektedir. Çocukların motor becerilerinin geliştirilmesinin yanı sıra tek ayak üzerinde durabilmeleri için cesaretlerinin de artırılması gerekmektedir.

Tandem duruş sürelerinde iki grupta da tedavi sonrası oluşan farklar anlamlı bulunurken, gruplar karşılaştırıldığında uygulama sonrası farklılık bulunmamış, *Wii*'nin etkisi gözlenmemiştir.

Kalk ve Yürü testi (TUG), süreli merdiven inip çıkma testi (TUDS) dinamik dengeyi değerlendiren yöntemlerden bazılarıdır. Çocuklarda *Wii* uygulamasının yapıldığı araştırmalara bakıldığında dinamik dengeyi değerlendirmek için daha çok süreli merdiven inip çıkma testinin kullanıldığını görüyoruz (145). Bu testte belirlenen yükseklikten çocuk başlama komutuyla aşağı inmeye başlar zemine gelince geri döner ve merdivenleri çıkar iki ayağı son basamağa bastığı an test sonlandırılır, süre kaydedilir. Marie Brien ve arkadaşları ile Salem Y ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmalarda uygulama sonrası süreli merdiven inip çıkma testlerinde anlamlı farklılıklar bulunmazken (155,157), Jelsma J. ve arkadaşları tarafından yapılan araştırmada *Wii Fit* uygulama sonrası süreli merdiven inip çıkma sürelerinde ciddi artış görülmüştür. Araştırmacılar bunu kas kuvvet yetersizliğine ve

aerobik kapasiteye bağlamış, çocukların yorulduklarını ifade etmişlerdir (145).

Literatür incelendiğinde kalk ve yürü testi yapılan bir çalışmaya rastlanmıştır. Salem Y ve arkadaşları tarafından yapılan çalışmada gelişim bozukluğu olan çocuklarda *Wii* uygulamasından önce ve sonra değerlendirme yapılmış fakat anlamlı bir gelişme bulunamamıştır (155).

Çalışmamızda ise kontrol grubundaki gelişme tedavi öncesindeki sonuçlara benzer bulunurken tedavi grubundaki gelişme anlamlı bulunmuştur. Bu farkın ortaya çıkmasını sağlayan faktörün motivasyon olduğunu düşünmekteyiz. Çünkü *Wii* uygulaması alan çocuklar oyunlarda birinci olabilmek için sürekli rekabet halindedirler ve bu heyecanları değerlendirmelere de yansımıştır. Çocuklar rekabet ortamında yapabildiklerinin en iyisini yapmaya çalışmışlar, performanslarını en üst düzeyde kullanmaya gayret etmişlerdir çünkü kendilerini diğer çocuklarla kıyaslayarak onları geçmeyi hedeflemişlerdir.

Dengeyi değerlendiren diğer bir klinik yöntemde pediatrik denge ölçeğidir. SP'li çocukları ilgilendiren denge ile ilgili yapılan çalışmalarda fonksiyonel dengeyi değerlendirmek için sıkça kullanılan bir skaladır. Fakat *Wii* uygulaması ile ilgili yapılan çalışmaların hiç birinde pediatrik denge ölçeğine rastlanılmamıştır. Çalışmamızda tedavi öncesi ve sonrası pediatrik denge ölçekleri puanlanıp kaydedilmiştir. Sonuçlara göre uygulama sonrası her iki grupta da anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Gruplar karşılaştırıldığında tedavi öncesi de sonrası da oluşan farklar anlamlı bulunmuştur. Ancak etki büyüklüklerine bakıldığında tedavi grubunda büyük derecede etki gözlenirken, kontrol grubundaki etki orta derecede olmuştur. Tedavi grubundaki değişikliği oynanan oyunların her yöne ağırlık aktarmayı gerektiren, çeviklik, reaksiyon ve koordinasyon içeren oyunlar olarak seçilmesine bağlıyoruz. Hızlı ve seri bir şekilde her yöne ağırlık aktarmayı hedefleyen oyunlarda (*perfect 10 gibi*) birinci olma isteği başarıyı arttırmıştır.

SP'li çocuklara uygulanan tedavilerin hedefi fonksiyonelliği arttırmaktır. Fonksiyon, çocuğun günlük aktivitelerini bağımsız ve güvenli olarak yapabilme yeteneğidir. Fonksiyonel değerlendirme için en çok kullanılan testlere; Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçümü-*Functional Independence Measure for Children (WeeFIM)* (53), Pediatrik Özürlülük Değerlendirmesi-*Pediatric Evaluation of Disability Inventory (PEDI)* (54) örnek verilebilir. Çalışmamızda hem WeeFIM hem de PEDI'yi kullandık. Çocuklar GMFCS seviye 1 olduklarından dolayı mobilite açısından oldukça iyi puanlara sahiptiler. Zorlandıkları ya da başaramadıkları aktiviteler, banyo yapmak, ayakkabı bağlamak, fermuar çekmek, bıçak kullanmak gibi, üst ekstremitayı ilgilendiren aktivitelerdi. Hem tedavi hem de kontrol gruplarında daha çok denge ve ileri düzey kaba motor gelişimine ağırlık verdiğimiz için WeeFIM ve PEDI puanlarında bir değişiklik gözlenmedi. Ayrıca tedavi öncesi değerlendirmede grupların fonksiyonel bağımsızlık durumlarının birbirine benzer olduğu görüldü.

Ayrıca dikkat dağınıklığı olan çocukların oyun oynarken yoğunlaştıklarını ve dikkatlerini daha iyi topladıkları gözlenmiştir. Dikkat dağınıklığı olan ve bir aktiviteyi uzun süre sürdüremeyen (masa başında ödevi bitene kadar oturamayan çocuklar gibi) çocuklarda da etkili olacağı düşünülmektedir.

Wii Fit sanal gerçeklik uygulamalarının yapıldığı çalışmalar incelendiğinde bizim de tercih ettiğimiz *soccer heading*, *tilt city*, *penguin slide* ve *jogging plus* oyunları diğer araştırmacılar tarafından da tercih edilmiştir (138,140,145,153,155,156). Bu oyunları seçme nedenimiz algılaması ve uygulaması kolay sağa sola ağırlık aktarımını hedefleyen oyunlar olmasıdır.

Literatürde sanal gerçekliğin SP'li çocuklarda uygulanmasına ilişkin araştırmalar incelendiğinde kontrol grubunun olmayışı ve yapılan çalışmaların pilot çalışmalar ya da tek vaka üzerinden yapıyor olması dikkat çekicidir (136,143,144,145,154,157). Çalışmamızı ön plana çıkaran diğer bir faktör de toplam 15'i kontrol 15'i de tedavi olmak üzere toplam 30 çocuğun

uygulamaya alınmasıdır. Gruplar yaş, cinsiyet, etkilenen taraf, GMFCS seviyeleri, fonksiyonel seviyeleri açısından homojenlik göstermiştir. *Wii Fit* uygulamasının SP'li çocuklarda denge üzerine olan etkilerini inceleyen ve kontrol grubu ile karşılaştıran ilk çalışma olduğumuzu düşünüyoruz.

Tez önerimizi verdiğimiz tarihte literatür araştırması yapıldığında bizim çalışmamıza benzer bir çalışmayla karşılaşılmamıştı ancak Haziran 2012 de yayınlanan Jelsma J ve arkadaşları tarafından yapılan çalışma genel hatlarıyla çalışmamıza benzese de gerek yöntem gerekse değerlendirme yöntemleri açısından farklılıklar göstermektedir.

Jelsma ve arkadaşları 7-14 yaş arası 14 hemiparatik SP'li çocuğu çalışmaya dahil etmiş, uygulama öncesi ve sonrası fonksiyonel mobilitayı değerlendirmek için *Bruininks–Oserestky test of Motor Performance 2* (BOT-2) ve süreli basamak inip çıkma testlerini kullanırken, denge ve kaba motor fonksiyonu ölçümü için BOT-2'nin denge, koşma hızını ve çevikliği içeren 5. ve 6. bölümleri tercih etmişlerdir. Çocuklar üç hafta boyunca haftada beş gün *Wii Fit* sanal gerçeklik uygulamasına alınmıştır. Oyun konsolundan ön-arka ağırlık aktarımı için *snowboard*, sağ sol ağırlık aktarımı için *skiing*, *penguin slide*, *soccer heading*, çok yönlü ağırlık aktarımı için *bubble* ve *hula hoop* oyunları seçilmiştir. Çocuklara istedikleri iki ayrı bölümden birer oyun seçmeleri söylenmiş ve her oyun 10'ar dakika oynatılmıştır. Üç haftanın sonunda her oyun en az bir kez oynatılmış, üç bölümden her biri de en az altı kez işaretlenmiştir. Bu süreçte çocuklar fizyoterapi programına alınmamış sadece *Wii* uygulaması yapılmıştır. Uygulama sonrası BOT-2'nin 5. ve 6. bölümlerinde orta derecede gelişme gözlenirken süreli merdiven inip çıkmada gelişme gözlenmemiştir. Uygulamadan 2 ay sonra da etkilerin devam ettiği belirtilmiştir.

İki çalışma karşılaştırıldığında yaş grupları, seçilen çocukların GMFCS seviyeleri, seçilen oyun paketi ve bazı oyunlar açısından benzerlikler bulunurken, uygulama şekli, süresi, değerlendirme yöntemleri ve kontrol grubunun olmayışı açısından tamamen farklılık göstermektedir.

5.1. LİMİTASYONLAR

Çalışmamızın bir uzmanlık tezi olması ve yetersiz zaman dilimi içerisinde gerçekleştirilmesi nedeniyle uzun süreli izlem yapılamamıştır. *Wii Fit* uygulamasının etkinliğinin daha fazla çıkmasının nedeni NGT kullanılarak yapılan ve olumlu sonuçların bildirildiği bir çok çalışmada tedavi süresinin 0.5-1 yıl arasında olduğudur. Çalışmamızda ise bu süre 9 hafta ile sınırlı kalmıştır.

Diğer bir limitasyon ise ayakta duruş süreleri kaydedilirken düşme faktörünün baz alınması olmuştur. Çünkü çocukların denge reaksiyonları iyiydi ve düşmediler. Oysa postüral stabilite baz alınarak çalışmamızı planlasaydık farklı sonuçlar elde edebilirdik. Bunun için yapılacak bir sonraki çalışmada çocukların tek ayak üzerinde duruş sürelerini postüral stabilitelerinin bozulduğu an durdurmalarını önermekteyiz.

Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlar hipotezlerimizi destekler nitelikte olmuştur. Sanal gerçeklik yöntemlerinden *Wii Fit* uygulamasının denge ve ileri düzey motor becerilerin geliştirilmesinde etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Sonuçlar ve diğer literatür sonuçları birlikte dikkate alındığında sanal gerçeklik yöntemlerinden *Wii Fit* uygulamasının denge gelişimi üzerine olan etkinliğini araştırmak için daha sonra yapılacak olan çalışmaların geniş örneklem grubunda, laboratuvar ve klinik değerlendirme yöntemleri kullanılarak, randomize kontrollü olarak yapılması önerilir. Ayrıca farklı tip SP'li çocukların karşılaştırılması da tipler arasındaki farkların ortaya konulması için önemlidir.

6. SONUÇ

Hemiparatik SP'li çocukların sanal gerçeklik yöntemi kullanılarak denge ve ileri düzey motor becerileri etkileyip etkilemediğini incelemek için sanal gerçeklik yöntemi olarak *Wii Fit* oyun konsolu seçilmiştir. Bunun için çalışmamıza yaşları 7-14 arası değişen, yaş ortalamaları $11,33 \pm 2,19$ yıl (kontrol grubu) ve $11,07 \pm 2,37$ yıl (tedavi grubu) olan, 14'ü kız 16'sı erkek toplam 30 çocuk dahil edilmiştir. Tüm çocuklar dokuz hafta boyunca haftada iki seans NGT'ye dayalı FTR programına alınmıştır. Kontrol grubu olan 15 çocuk bu programa devam ederken, tedavi grubu olan 15 çocuk NGT programına ek olarak *Wii Fit* uygulamasına dahil edilmiştir. Elde edilen veriler uygun istatistiksel yöntemlerle analiz edilip ve aşağıdaki sonuçlar bulunmuştur.

1. Kontrol ve tedavi grubundaki çocukların GMFM skorlarına bakıldığında uygulama sonrası ayakta durma, yürüme-koşma-sıçrama fonksiyonlarında anlamlı düzelmeler elde edildi. İki grup karşılaştırıldığında ise ayakta durma bölümünde tedavi öncesi var olan farklılık tedavi sonrası da devam etti. Etki büyüklüğüne bakıldığında tedavi grubunda görülen etki kontrol grubuna göre daha büyük oldu. Yürüme-koşma-sıçrama fonksiyonlarında tedavi öncesi var olan benzerlik tedavi sonrası da devam etti. Genel GMFM puanlarına bakıldığında ise tedavi öncesi benzer olan farklar tedavi sonrası anlamlı bulundu, bu farklılık *Wii Fit* uygulaması lehine oldu.
2. GMPM puanlarına bakıldığında kontrol grubundaki çocukların oturma-emekleme-dizüstü, ayakta durma bölümlerinde tedavi sonrası anlamlı farklar kaydedilirken, yürüme performansındaki gelişim anlamlı bulunmadı. Tedavi grubuna bakıldığında ise tüm bölümlerde tedavi sonrası anlamlı farklar bulundu. Gruplar karşılaştırıldığında ise sadece ayakta durma performansındaki gelişim tedavi sonrası *Wii Fit* uygulaması yönünde anlamlıydı.

Gruplar arası diğer ölçümler tedavi öncesi de sonrası da benzer bulundu. İki grubun genel GMPM puanlarına bakıldığında tedavi öncesi benzerlik bulunurken tedavi sonrası *Wii Fit* uygulaması yönünde anlamlı farklılıklar izlendi.

3. Uygulamaya dahil edilen tüm çocukların %93,3'ü gözler açık ve kapalı düz zeminde durabildikleri için istatistiksel analizleri yapılmadı. Yumuşak zeminde gözler kapalı ayaklar birleşik ayakta durma sürelerinde tedavi sonrası her iki grupta da anlamlı sonuçlar elde edildi. Gruplar karşılaştırıldığında ise tedavi sonrası oluşan farklılık *Wii* uygulaması lehine anlamlı bulundu.
4. Etkilenmiş ve etkilenmemiş taraf tek ayak üzerinde durma sürelerine bakıldığında hem kontrol hem de tedavi gruplarında uygulama sonrası anlamlı farklılıklar bulundu. Gruplar karşılaştırıldığında ise uygulama öncesi var olan benzerlik uygulama sonrası da devam etti. Etki büyüklüklerine bakıldığında da benzer sonuçlar bulunup, *Wii Fit* uygulamasının etkisi gözlenmedi.
5. Tandem duruş sürelerine bakıldığında iki grupta da tedavi sonrasında anlamlı artış elde edildi. İki grup karşılaştırıldığında ise farklar benzer bulundu, *Wii Fit* uygulamasının etkinliği gözlenmedi.
6. Düz ve yumuşak zeminde, tek ayak üzerinde bağımsız sıçrama sayıları değerlendirildiğinde kontrol grubunda tedavi sonrası anlamlı farklılıklar elde edilemedi. *Wii Fit* uygulaması alan tedavi grubunda düz, yumuşak zemin ve tek ayak üzerinde sıçrama sayılarında anlamlı artışlar elde edildi. İki grup karşılaştırıldığında yumuşak zeminde ve etkilenmemiş taraf tek ayak üzerinde sıçrama sayılarında anlamlı farklılıklar bulundu ve *Wii Fit* uygulaması lehine oldu.
7. Kalk ve yürü testi sonuçlarına göre kontrol grubunda uygulama sonrası anlamlı bir farklılık oluşmazken, tedavi grubundaki fark anlamlı bulundu. Gruplar karşılaştırıldığında ise tedavi öncesi ve

sonrası sonuçlar birbirine benzer bulundu ve *Wii* uygulamasının etkinliği gözlenmedi.

8. Her iki grubun da pediatrik denge ölçütü puanlarında uygulama sonrası anlamlı gelişme sağladığı gözlenirken, gruplar etki büyüklüklerine göre karşılaştırıldığında *Wii Fit* uygulaması alan tedavi grubundaki etkinin daha büyük olduğu görüldü.
9. Ayrıca objektif olarak değerlendirilmese de *Wii* uygulaması alan çocukların daha hevesli, motivasyonları yüksek bir şekilde geldiklerini gözlemledik. Bunun nedeni de bizim hedef olarak gördüğümüz ağırlık aktarma ve denge eğitimini, onların oyun olarak görmesidir. Bu nedenle seanslara isteyerek, sıkılmadan, yorulmadan, yüksek motivasyonla katıldılar.
10. Dikkat dağınıklığı olan çocukların oyun oynarken oyuna yoğunlaştıklarını ve dikkatlerini daha iyi topladıkları gözlemledik.

Bu çalışma hemiparatik SP'li çocuklarda sanal gerçeklik yöntemi olan *Wii Fit* oyun konsolunun denge ve ileri düzey motor beceriler üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır. NGT alan grup ile NGT ve *Wii Fit* uygulaması alan grup karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak tedavi öncesi benzerlik gösteren GMFM ve GMPM puanları, yumuşak zemin gözler kapalı duruş süreleri, yumuşak zeminde ve sağlam taraf tek ayak üzerinde bağımsız sıçrama sayıları ve pediatrik denge ölçütü skoru tedavi sonrası farklılık göstermiştir. Kontrol grubuyla karşılaştırılarak yapılan çalışmada bu farkın ortaya çıkma nedeninin *Wii Fit* uygulaması olduğunu düşünmekteyiz.

Sanal gerçeklik yöntemlerinden *Wii Fit* uygulamasının denge gelişimi üzerine olan etkinliğini araştırmak için daha sonra yapılacak olan çalışmaların geniş örneklem grubunda, laboratuvar ve klinik değerlendirme yöntemleri kullanılarak, randomize kontrollü olarak yapılmasını önermekteyiz.

Ayrıca bir sonraki çalışmanın hemiparatik SP'li çocuklarla sınırlandırılmayıp farklı tip SP'li çocuklarda yapılması da klinik tipler ve gelişimleri arasındaki farkı ortaya koyması açısından bizce önemlidir.

7. KAYNAKLAR

1. Livaneliođlu A., Kerem Günel M. Serebral Palside Fizyoterapi Ankara 2009:19-29
2. Brett, E.M, "Cerebral Palsy", Brett E.M. (ed.), Paediat Neurol,Edinburgh, Churchill, Livingstone, 245-270, 1983.
3. Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P., Leviton, A., Panneth N., 2005Proposed definition and classification of cerebral palsy. *Dev. Med. Child. Neurol.*, 47. 571-576.
4. Blasko, P.A., 1991 "Pathology of cerebral palsy", Sussman, MD (ed.), TheDiplegic Child Evaluation and Management. Am. Acad. of Orth. Surgeons, 3-4,.
5. Nelson, B.K., "Cerebral palsy", Swaiman KF. (ed.) Pediatric Neurology, St. Louis, Baltimore, Toronto, 363-372, 1989.
6. Levitt S, Treatment of Cerebral Palsy and Motor Delay, forth edition, London 2004:1
7. Russell Dianne J, Gross Motor Function Measure User's Manual, Cambridge University 2002:3
8. Anlar B., Serdarođlu A.,Yakut A, Gelişimsel Çocuk Nörolojisi, Ankara 2008:114-126
9. Albright, A.L., 1996 *Cerebral Palsy and movement disorders*, *Journal or Child Neurol.*,11, 29-36,.
10. Serdarođlu A, Cansu A, Özkan S, Tezcan S. 2006 Prevalence of cerebral palsy in Turkish children between the ages of 2 and 16 years. *Dev Med Child Neurol*;48:413-6.

11. Wilson, J.M., "Cerebral Palsy", Campbell, S.K. (ed.), Pediatric Neurologic Physical Therapy, Churchill, Livingstone, New York, Edinburg, London, Tokyo, 301-346, 1991.
12. Rymer, W.Z., "The Neurophysiologic Basis of Spastic Muscle Hypertonia", Sussman MD (ed.), The Diplegic Child Evaluation and Management, Am. Acad of Orth. Surgeons, 21-30, 1991.
13. Molnar, G.E., Alexander, M.A., "Pediatric Rehabilitation" Hanley ve Belfus Inc, 193-213, 1999.
14. Katz, R.T., Rymer, W.Z., 1989 Spastic Hypertonia: Mechanism and Measurement, *Arch. Phys. Med. Reh.* 70: 144-155,.
15. Blair, E., Watson, L., 2006 Epidemiology of cerebral palsy, seminars fetal ve neonatal medicine, 11: 117-125.
16. Banker, R.B., "Neuropathology", Thompson, G.H. (ed.), Comprehensive Management of Cerebral Palsy, Grune stratton, New York, London, Toronto, 19-25, 1983.
17. Carlson, E.W., 1997 Management of Gait in Spastic Diplegia, *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, 76 (3): 219-225.
18. Halsam R.H.A.: Encephalopathies. Ed: Nelson E.W., Textbook of Pediatrics: pp.1713-4. W.B. Saunders Company, Philadelphia, 1996
19. Matthewa, D. J., Wilson, P. (1999). Cerebral Palsy. In: Molnar, G.E., Alexander, M. A. (Ed). Pediatric Rehabilitation. Philadelphia: Hanley& Belfus Inc. p.79.
20. Yalçın S., Özaras N., Dormans J., Susman M.: Serebral palsy tedavi ve Rehabilitasyon, Mas Matbaacılık, İstanbul, 2000
21. Gage, J. R. (1991). Hemiplegia. In: Gage, J. R. (Ed). Gait Analysis in Cerebral Palsy. Oxford: Mac Keith Pres. p.: 132-150.
22. Kulak, W., Sobaniec, W.(2004). Comparisons of right and left hemiparetic cerebral palsy. *Pediatr. Neurol.* 31(2): 101-108

23. Şimsek, İ. (2000). Serebral Palsi. In: Beyazova, M., Kutsal. Y. G. A (Ed). Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon. Ankara: Güneş Kitapevi. s.: 2395-2439
24. Bobath, B., Bobath, K. (1984). Motor Development in the Different Types of Cerebral Palsy. London: William Heinemann Medical Books Limited. p.: 42-57.
25. Bobath, K. (1980). A Neurophysiological Basis for the Treatment of Cerebral Palsy. 2. ed., Oxford: Mac Keith Pres. Chapter 7.
26. Rodda J. VE Graham HK (2001) Classification gait patterns in spastic hemiplegia and spastic diplegia: a basis for a management algorithm. Eur J Neurol 5: 98-108
27. Acavedo, S. J. (1999). Physical Therapy for the Child with Cerebral Palsy. In: Tecklin, J. S. (Ed). Pediatric Physical Therapy. 3. Ed
28. Buckon CE ve diğerleri (2001) comparison of three ankle foot orthosis configurations for children with spastic hemiplegia. Dev Med Child Neurol. 43(6):371-378
29. Velickovic, T. D., Velickovic, M. P. (2005) Basic Principles of the Neurodevelopmental Treatment. Medicina. 42(41): 112-120.
30. Stempien L.M., Gaebler-Spira D.: Issues in Specific Diagnoses in Physical Medicine and Rehabilitation pp.1191-1211
31. Jan, E.J., Lyons, J., Heaven, R., (1997) Visual impairment due to a dyskinetic eye movement disorder in children with dyskinetic cerebral palsy, Dev. Med. Child. Neurol., 43, 108-112.
32. Beck, E.E., (1975) Locomotor prognosis cerebral palsy, Dev. Med. Child Neurol., 17, 18-25.
33. Sade A., Otman S.: (1991) Serebral Paralizide Değerlendirme ve Tedavi Yöntemleri: s.1-4, 75-6. Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Yayınları, Ankara,

34. Uygun F.: (2004) Serebral palsi tanısı konmuş olgularda vojta terapisinin konvansiyonel ve nörodevelopmental egzersizlerden oluşan ev programına üstünlüğünün araştırılması. Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul,
35. Burns, R.Y., (1996) "Principles of physiotherapy management", Burns, R.Y., Macdonald, J., editors. Physiotherapy and the Growing Child. London: WB Saunders, 123-140,.
36. Myston, M.J., (2001) People with cerebral palsy: effects of and perspectives for therapy, Neural. Plast., 8, 51-69.
37. Tong, S., Baghurst, P., McMichael, A., (2006) Birthweight and cognitive development during childhood, J. Pediatr. Child. Health., 42, 98-103.
38. Tieman, B.L., Palisano, R.J., Sutlive, A.C., (2005) Assessment of motor development and function in preschool children, Ment. Retard. Dev. Disabil. Res. Rev., 11 (3), 189-196.
39. Alvarez, N., "Neurologic Examination", Thompson, G.H. (ed.), (1983) Comprehensive Management of Cerebral Palsy, Grune stratton, New York, London, Toronto, 25-33.
40. Damiano, D., Abel, M., (1996) Relation of Gait Analysis to Gross Motor Function in Cerebral Palsy, Dev. Med. Child. Neurol., 38, 389-396.
41. Russell DJ, Rosenbaum PL, Cadman DT, et al. (1989) The gross motor function measure: a means to evaluate the effects of physical therapy. Dev Med Child Neurol.;31:341–352.
42. Robert J Palisano R.J.,Hanna S. E., Rosenbaum P.L.,Russell D.J.Walter S.D. Wood E. P., Raina P. S., Galippi B. E. (2000) Validation of a Model of Gross Motor Function for Children With Cerebral Palsy. Phys Ther.;80:974–985.
43. Palisano, R., Rosenbaum, P., Walter, S., Russell, D., Wood, E., Galuppi, B., (1997) Development and reliability of a system to classify gross motor function in children with cerebral palsy. Dev. Med. Child. Neurol., 39 (4), 214-23.

44. Gunel MK, Mutlu A, Livanelioglu A, El O, Baydar M, Peker O, Berk H, Kosay C, GMFCS: Gross Motor Functional Classification System [Internet]. Available from: [http://motorgrowth.canchild.ca/en/GMFCS/resources/Turkish GMFCSEER](http://motorgrowth.canchild.ca/en/GMFCS/resources/Turkish_GMFCSEER)
45. Boyce W, Gowland C, Rosenbaum P, Lane M, Plews N, Goldsmith C, Russell D, Wright V, Zdrobov S, Harding D. (1995) Gross motor performance measure for children with cerebral palsy: study design and preliminary findings. *Physical Therapy* 75, 7, July 603-613
46. Yalçın, S., Öraras, N., Dormans, J., (2000) "Serebral Palsi Tedavi ve Rehabilitasyon", Mas Matbaacılık, 13-31, 51-56,.
47. Harbarth, K.E., (1994) Evaluation of and methods to change muscle tone, *Scan. J. Rehab. Med.*, 30, 19-32,.
48. Little, J.W., Massagli, T.L., (1990) "Spasticity and associated abnormalities of muscle tone", Delisa, A.J., Gans, B.M. 'ed.), Second Edition, Lihppincott Company, Philadelphia, 666-680.
49. Berg-Emons, R.JG., Baak, M.A., Barbanson, D.C., Speth, L., Saris, W.HM., (1996) Reliability of tests to determine peak aerobic power, aneorobic power and isokinetic muscle strength in children with spastic cerebral palsy, *Dev. Med. Child. Neurol.*, 38, 117-1125.
50. Bohannon, R.W., Smith, M.B., (1987) Interrater Reliability of a Modified Asworth Scale of Muscle Spasticity, *Phys. Ther.*, 67 (2), 206-207.
51. Bajd, T., Vodovnik, L., (1984) Pendulum testing of spasticity, *J. Biomed. Eng.*, 6, 9-16.
52. Jamshidi, M., Smith, A.W., (1996) Clinical measurement of spasticity using the pendulum test: Comparison of electrogoniometric and videotape analyses, *Arch. Phys. Med. Rehabil.*, 77, 1129-1132.
53. Msall, M.E., Digaudro, K., Rogers, B.T., (1994) The Functional Independence Measure for Children – (WeeFIM), *Clinical Pediatrics*, 421-430.

54. Haley, S.M., Coster, W.J., Ludlow, L.H., Haltiwanger, J., M.A., Ed.M., Andrellos, P.J., (1998) Pediatric Evaluation of Disability Inventory Version 1.0 Score Form Boston University.
55. Uyanık, M., Tural, E., (2003) Mental retarde çocuklarda Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçümü ve Çocuk Özür Değerlendirme Envanterinin güvenilirlik ve uyum geçerliği, Fizyoterapi Rehabilitasyon, 14(2), 72-79.
56. Tural, E., (2002) Okul Öncesi Dönemdeki Mental Retarde Çocuklarda Dört Farklı Değerlendirme Yönteminin İncelenmesi, H.Ü. İş ve Uğraşı Programı Bilim Uzmanlığı Tezi.
57. Fazio, L.S., (1992) The Me A Story: The Therapeutic Metaphor in the Practice of Pediatric Occupational Therapy, The American Journal of Occupational Therapy, 46, 112-119.
58. Cavlak U.: (1997) Denge ve Proprioception Eğitimi, Fizyoterapi Rehabilitasyon 8: s.78-84
59. Demirtürk Ç.: (2002) Spina Bifidalı Hastalarda Denge ve Koordinasyonu Arttırıcı Egzersizler ile Bilgisayarlı Denge Eğitiminin Karşılaştırılması, Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul,
60. Cavlak U., Tulum Z.: (1998) 18-22 yas grubu üniversite öğrencilerinde statik dengenin karşılaştırılması. Fizyoterapi Rehabilitasyon. 7-8: 33-38,
61. Garrison S.J.: Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon El Kitabı. (Çev: Kavuncu V.) S.203-15, Güneş Kitabevi, Ankara-İstanbul
62. Gönder M.: (2007) Serebral Palsili Çocuklarda Denge Eğitimi, Marmara Üniversitesi Fiziksel Tıp Ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul
63. Hatzitaki V, Zisi V, Kollias I, Kioumourtoglou E. (2002) Perceptual-motor contributions to static and dynamic balance control in children. J Mot Behav.;34(2):161-170.

64. Hands B, Larkin D. (2006) Physical fitness differences in children with and without motor learning difficulties. *European Journal of Special Needs Education.*;21(4):447-456.
65. Smail KM, Horvat M. (2001) Effects of balance training on individuals with mental retardation. *Percept Mot Skills.*;79(2):643-9.
66. Assaiante C: (2005) Development of postural control in healthy children a functional approach, 12: 109-18,
67. Taner D., Atasever A., Durgun B. (1998) Fonksiyonel Nöroanotomi. s.160-161, ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık, Ankara,
68. Ferjallah M., Harris G.F., Smith P., Wertsch J.J.: (2002) Analysis of postural control synergics during quiet standing in healthy children and children with cerebral palsy, *Clin Biomech (Bristol, Avon)* 17(3): 203-10,
69. Duus P.: (2001) Nöroloji, Tanıda Lokalizasyon. (Çev: Oğuz Y., Özkaynak S., ÖnalZ.) s. 120-25. Palme Yayıncılık, Ankara,
70. Snell R.S.: (2000) Klinik Nöroanotomi. (Çev: Yıldırım M.) S.428-29, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul,
71. Waxman S.G.: (1995) *Correlative Neuroanatomy*. 23rd Edition. Prentice-Hall International, U.S.A.,: pp.236-240
72. Ballenger J.J., Snow J.B.: (1996) Otorinolaringoloji Bas ve Boyun Cerrahisi Cilt 2.(Çev: Senocak D.) s. 909-29, Nobel Tıp Kitabevleri, İstanbul,
73. Gilman S., Winans S.S.: (1985) Klinik Nöroanotomi ve Nörofizyoloji (Çev: Zileli T., Baysal A) s.125-131, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Ankara,
74. Üneri A.: (2004) Vestibuler Rehabilitasyon, *Hipokrat Lokomotor* 5: s.31-34,
75. Brandt T., Dieterich M., Strupp M.: (2004) Vertigo ve Dizziness. (Çev: Çelebisoy N., Topçular B.) s.1-5, Springer, _İstanbul,

76. Doğan N. (1998) Diz osteoartriti rehabilitasyonunda proprioseptif egzersizlerin denge üzerine etkinliği, Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı, Uzmanlık Tezi, İstanbul,
77. Gregory Payne, V. & Isaacs, L.D. (1991) Human motor development, a lifespan approach (2nd ed.) Mountain View, CA: Mayfield,;180-196
78. Foudriat B, Di Fabio RP, Anderson JH. (1993) Sensory organization of balance responses in children 3-6 years age: a normative study with diagnostic implications. *Int JPediatr Otorhinolaryngol.*;27:255-271
79. Shumway-Cook A, McCollum G. (1991) Assessment and treatment of balance deficits. In: Montgomery PC, Connolly BH, eds. *Illotm Control and Physical Therapy: Theoretical Framework and Practical Applications.*:123-137
80. Mandal A.C.,(1982) The correct height of school furniture. *Human Factors*, 24:257-269,
81. Woollacott M, Burtner P. (1996) Neural and musculoskeletal contributions to the development of stance balance control in typical children and in children with cerebral palsy. *Acta Paediatr.*;416:S58–S62
82. Bih-Jen Hsue, Freeman Miller, Fong-Chin Su, (2009) The dynamic balance of the children with cerebral palsy and typical developing during gait. Part I: Spatial relationship between COM and COP trajectories, *Gait & Posture*;29:465–470
83. Forslund M. (1992) Growth and motor performance in preterm children at 8 years of age. *Acta Paediatr.*;81:840-842
84. Potter CN, Silverman LN. (1984) Characteristics of vestibular function and static balance skills in deaf children. *Phys Ther.*;64:1071-1075
85. Bhattacharya A, Shukla R, Dietrich K, et al. (1995) Effect of early lead exposure on children's postural balance. *Dev Med Child Neurol.*;37:861-878

86. Hua-Fang L. & Ai-Wen H (2003) Relations of balance function and gross motor ability for children with cerebral palsy. *Perceptual and Motor Skills*;96:1173-1184
87. Palisano R.J., Campbell, S. K. & Haris S.R. (2000) Decision making in pediatric physical therapy. In S.K. Campbell, D. W. Vander Linden & R.J. Palisano (Eds.) *Physical therapy for Children*.(2nd. Ed.) Philadelphia, PA:Saunders.;68,105.
88. Elisabeth Geldhof, Ilse De Bourdeaudhuij, Pascal Coorevits, Guy Vanderstraeten, (2006) Static and dynamic standing balance: test-retest reliability and reference values in 9 to 10 year old children, *Eur J Pediatr*;165:779–786
89. Yvon Brenière, Blandie Bril, (1998) Development of Postural Control of Gravity Forces in Children During The First 5 Years of Walking, *Exp Brain Res*;121:255-262
90. Liao H. F.,Huang, H.H, Lee, S. C., Jeng, S. F. & Chow, W. P. (1997) Rehabilitation services for children with cerebral palsy in two medical institutions in Taipei City. *Formasan Journal of Medicine*,;3: 274-288
91. Wirz M, Müller R, Bastiaenen C. (2010) Falls in persons with spinal cord injury: validity and reliability of the Berg Balance Scale. *Neurorehabil Neural Repair*. Jan;24(1):70-7.
92. Blum L, Korner-Bitensky N. (2008) Usefulness of the Berg Balance Scale in stroke rehabilitation: a systematic review. *Phys Ther*. May;88(5):559-66.
93. Wang CY, Hsieh CL, Olson SL, Wang CH, Sheu CF, Liang CC. (2006) Psychometric properties of the Berg Balance Scale in a community-dwelling elderly resident population in Taiwan. *J Formos Med Assoc*. Dec;105(12):992-1000.
94. Franjoine M. R.,. Gunther, S. J. and Taylor, M. J. (2003) Pediatric Balance Scale: A Modified Version of the Berg Balance Scale for the School-Age Child with Mild to Moderate Motor Impairment. *Pediatr Phys Ther*;15:114–128

95. Bartlett D. and Birmingham T., (2003) Validity and Reliability of a Pediatric Reach Test. *Pediatr Phys Ther*; 15:84–92
96. Vereeck L, Wuyts FL, Truijen S, De Valck C, Van de Heyning PH, (2008) The effect of early customized vestibular rehabilitation on balance after acoustic neuroma resection, *Clin Rehabil*. Aug;22(8):698-713
97. Teranishi T, Kondo I, Sonoda S, Wada Y, Miyasaka H, Tanino G, Narita W, Sakurai H, Okada M, Saitoh E., (2011) Validity study of the standing test for imbalance and disequilibrium (SIDE): Is the amount of body sway in adopted postures consistent with item order, *Gait Posture*, Jul;34(3):295-9
98. Crowe TK, Horak FB. (1988) Motor proficiency associated with vestibular deficits in children with hearing impairments. *Physical Therapy*;68: 1493–9.
99. Hua-Fang L.& Ai-Wen H (2001) Test-retest reliability of balance tests in children with cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*;43: 180–186
100. Sue-Mae Gan, Li-Chen Tung, Yue-Her Tang and Chun-Hou Wang (2008) Psychometric Properties of Functional Balance Assessment in Children With Cerebral Palsy. *Neurorehabil Neural Repair.*;22: 745-751
101. Balaban Ö, Nacır B, Erdem H.R, Karagöz A, (2009) Denge Fonksiyonunun Değerlendirilmesi, *JPMRS*;12:133-9
102. Bitlis, T., Çiçek, A., Başkent, G., Girgin. (2005). Cerebral Palsy'de Fizyoterapi ve Rehabilitasyon. In: Özcan, H. (Ed). *Cerebral Palsy*. İstanbul: Boyut. s.:143-157.
103. Hazneci, B. (2005). Serebral Palsi Rehabilitasyonu. In: Kalyon, T. A. (Ed): *Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon*. Ankara. Gata Basımevi. s.: 545-556.

104. Barry, J. M. (2001). Historical perspective to current practice. In: Scherzer, L. A. (Ed). *Early Diagnosis and Interventional Therapy in Cerebral Palsy an Interdisciplinary Age_Focused Approach*. New York: Marcel Dekker Inc. p.: 121-137.
105. Mayston, M. (2004). *Physiotherapy Management in Cerebral Palsy: An Update On Treatment Approaches*. In: Scrutton, D., Damiano, D., Myston, M. (Ed). *Management of the Motor Disorders of Children with Cerebral Palsy*. London: Mac Keith Press. p.: 147-159.
106. Butler, C., Darrah, J. (2001). Effects of neurodevelopmental treatment (NDT) for cerebral palsy: an AACPD evidence report. *Dev. Med. Child. Neurol.* 43: 778-790.
107. Miller, F. (2007). *Physical Therapy of Cerebral Palsy*. USA: Springer. Chapter 1., 345.
108. Patel, D. R. (2005). Therapeutic interventions in cerebral palsy. *Indian. J. Pediat.* 72(11): 979-983.
109. Sade, A., Otman A. S., (1991). *Serebral Paralizi'de Değerlendirme Ve Tedavi Yöntemleri*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksekokulu Yayınları. s.: 54-55
110. Scherzer, L. A. (2001). *Early Diagnosis And Interventional Therapy in Cerebral Palsy an Interdisciplinary Age_Focused Approach*. 3. ed., New York: Marcel Dekker Inc. p.: 35,122.
111. Scrutton D., Damiano, D., Myston, M. (2004). *Management of the Motor Disorders of Children with Cerebral Palsy*, Mac Keith Pres. p.: 147-160.
112. Styer, J. (1999). *Physical Therapy For The Child With Cerebral Palsy*. In: Tecklin, J. (Ed). *Pediatric Physical Therapy*. 3. ed., Philadelphia: Lippincott Williams& Wilkins. p.: 107-162.
113. Tsorlakis, N., Evaggelinou, C., Grouios, G., Tsorbatzoudis, C. (2004). Effect of intensive neurodevelopmental treatment in gross motor function of children with cerebral palsy. *Dev. Med. Child. Neurol.* 46(11). p.: 740-745.

114. Bly L. (1991). A historical and current view of the basis of NDT. *Pediatr. Phys. Ther.* 131-135.
115. Mayston, M. (2008). Bobath concept: Bobath@50: mid-life crisis- what of the future?. *Physiother. Res. Int.* 13: 131-136.
116. Taub, E., Wolf, S.L. (1997). Constraint-Induced (CI) Movement techniques to facilitate upper extremity use in stroke patients. *Topics in Stroke Rehabilitation*, 3, 38-61.
117. Taub, E., Crago, J.E., Burgio, L.D., Groomes, T.E., Cook, E.W., DeLuca, S.C., Miller, N.E. An operant approach to rehabilitation medicine: overcoming learned nonuse by shaping. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 61, (2): 281-93.
118. Taub, E., Uswatte, G., Elbert, T. (2002). New treatments in Neurorehabilitation founded on basic Research. *Nature Review Neuroscience*, 3, (3):228-36.
119. Taub, E., Uswatte, G., Pidikiti, R. (1999). Constraint induced-movement therapy: A new family of techniques with broad application to physical rehabilitation—A clinical review. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 36, 237-251.
120. Mar, V.W., Taub, E., Morris, D.M. (2006). Neuroplasticity and constraint- Induced movement therapy *Europa Medicophysica*, 42, (3):269-84.
121. Wolf, S.L., Lecraw, D.E., Barton, L.A., Jann, B.B. (1989). Forced use of hemiplegic upper extremities to reverse the effect of learned nonuse among chronic stroke and head-injured patients. *Experimental Neurology*, 104, 125-132.
122. Wolf, S.L. (2007). Revisiting Constraint- Induced Movement Therapy: Are We Too Smitten With the Mitten? Is All Nonuse “Learned”? and Other Quandaries. *Physical Therapy*, 87, (9):1212-23.
123. Çavaş, B. Huyugüzel Çavaş P., Taşkın Can B. (2004) The Turkish Online Journal of Educational Technology – TOJET October ISSN: 1303-6521 volume 3 Issue 4 Article 15

124. Bayraktar, E. Kaleli, F. (2007) Sanal Gerçeklik Ve Uygulama Alanları, Akademik Bilişim 2007, Dumlupınar Üniversitesi, Kütahya, 31 Ocak-2 Şubat
125. http://www.hitl.washington.edu/projects/learning_center/pf/whatisvr.htm
126. <http://www.iei.uiuc.edu/class/pages/rw2g/virtual.html>
127. Brill, L. (1994) "Metaphors For the Travelling Cybernaut--Part II". Virtual Reality World, May/June,. pp.30-33.
128. Helsell, S. (1992) "Virtual Reality and Education". Educational Technology. pp. 38-42
129. Isdale, J. (1993) "What Is Virtual Reality?" A Homebrew Introduction
130. <http://www.mindspring.com/~rigole/vr.htm>
131. Andolsek, D. L.(1995) "Virtual Reality in Education and Training" International Journal of Instructional Media, Vol. 22 Issue 2, p145, 11p.
132. Sveistrup H: (2004) Motor rehabilitation using virtual reality. *J Neuroeng Rehabil*, 1:10.
133. *Wii Fit* kullanım kılavuzu
134. Reid DT. (2002) Benefits of a virtual play rehabilitation environment for children with cerebral palsy on perceptions of self-efficacy: a pilot study. *Pediatr Rehabil*. Jul-Sep;5(3):141-8.
135. You SH, Jang SH, Kim Y, Kwon Y, Barrow I, Hallett M. (2005) Cortical reorganization induced by virtual reality therapy in a child with hemiparetic cerebral palsy. *Developmental Medicine & Child Neurology*;47:628–635.
136. Golomb MR, McDonald BC, Warden SJ, Yonkman J, Saykin AJ, Shirley B, Huber M, Rabin B, Abdelbaky M, Nwosu ME, Barkat-Masih M, Burdea GC. (2010) In-home virtual reality videogame telerehabilitation in adolescents with hemiplegic cerebral palsy. *Arch Phys Med Rehabil*. Jan;91(1):1-8.e1.

137. Belinda Lange, BSc, B Physio(Hons), PhD, Sheryl Flynn, PhD, PT, (2010) Development of an Interactive Game-Based Rehabilitation Tool for Dynamic Balance Training topics in stroke rehabilitation/sept-oct
138. Michalski A, Glazebrook CM, Martin AJ, Wong WW, Kim AJ, Moody KD, Salbach NM, Steinnagel B, Andrysek J, Torres-Moreno R, Zabjek KF (2012) Gait Posture. Assessment of the postural control strategies used to play two *Wii Fit*TM videogames. Jul;36(3):449-53.
139. Wuang YP, Chiang CS, Su CY, Wang CC. (2011) Effectiveness of virtual reality using *Wii* gaming technology in children with Down syndrome. Res Dev Disabil. Jan-Feb;32(1):312-21.
140. Singh DK, Rajaratnam BS, Palaniswamy V, Pearson H, Raman VP, Bong PS. (2012) Participating in a virtual reality balance exercise program can reduce risk and fear of falls. Maturitas. Nov; 73(3):239-43.
141. Fung V, Ho A, Shaffer J, Chung E, Gomez M. (2012) Use of Nintendo *Wii Fit*TM in the rehabilitation of outpatients following total knee replacement: a preliminary randomised controlled trial. Physiotherapy. Sep;98(3):183-8.
142. Clark RA, Bryant AL, Pua Y, McCrory P, Bennell K, Hunt M. (2010) Validity and reliability of the Nintendo *Wii* Balance Board for assessment of standing balance. Gait Posture. Mar;31(3):307-10.
143. Deutsch JE, Borbely M, Filler J, Huhn K, Guarrera-Bowlby P: (2008) Use of a low-cost, commercially available gaming console (*Wii*) for rehabilitation of an adolescent with cerebral palsy. Phys Ther, 88:1196-1207
144. Gordon C, Roopchand-Martin S, Gregg A. (2012) Section of Physical Therapy, Potential of the Nintendo *Wii*TM as a rehabilitation tool for children with cerebral palsy in a developing country: a pilot study. Physiotherapy. Sep;98(3):238-42.
145. Jelsma J, Pronk M, Ferguson G, (2013) The effect of the Nintendo *Wii Fit* on balance control and gross motor function of children with spastic hemiplegic cerebral palsy. Dev Neurorehabil.;16(1):27-37.

146. William F Boyce Carolyn Gowland Peter L Rosenbaum Mary Lane, (1991) Measuring Quality of Movement in Cerebral Palsy A Review of Instruments, *Physical Therapy*, Nov;71(11):813-9
147. Thomas S.S, Buckon C.E, Phillips D.S, DAiona M, Susman M.D (2001) Interobserver reliability of the Gross Motor Performance Measure: preliminary Results *Developmental Medicine & Child Neurology*;43:97–102 97
148. Shumway-Cook A., Hutchinson S., Kartin D., Price R., Woollacott M.: (2003) Effect of balance training on recovery of stability in children with cerebral palsy. *Development Medicine and Child Neurology* 9: 591-602,
149. Woollocott M.H., Burtner P., Jensen J., Jasiewicz J., Roncesvalles N., Sueistrup H.: (1998) Development of Postural Responses During Standing in Healty Children and Children with Spastic Diplegia. *Neurosci Biobehav Rev* 22(4) 583-589,
150. Crenna P., Inverno M.: (1994) Objective detection of pathophysiological factors contributing to gait disturbance in supraspinal lesions. *Motor Development in Children*. London: John Libbey,: 103-18
151. Beckung E, Hagberg G, Uldall P, Cans C, (2008) Surveillance of cerebral palsy in Europe. Probability of walking in children with cerebral palsy in Europe. *Pediatrics*;121:187-92
152. Ketelaar, M., Vermeer, A., Hart, H., Beek, E. P., Helders, P. M. J. (2001). Effects of a Functional Therapy Program on Motor Abilities of Children With Cerebral Palsy. *Phys. Ther.* 81(9): 1534-1545.
153. Levac D, Pierrynowski MR, Canestraro M, Gurr L, Leonard L, Neeley C. (2010) Exploring children's movement characteristics during virtual reality video game play. *Hum Mov Sci.* Dec;29(6):1023-38.
154. Hurkmans HL, van den Berg-Emons RJ, Stam HJ. (2010) Energy expenditure in adults with cerebral palsy playing *Wii* Sports. *Arch Phys Med Rehabil.* Oct;91(10):1577-81.

155. Salem Y, Gropack SJ, Coffin D, Godwin EM. (2012) Effectiveness of a low-cost virtual reality system for children with developmental delay: a preliminary randomised single-blind controlled trial. *Physiotherapy*. Sep;98(3):189-95.
156. Meldrum D, Glennon A, Herdman S, Murray D, McConn-Walsh R. (2012) Virtual reality rehabilitation of balance: assessment of the usability of the Nintendo *Wii* (®) Fit Plus. *Disabil Rehabil Assist Technol*. May;7(3):205-10.
157. Brien M, Sveistrup H. (2011) An intensive virtual reality program improves functional balance and mobility of adolescents with cerebral palsy. *Pediatr Phys Ther*. Fall; 23(3):258-66.