SPASTİK SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARIN FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYONUNDA ÜÇ FARKLI TEDAVİ YÖNTEMİNİN POSTURAL KONTROL, DENGE VE YÜRÜYÜŞ ÜZERİNE ETKİSİNİN İNCELENMESİ

Program Kodu: 3001

Proje No: 214S583

Proje Yürütücüsü:

Prof. Dr. Tülay TARSUSLU ŞİMŞEK

Araştırmacılar:

Prof. Dr. Tülay Tarsuslu Şimşek

Prof. Dr. A. Semra Hız

Bursiyerler:

Metin Selmani

Merve Kurt

MAYIS 2017

İZMİR

Önsöz

Bu çalışmada, serebral palsili çocuklarda üç farklı tedavi yönteminin postural Kontrol, Denge, Yürüyüş, fonksiyonel mobilite ve sağlıkla ilgili yaşam kalitesi Üzerine Etkileri incelenmiştir. Serebral palsi günümüzde artan teknolojik gelişmeler ve bunların sağlık teknolojisindeki gelişmelere olan etkilerinden dolayı artan bir prevelansa sahiptir. Bu durum, serebral palsi rehabilitasyonunda kullanılabilecek etkin tedavi yöntemlerinin araştırıldığı çalışma sayısında önemli bir artışa neden olmuştur. Bu çalışmada, son yıllarda serebral palsi fizyoterapi ve rehabilitasyonunda sıklıkla kullanılan X-BOC Kinect, balance master denge eğitim cihazı ve EMG biyofeedback eğitim programlarının etkinliği ve birbirine üstünlüğü araştırılmıştır.

Bu çalışma TÜBİTAK'a 3001 projesi olarak sunulmuş ve gerçekleştirilebilmesi için TÜBİTAK'tan finansal destek almıştır (Proje No: 214S893). Projenin gerçekleştirilebilmesi aşamasında sağladığı maddi desteklerinden dolayı TÜBİTAK'a teşekkür ederim.

Prof. Dr. Tülay Tarsuslu Şimşek

İÇİNDEKİLER

Önsöz	i
İçindekiler	ii
Tablolar	iii
Şekiller	iv
Özet	v
Abstract	vi
Giriş	1
Literatür özeti	2
Gereç ve yöntem	6
İstatiksel analiz	15
Bulgular	16
Tartışma	37
Sonuçlar	45
Kaynaklar	46

Tablolar

Tablo 1. Çalışmaya dahil edilen çocukların sosyo-demografik ve klinik özellikleri 16
Tablo 2. Gruplar arası tedavi öncesi SKYT, MİÇT, PDÖ ve kas kuvvet değerleri arasındaki farklılık 17
Tablo 3. Gruplar arası tedavi sonrası SKYT, MİÇT, PDÖ ve kas kuvvet değerleri arasındaki farklılık 18
Tablo 4. Balance master tedavi grubunun tedavi öncesi ve sonrası SKYT, MİÇT, PDÖ ve kas kuvvet değerleri arasındaki farklılık 19
Tablo 5. X-BOX tedavi grubunun tedavi öncesi ve sonrası SKYT, MİÇT, PDÖ ve kas kuvvet değerleri arasındaki farklılık 20
Tablo 6. EMG-BF tedavi grubunun tedavi öncesi ve sonrası SKYT, MİÇT, PDÖ ve kas kuvvet değerleri arasındaki farklılık 21
Tablo 7. Gruplar arası tedavi öncesi balance master test ölçüm değerleri arasındaki farklılık 22
Tablo 8. Gruplar arası tedavi sonrası balance master test ölçüm değerleri arasındaki farklılık 23
Tablo 9. Balance master grubu tedavi öncesi ve sonrası balance master ölçüm değerleri arasındaki fark 24
Tablo 10. X-BOX tedavi grubu tedavi öncesi ve sonrası balance master ölçüm değerleri arasındaki fark 25
Tablo 11. EMG-BF tedavi grubu tedavi öncesi ve sonrası balance master ölçüm değerleri arasındaki fark 26
Tablo 12. Gruplar arası tedavi öncesi pedoboragrafik değerlendirme değerleri arasındaki farklılık 27
Tablo 13. Gruplar arası tedavi sonrası pedoboragrafik değerlendirme değerleri arasındaki farklılık 28
Tablo 14. Balance master grubu tedavi öncesi ve sonrası pedoboragrafik değerlendirme değerleri arasındaki farklılık 29
Tablo 15. X-BOX grubu tedavi öncesi ve sonrası pedoboragrafik değerlendirme değerleri arasındaki farklılık 30
Tablo 16. EMG-BF grubu tedavi öncesi ve sonrası pedoboragrafik değerlendirme değerleri arasındaki farklılık 31
Tablo 17. Gruplar arası tedavi öncesi yürüyüş parametreleri arasındaki fark 32
Tablo 18. Gruplar arası tedavi sonrası yürüyüş parametreleri arasındaki fark 33
Tablo 19. Gruplar arası tedavi öncesi WeeFIM ve CHQ değerleri arasındaki fark 34
Tablo 20. Gruplar arası tedavi sonrası WeeFIM ve CHQ değerleri arasındaki fark 35

Şekiller

Şekil 1: Şekil 1: EMG- BF uygulaması yapılan hasta 12

Şekil 2: X-BOX 360 oyun sistemleri ile tedavisi gerçekleştirilen hasta 13

Şekil 3: Balance master cihazı ile tedavi programı gerçekleştirilen hasta 14

Özet

Amaç: Bu çalışmanın amacı, serebral palsili (SP) çocuklarda üç farklı tedavi yönteminin denge, postural kontrol, yürüyüş, fonksiyonel bağımsızlık düzeyi ve yaşam kalitesi üzerine etkisini incelemektir.

Gereç ve yöntem: Çalışmaya 5-18 yaş arası SP tanısı konan çocuklar dahil edildi. Çocuklar randomize olarak üç gruba ayrıldı. Balance master eğitim grubu (n=12), X-BOX eğitim grubu (n=11) ve EMG biyofeedback grubu (n=10). Denge ve postural kontrol değerlendirmesi için süreli kalk yürü testi (SKYT), merdiven inme çıkma testi (MİÇT), Berg Denge Ölçeği (BDÖ) ve balance master cihazı ile testler uygulandı. Çocukların yürüyüş değerlendirmeleri, alt ekstremite kas kuvveti, fonksiyonel bağımsızlık ölçümü (WEEFIM) ve sağlıkla ilgili yaşam kaliteleri (Çocuk Sağlığı Anketi – Anne / Baba Raporu (CHQ-PF50)) değerlendirildi. Değerlendirmeler bittikten sonra bütün çocuklar 12 haftalık, haftanın 3 günü, 30-45 dk süren eğitim grubuna alındı. 12 haftanın bitimiyle değerlendirmeler tekrarlandı.

Bulgular: uygulanan tedavi sonrası, gruplar arasında, kalça ekstansör kas kuvveti, tek ayak üzerinde ayakta durma, oturmadan ayağa kalkmada stabilite test değeri, tandem yürüme test değeri, ayağın uyguladığı maksimum kuvvet değeri arasında istatistiksel olarak bir fark bulundu ($p<0.05$). Fakat, yürüyüş değerlendirmeleri bakımından bir fark bulunmadı. Grup içi değerlendirmelerde, her üç gruptaki çocuklarda SKYT ve alt ekstremite kas kuvvet değerlerinde önemli artışlar sağlanmıştır ($p<0.05$). Blance master eğitim grubunda yürüyüş hızı, sallanma hızı, çift adım uzunluğu, adım genişliği ve adım uzunluğu değerlerinde istatistiksel bir fark bulunmuş ($p<0.05$), fakat, X-BOX ve EMG biyofeedback grubunda bulunmamıştır ($p>0.05$). Her üç gruptaki çocuklarda toplam WeeFIM ve CHQ PF-50 değerlerinde anlamlı farklılık tespit edildi ($p<0.05$).

Sonuç: Çalışmanın sonuçları, SP'li çocuklarda uygulanan X-BOX Kinect, EMG biyofeedback ve balance master cihaz eğitiminin denge ve postural kontrolü ve fonksiyonel bağımsızlığı arttırmada oldukça etkin olduğunu göstermiştir. Bu tedavi yöntemlerinin yürüyüş üzerine etkilerinin araştırıldığı daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır.

Anahtar kelimeler: serebral palsi, denge, yürüyüş, postural kontrol, EMG biyofeedback, sanal gerçeklik

Abstract

Purpose: The aim of this study was to inverstigate the effects of three different treatment methods on balance, postural control, gait, level of functional independence and health related quality of life in children with cerebral palsy (CP).

Matherial and methods: The study included cerebral palsied cildren between the ages of 5-18 years old. The children were tandomized into three groups: balance master training group (n=12), X-BOX training group (n=11) and EMG biofeedback group (n=10). In order to assess balance and postural control timed get up and walk test (TGUWT), stair climbing test (SCT), Berg Balance Scale (BBS) and tests using balance master were conducted. Assessments of gait, lower extremity muscle force, functional independence (FIM) and health related quality of life (Child Health Questtionnaire- Parent Report (CHQ-PF50) were performed. Following the assessments, all children were assigned to their pre-determined group of training which consisted of 30 to 45 minutes sessions, three times a week for 12 weeks.

Results: After the treatment statistical differences were found between the groups in the aspects of hip extensor muscle force, single leg standing, stability test value during getting up from a sitting position, tandem walk test value, peak force of the foot $p<0.05$). However, no differences were found related to gait asessments. Intra-group analysis indicated important increases in TGUWT and lower extremity muscle force values ($p<0.05$). In balance master training group statistical differences were found in walking speed, swing speed, double strike length and stride length values ($p<0.05$), however, no differences were observed in X-BOX and EMG groups ($p>0.05$).

Conclusion: The results of this study showed that in cerebral palsied children X-BOX, EMG Biofeedback and Balance Master trainings are all effective in increasing balance, postural control and functional independence. More studies are needed that investigate the effects of these treatment methods on gait.

Key words: cerebral palsy, balance, gait, postural control, EMG biofeedback, virtual reality

Giriş

Serebral Palsi (SP) doğum öncesi, sırası veya doğum sonrasında gelişen herhangi bir nedene bağlı ortaya çıkan, çocuğun nörolojik gelişimini etkileyen; kas tonusu, postür bozuklukları, hareketlerde yetersizlik ve denge problemleri ile karakterize; duyusal, kognitif, algısal problemler ile epileptik nöbetlerin eşlik ettiği karmaşık bir klinik tablodur. Sıklıkla, postür ve hareket bozukluklarıyla karakterizedir (Rosenbaum vd., 2007; Tarsuslu Şimşek, 2016).

Postural kontrol ve denge kontrolü birçok fonksiyonel becerinin gerçekleştirilmesi için oldukça önemlidir. Postural kontrol, özellikle kas kuvvet ve reaksiyon zamanı olarak nöromüsküler cevaplar ve santral sinir sisteminden doğan vizüel, vestibüler ve poropriyoseptif uyarıların bütünlüğüne bağlıdır (Horak 2006; Assaiante vd., 2005). Sağlıklı çocuklarla karşılaştırıldığında, serebral palsili (SP) çocuklarda yaygın sekonder kas iskelet sistemi problemleriyle birlikte, bozuk veya azalmış nöral motor kontrol mekanizmalar nedeniyle postural denge kontrolü bozuktur (Fahimi, vd., 2012). SP'li çocuklarda, fonksiyonel limitasyonlarla denge kontrolü arasındaki bu ilişkiden dolayı postural kontrol ve dengenin etkin bir şekilde arttırılması, çocukların fonksiyonel performansının fasilitasyonu için önemli olabilmektedir (Pavão vd., 2013; Fahimi, vd., 2012; Dewar vd., 2014).

SP'li çocukların fizyoterapi ve rehabilitasyonunda temel amaç, çoklu duyusal uyaranla motor ve fonksiyonel eğitimi içeren motor öğrenmeyi sağlamak, denge ve postural kontrolü kazandırmaktır. Bu amaçla kullanılan klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon programları tekrar içerikli egzersiz yaklaşımları şeklinde olup, rehabilitasyon sürecinde hasta için motivasyon kaybıyla sonuçlanmaktadır. Bunun sonucunda hasta tedavi programına odaklanamamakta ve tedavinin etkinliği azalabilmektedir. Bu nedenle son yıllarda, hasta motivasyonunda önemli bir yeri olan sanal gerçeklik uygulamaları, robotik sistem rehabilitasyonu yaklaşımları oldukça popüler uygulamalardır ve etkinliğine dair birçok hastalıkta çalışmalar yapılmıştır.

Bu çalışma, spastik SP'li çocukların fizyoterapi ve rehabilitasyonunda X-BOC Kinect eğitimi, EMG biyofeedback ve balance master cihazı eğitim programlarının postural kontrol, denge, yürüyüş, fonksiyonel bağımsızlık düzeyi ve sağlıkla ilgili yaşam kalitesi üzerine etkisini incelenmektir.

Literatür özeti

Serebral palsi (SP) ilerleyici olmayan bir hastalık olup, meydana gelen geri dönüşsüz beyin hasarı, çocuğun hareket ve postür bozukluğuyla karakterize aktivite limitasyonuna neden olarak ilerleyen dönemlerde özür şiddetinde artışa neden olabilmektedir (Montero Mendoza vd., 2015; Park vd., 2015). Çocukluk çağının yaygın hastalıklarından olup, hastalık ilerleyici değildir. Fakat, klinik tablo ve özür şiddeti ilerleyicidir. SP'li çocuklarda görülen hareket ve postür bozukluğunun yanı sıra tabloya epilepsi, tonus bozuklukları (spastisite, ataksi, atetoid, vs), mental gerilik, duyusal problemler, davranış problemleri gibi komorbid faktörler de eklenmektedir (Bax vd., 2005; Cans vd., 2007; Rosenbaum vd., 2007). Çocuklarda sıklıkla meydana gelen kas iskelet sistemi problemleri, mobilite güçlükleri, duruş, denge ve yürüyüş problemleri şeklindedir (Hsue vd., 2009). Bu nedenledir ki SP'li çocuklarda rehabilitasyonun temel hedeflerinden birisi de, çocuğun günlük yaşamında bağımsızlığını kazandıracak/arttıracak lokomosyon becerilerini kazandırmaktır. Bunun için, çocuğun fonksiyonel becerileri ve etkilenim şiddeti ölçüsünde mobilite aktiviteleri kazandırılmaya çalışılır (Givon 2005 ve Patel 2005).

Postür, vücudun farklı bölümleri ve vücut ile farklı destek noktaları arasındaki ilişkinin bütünlüğünün sağlanmasıdır (Hadders-Algra vd., 2008; Mancini ve Horak, 2010). Postüral düzgünlük, iyi bir denge- ki bu da vücudun belli bir destek yüzeyinde devamlılığının sürdürülmesiyle sağlanır- ve postüral kontrol mekanizmaya bağlıdır. Denge, vestibüler, vizüel, işitsel, propriyoseptif ve yüksek seviye premotor sistemlerin karmaşık organizasyonuyla sağlanır. Dengenin (postüral kontrolün) temel nedenleri; (1) spesifik postüral düzgünlüğün sağlanması, (2) postürler arası hareket geçişleri gibi istemli hareketin fasilitasyonu, (3) sürtünme, kayma, çekme gibi eksternal faktörlerden dolayı meydana gelen denge problemlerinin düzenlenmesi (Hadders-Algra vd., 2008; Mancini ve Horak, 2010; de Graaf-Peters vd., 2007). Postüral kontrolü devam ettirebilme yeteneği, kişinin bağımsızlığını etkileyen önemli bir faktör olup, güvenli ve bağımsız mobilitenin gerçekleştirilmesi, günlük yaşam aktiviteleri ve toplumsal katılımların gerçekleştirilmesi ve devamlılığının sağlanması bakımından önemlidir (Enkelaar vd., 2012; Van der Heide vd., 2005; de Graaf-Peters vd., 2007). Sağlıklı bireylerde, stabil postural kontrol ve denge otomatik iken, SP'li çocuklarda duyu- motor bütünlüğündeki bozukluğa bağlı olarak postüral kontrol sıklıkla değişkendir ve postüral kontrol ve dengenin sürdürülmesinde problemler yaşanmaktadır (Rose vd., 2002) Bu çocuklarda görülen birçok fonksiyonel limitasyon, oturma, ayakta durma ve yürüme gibi statik ve dinamik performans gerektiren aktivitelerdeki yetersizlikler postüral instabiliteden kaynaklanmaktadır (Rose vd., 2002; Kyvelidou vd., 2010; Woollacott vd., 2005). Yapılan çalışmalarda, SP'li çocuklarda alt ekstremitelerde pozisyonlama amacıyla kullanılan yardımcı

cihazlara rağmen, postüral instabilitenin devam ettiği ve ön-arka, sağ-sol yönlerdeki ağırlık merkezinde (center of pressure-COP) ciddi ossilasyonların olduğu belirlenmiştir (Rha vd., 2010). Bu çocuklarda fizyoterapi-rehabilitasyonun temel amaçları, çoklu duyusal uyaranlarla fonksiyonel ve motor eğitimi içeren motor öğrenmeyi kazandırmaktır. Bu amaçla uygulanan egzersiz yaklaşımları uzun süren rehabilitasyon programları nedeniyle bir süre sonra sıkıcı hale gelmektedir (Burke vd., 2009; Jaume-i-Capo vd., 2014). Bu da hastanın tedaviye konsantrasyonunu ve tedavinin etkinliğini olumsuz etkileyebilmektedir (Maclean vd., 2002). Son yıllarda bu amaçla kullanılan farklı tedavi yöntemlerinin etkinliğini inceleyen çalışma sayısında artış dikkati çekmektedir. Treadmil eğitimi, nöromüsküler elektrik stimülasyonu, robotik destekli cihazlar, laboratuar sistemli cihazlar (Balance Master, gibi), sanal gerçeklik uygulamaları (Nintendo Wii, play station, X-Box 360, vs), nörogelişimsel tedavi yaklaşımları, biyofeedback, bu amaçla kullanılabilen tedavi yaklaşımlarındandır. (Grecco vd., 2013; Pau vd., 2014; Shamekh vd., 2013; Brien ve Sveistrup, 2011; Yu ve Fetters, 2011; Bloom vd., 2010).

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, yürüme potansiyeli olan çocuklarda denge ve yürüme becerisini arttırmaya yönelik bazı uygulamaların etkinliği sıklıkla tartışılmaktadır. Sanal gerçeklik uygulamaları, treadmil eğitimleri, lokomat sistemleri, elektrik stimülasyonu etkin olduğu vurgulanan uygulamalar arasındadır (Alabdulwahab, 2011; Wu vd., 2016; van Hedel vd., 2016). Al-Abdulwahab'ın 2009 ve 2011 yapmış olduğu çalışmalarda, ambule spastik diplejik çocuklara uygulanan elektrik stimülasyonunun yürüme yeteneğini geliştirmede etkili olduğu vurgulanmıştır. Benzer şekilde, Pool ve arkadaşlarının çalışmalarında da (2016) unilateral etkilenimli spastik SP'li çocuklarda 8 hafta boyunca uygulanan nöromusküler elektrik stimülasyonunun tibialis anteriyor kas kuvvetini arttırdığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, motor öğrenme prensibine dayanan bilgisayar temelli sanal gerçeklik oyunlarının da SP'li çocuklarda denge, motor performans, günlük yaşam aktivite bağımsızlığı üzerine etkisinin de olduğunu bildiren çalışmalar söz konusudur (Gordon vd., 2012; Atasavun Uysal vd., 2016). SP'li çocuklarda bilgisayar temelli oyunların etkileri incelenirken sıklıkla Nintendo Wii (N-Wii) oyun sistemlerinin kullanıldığı gözlenmektedir. Fakat, N-Wii oyun sistemlerinde sıklıkla hastaların üst ekstremitelerinin belli bir fonksiyonel seviyede olması gerekmektedir (Wee remote kullanabilmesi amacıyla). Aynı şekilde, hastanın verilen görevi yerine getirebilmesi ve oyuna aktif katılımının sağlanabilmesi amacıyla belli bir alanda durması gerekmekte (denge tahtası) ve bu durum, ciddi derecede denge problemi olan (veya ayakta durmak veya yürüyebilmek amacıyla yürüme yardımcısı kullanan hastalarda) hastalarda problem teşkil edebilmektedir. Nitekim, N-Wii çalışmalarının büyük çoğunluğu SP'li çocuklarda üst ekstremite becerilerini geliştirmek üzerine kuruludur ve çalışmaların sonucunda da üst ekstremite becerilerini geliştirmek ve günlük yaşam bağımsızlığı üzerine etkisinin olduğu vurgulanmaktadır (Winkels vd., 2013). Aynı şekilde, sanal gerçeklik

oyunlarının postural kontrol üzerine etkisini inceleyen çalışmalar bulunmakla birlikte sayısının oldukça az olduğu belirtilmektedir (Deutsch vd., 2008; Zoccolillo vd., 2015). Bu çalışmada, X-Box kinect oyun sistemleri kullanılmış olup, hastanın Wii remote gibi sabit bir kumandayı kullanmaksızın tamamen hareket sensörlü özellikle küçük çocuklarda daha kolay bir kullanımı söz konusudur. X-BOX Kinect, çeşitli nörolojik hastalıklarda (inme, serebral palsy, vs) denge ve postural kontrolü arttırmak, motor problemlerin azaltılması, alt ve üst ekstremite fonksiyonunu arttırmak amacıyla (Bao vd., 2013; Luna-Oliva vd., 2013; Cipresso vd., 2014), yaşlılarda da dengeyi arttırmak ve düşmeyi önlemek amacıyla (Hsieh vd., 2014) etkin bir şekilde kullanılan, non-invasive, pahalı olmayan bir eğitim sistemidir. En büyük avantajlarından birisi de evde, iş yerinde rahat bir kullanıma sahip olmasıdır. SP'li çocuklarda X-BOX kinect oyun sistemlerinin denge, motor performans ve yürüyüş üzerine etkilerinin incelendiği yeterli çalışmaya rastlanmamış olup, sıklıkla üst ekstremite fonksiyonlarının incelendiği ve etkin olduğu vurgulanmıştır (Zoccolillo vd., 2015).

Biofeedback (BF), kaynağın oluşturduğu biyolojik bilginin kaynak tarafından anlaşılabilmesi ve kontrol edilebilmesi için, tekrar kaynağa geri döndürülmesidir (Hartveld ve Hegarty, 1996; Moss, 2002). BF, farkında olunmayan ve kişiye ait normal veya anormal fizyolojik olaylar hakkında, genellikle elektronik cihazlarca ve sıklıkla görsel ve işitsel sinyaller üreterek bilgi veren, kişinin bu bilgileri kullanarak vücut fonksiyonlarının farkında olmasını ve bu fonksiyonlarını istemli olarak değiştirebilmesini sağlayan bir tedavi sistemidir (Van Dijk vd., 2005; Tunca, 2007; Hartveld ve Hegarty, 1996; Moss, 2002). Yüzeyel elektrotlarla uygulanan elektromiyografik (EMG) biyofeedback 1960'lı yıllardan beri nörolojik etkilenimli hastalarda nörolojik re-edükasyonu sağlayabilmek amacıyla terapatik egzersiz modalitesi olarak kullanılmaktadır (Marinacci ve Horande, 1960). 1973 yılından beri de literatürde, yararlı etkilerine dair çalışmalar yayınlanmaktadır (Johnson ve Garton, 1973; Swaan vd., 1974; Basmajian vd., 1975; Brundy vd., 1976; Binder vd., 1981; Lourenca˜o vd., 2008). Bununla birlikte, yapılan çalışma sayısı oldukça az olup, özellikle nörolojik etkilenimli çocuklarda kullanımı ve etkileri ile ilgili yapılacak daha çok çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır. SP'li çocuklarda EMG-BF spastisiteyi azaltmak, istemli hareketi arttırmak, hareket farkındalığını arttırmak, fonksiyonu geliştirmek, kontraktür ve deformitelerle mücadele etmek için kullanılmaktadır (Nash vd, 1988; Toner vd., 1998; Bloom vd., 2010). Konuyla ilgili yapılan çalışmalarda, EMG-BF uygulamalarının SP'li çocuklarda spastisiteyi azaltarak kontraktür gelişme riskini düşürdüğü, ayak bileği normal eklem hareket açıklığı ve üst ekstremite fonksiyonelliğini arttırdığı, dorsifleksör kas kuvvetindeki artışla birlikte ayak fonksiyonunda artış sağlandığı gözlenmiştir (Dursun vd., 2004; Nash vd., 1988; Toner vd., 1998; O'Dwyer vd., 1994; Bloom vd., 2010).

Biyofeedback eğitiminde, motor aktiviteyi ortaya çıkarabilmek amacıyla, duyu-algı bütünlüğünü sağlayacak bütün kompanentlerin kullanılması başarıyı arttıracak önemli bir faktördür. Görsel (ayna, vs), işitsel (sözel uyarılar, zil sesi, vs) ve duyusal (dokunsal uyaranlar, vs) bütün uyaranların kullanılması tedavide başarı oranını önemli derecede arttırmaktadır (Max vd., 2010; Hemayattalab vd., 2013; McCabe, 2011; Smorenburg vd., 2011).

SP'li çocuklarda denge ve postural kontrol mekanizmayı geliştirmek için kullanılan bilgisayar temelli uygulamalardan birisi de balance master denge cihazı eğitimleridir ve bu çalışmada denge değerlendirmesi ve eğitimi için kullanılmıştır. Literatürde, SP'li çocuklarda denge eğitimi için balance master cihazının kullanıldığı çalışmaya rastlanmamıştır. Balance master cihazı sıklıkla SP'li çocuklarda denge değerlendirmesi için kullanılmıştır. Bu çalışmada, Balance Master cihazı denge değerlendirmesinde kullanılmış olmakla birlikte, bir grup için denge ve postural kontrol eğitiminde kullanılmıştır.

Bu çalışma, serebral palsili çocuklarda motor kontrol ve motor öğrenme prensibine dayanan üç farklı tedavi yönteminin etkinliğinin belirlenmesi amacıyla planlanmıştır.

Gereç ve yöntem

Çalışmaya uzman hekim tarafından SP tanısı konan 5-18 yaş arası cihazlı veya cihazsız yürüyebilme potansiyeline sahip SP'li çocuklar dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilme kriterleri, spastik SP'li, 6-18 yaş arası, cihazlı veya cihazsız yürüyebilme yeteneğine sahip (Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemine (GMFCS) göre seviye 1 ve 2'de olanlar), spastik diparetik (çift etkilenimli) ve hemiparetik (tek etkilenimli) SP'li olmak, söylenenleri anlayıp, öğrenecek ve gerekli komutları yerine getirebilecek kadar bilişsel düzeye sahip olan çocuklar, son 6 ay içerisinde Botulinum toksin uygulaması yapılmamış veya cerrahi işlem geçirmemiş hastalar, çalışmaya katılmaya gönüllü olan çocuklardır. Dahil edilmeme kriterleri ise şiddetli bilişsel etkilenimi olanlar (verilen komutları anlayamayan ve yerine getiremeyen bireyler), işitme ve görme kaybı olanlar, son 6 ay içerisinde Botulinum toksin enjeksiyonu veya herhangi bir ortopedik girişim yapılmış olan çocuklar, epilepsisi olanlar, bağımsız ayakta duramayan ve yürüyemeyen çocuklar (GMFCS'ye göre seviye 3,4,5), SP dışında herhangi bir nörolojik hastalığı olanlar olarak belirlenmiştir. Örneklem büyüklüğü Epi Info™ 7 (7.1.1.14) programında %95 güven sınırında 0.05 hata payı ile çalışmanın güç oranını %80 olarak elde etmek için her grupta en az 15 kişi olacak şekilde hesaplanmıştır. Proje konusu, Dokuz Eylül Üniversitesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nda değerlendirilerek, etik açıdan uygun bulunmuştur (protokol No:1598-GOA;2014/24-05 karar numarası). Projeye dahil edilen bireyler, çalışmanın metodolojisi ve amacı ile ilgili olarak bilgilendirilmiş ve çalışmaya katılım konusunda sözlü ve yazılı onayları alınmıştır.

Çalışmaya dahil edilen çocukların sosyo-demografik bilgileri kaydedildikten sonra, Balance Master ile denge ve postural kontrol değerlendirmeleri, yürüyüş analizi ölçümleri, Pedoboragrafik ölçümler, fonksiyonel mobilite ve dinamik denge testleri, kas kuvvet ölçümleri, günlük yaşamda fonksiyonel bağımsızlık ölçümü ve yaşam kalitesi değerlendirmeleri yapılmıştır.

Sosyo-demografik ölçümler: Çocukların yaş, boy, kilo değerleri ve cinsiyet özelliği not edilmiştir. Bununla birlikte, klinik tipi, etkilenim şiddeti, yardımcı cihaz kullanıp kullanmadığı, kullanıyorsa tipi sorgulanmıştır.

Denge ve postural kontrol değerlendirmesi: Çocuklarda postural kontrol ve denge, araştırmanın gerçekleştirildiği yer olan Dokuz Eylül Üniversitesi Fizik Tedavi ve

Rehabilitasyon Yüksekokulu Hareket Analizi Laboratuarı'nda mevcut bulunan Balance Master® denge ve performans test ve eğitim cihazı (NeuroCom® System Version 8.1.0, B 100718, 1989-2004 NeuroCom® International Inc. USA) ile ayakta durma, oturma pozisyonunda ve adım alma aktivitelerinde alt ekstremitelere ağırlık aktarımı sırasındaki vücudun ön-arka ve sağ-sol vücut salınımları ve dengenin kaydedilmesiyle değerlendirilmiştir (Angın vd., 2013). Balance Master denge ve performans cihazı, hastaların günlük yaşam aktivitelerine ait fiziksel aktivitelerin stimüle edildiği, bu aktiviteler sırasında statik ve dinamik denge parametreleri ile performans değerlerinin ölçüldüğü bir cihazdır. Bu cihaz ile içeriğinde var olan test parametreleri kullanılarak hastaların statik ve dinamik dengeleri ile performans parametreleri değerlendirilmiştir.

Balance master denge ve analiz testleri için test pozisyonları önce araştırmacının kendi üzerinde uygulamalı bir şekilde gösterilerek hastaya anlatılmış, her bir test öncesi hastaların testi daha iyi anlamaları için pratik uygulama yapmaları sağlanmıştır. Testlerin her biri 3 defa tekrar edilerek, her bir test için sistem yazılımı ile ortalamaları alınmıştır.

Balance master cihazında çocukların değerlendirmelerinde kullanılan testler; çömelme/ağırlık aktarma testi (weight bearing/squat), tek ayak üzerinde gözler açık/kapalı denge testi (unilateral stance testi), stabilite limiti testi (limits of stability) ve fonksiyonelliği ölçen topuk-parmak ucu yürüyüşü (tandem walk) ve adım alma/durma testi (step up/over) testleridir.

Çömelme-ağırlık aktarma testi için diz eklemi 0˚, 30˚ ve 60˚ diz fleksiyonunda her iki alt ekstremiteye binen vücut ağırlığı oranları incelenmiştir.

Tek ayak üzerinde gözler açık/kapalı denge testi için çocuk ayakta ve dik duruş pozisyonunda, önce sol daha sonra sağ ayak üzerinde gözler açık ve kapalı iken bu pozisyonunu koruması istenmiştir. Bu testte postural salınım dereceleri hesaplanmıştır.

Stabilite limiti testi (Limits of stability) için çocuktan platform üzerinde belirlenen merkez noktasında iken bilgisayar ekranındaki ön-arka, sağ-sol ve diğer yönlerde olmak üzere 8 farklı noktaya verilen emir ile gravite merkezini kaydırarak belirlenen noktalar üzerine en hızlı ve doğrusal bir şekilde ulaşması istenmiştir. Böylelikle bu testte reaksiyon zamanı, hareket hızı, ulaşılan son nokta, ulaşılan maksimum uzaklık ve hareket kontrolü değerlendirilmiştir.

Topuk-parmak yürüyüşü (tandem yürüyüş) testi için çocuk kuvvet platform içerisinde iken sağ veya sol ayağını topuk-parmak şeklinde pozisyonlayarak verilen komutla aynı şekilde yürümesi ve sonra durması istenmiştir. Bu testle adım genişliği, yürüme hızı ve son salınım değerlendirilmiştir.

Balance master test cihazı aynı zamanda grup 3'teki çocukların denge ve postural kontrol eğitimleri için de kullanılmıştır. Değerlendirilen test parametreleri çocukların eğitimleri için gittikçe zorlaştırılacak şekilde kullanılmıştır.

Yürüyüş analizi: Katılımcıların yürüme analizleri 3 boyutlu yürüme analizi sistemi (BTS, Bioengineering Technology System, Milano, Italy) ile değerlendirilerek BTS GaitEl20 (ver. 2.9.7) yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Yürüme analizine ait zaman-mesafe parametreleri (duruş süresi, sallanma süresi, çift destek süresi, çift adım süresi, kadans, adım uzunluğu, hız, sallanma hızı, çift adım uzunluğu, adım genişliği, ortalama hız) kaydedilmiştir (Demirbüken vd., 2013).

Pedoboragrafik ölçümler: Yürüme sırasındaki dinamik plantar basınç ölçümü EMED (Novel gmbH, Munich, Germany) elektronik pedobarografi cihazı (Novel Database Medical, version 13.3) ile yapılmıştır. Ayağın pedobarografik incelemesinde dominant ve dominant olmayan tarafa ait referans bölgelerden maksimum kuvvet (Newton, N), pik basınç (kilo Pascal, kPa) ve temas süresi (milisaniye, ms) değerleri elde edilmiş ve kaydedilmiştir (Demirbüken vd., 2013; Angın vd., 2013).

Fonksiyonel mobilite ve dinamik denge: Bunun için, Süreli Kalk Yürü Testi (SKYT) (Podsiadlo ve Richardson, 1991), Merdiven İnme-Çıkma Testi (MİÇT) (Zaino vd., 2004; Chrysagis vd., 2014) ve Pediatrik Berg Denge Testi (BDÖ) (Franjoine vd., 2013) uygulanmıştır.

Süreli Kalk Yürü Testi (Timed "up and go" test) (SKYT): SP'li çocuklarda fonksiyonel mobiliteyi değerlendirmek için sıklıkla kullanılan güvenilir ve geçerli bir testtir. Çocuğun oturduğu sandalyeden kalkması, 3m yürüyüp geri dönerek oturması için geçen süre kaydedilmiştir. Test aralarında 5 sn dinlenme süreleri bulunan 3 tekrardan oluşmuştur. Değerlendirmeye 3 testin ortalaması alınmıştır (Podsiadlo ve Richardson, 1991).

Merdiven Çıkma ve İnme Testi (MİÇT): Çocuklarda denge, süreli performans ve fonksiyonel mobiliteyi değerlendirmek amacıyla sıklıkla kullanılan geçerli ve güvenilir bir testtir (Zaino vd. 2004). Çocuğun 13 basamaklı bir merdiveni çıkıp son basamaktan durmaksızın aşağı inmesi istenmiş ve testi tamamladığı süre kaydedilmiştir. Ayaklarının başlangıç pozisyonundaki gibi yere temas ettiği süre baz alınmıştır. Test aralarında 5 sn dinlenme süreleri bulunan 3 tekrardan oluşmuştur ve değerlendirmeye 3 testin ortalaması alınmıştır (Zaino vd., 2004; Chrysagis vd., 2014).

Pediatrik Berg denge Testi (PDÖ): Çocuklarda uygulaması kolay, geçerli ve güvenilir bir testtir (Franjoine vd. 2013). 14 yönerge içeren ve her bir yönerge için hastanın performansının gözlenerek 0-4 arası puan verilen bir ölçektir. Hastanın aktiviteyi hiç

yapamadığı durumlarda 0 puan verilirken, hastanın aktiviteyi bağımsız bir şekilde tamamladığında 4 puan verilir. En yüksek puan 56 olup, 0-20 puan denge bozukluğunu, 21-40 puan kabul edilebilir bir denge varlığını, 41-56 puan iyi bir dengenin varlığını gösterir (Franjoine vd., 2013).

Kas kuvveti: Çocukların alt ekstremite izometrik kas kuvveti (kalça fleksör- ekstansörleri, abduktor-adduktörleri, diz fleksör-ekstansörleri, ve ayak bileği fleksör- ekstansörlerineti) PowerTrackII Commender™ el dinamometresi ile değerlendirilmiştir (Wuang vd., 2013). Ölçümler, tek bir araştırmacı tarafından tüm çocuklara uygulanmıştır. Test için çocuk test edilmesi planlanan kas için uygun pozisyona yerleştirilerek, çocuğun ölçüm için yerleştirilen dinamometre ve araştırmacıya maksimum bir çaba ile karşı koyması istenmiştir. Araştırmacının "gevşe" komutuna kadar çocuğun dirence karşı koyması istenmiştir. 3-5 saniyelik dinlenme süreleri verilerek her bir kasın test ölçümü 3 tekrarlı yapılmış ve araştırmaya ölçümlerin ortalaması dahil edilmiştir. Ölçümler test edilecek çocuğun tercih ettiği tek bir taraftan yapılmıştır. Kas kuvveti kg olarak kaydedilmiştir (Wuang vd., 2013).

Günlük yaşamda fonksiyonel bağımsızlık ölçümü (WeeFIM): Çocukların günlük yaşamdaki fonksiyonel bağımsızlık düzeyi Pediatrik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçümü (WeeFIM) ile değerlendirilmiştir (Tur vd., 2009). WeeFIM, kendine bakım, sfinkter kontrolü, transferler, lokomosyon, iletişim, sosyal ve kognitif olmak üzere 6 alanda toplam 18 madde içerir. Bu alanlardaki her bir maddedeki fonksiyonu gerçekleştirirken yardım alıp almadığı, zamanında yapıp yapmadığı veya yardımcı cihaz gerekip gerekmediğine göre 1'den 7'ye kadar skorlanır. Verilen görevi tamamen yardımla yaptığında 1, tamamen bağımsız olarak, uygun zamanda ve güvenli bir şekilde yaptığında ise 7 olarak değerlendirilir. Yardımın miktarına göre 1-7 arası puanlar verilir. Buna göre en az 18 (tam bağımlı), en fazla 126 (tam bağımsız) puan alınabilir. Değerlendirme, yüz yüze görüşme yöntemiyle veya telefonla yapılabilmektedir. Çalışma kapsamında değerlendirmeler yüz yüze görüşme yöntemi ile çocuklar aile eşliğinde gözlenerek yapılmıştır.

Sağlıkla ilgili yaşam kalitesi (SİYK): Çocuklarda sağlıkla ilgili yaşam kalitesini değerlendirmek için Çocuk Sağlığı anketi- Anne/Baba Raporu'nun (CHQ-PF 50) Türkçe versiyonu kullanılacaktır (Ozdoğan vd., 2001). CHQ-PF 50, 5-18 yaşları arasındaki çocuk ve ergenlerin sağlıkla ilgili yaşam kalitelerini değerlendiren bir ölçektir. 14 alt bölümden oluşur ve toplam 50 soru maddesi içerir. Ölçülen kavramlar şunlardır: genel sağlık (GGH), fiziksel fonksiyon (PF), emosyonel ya da davranışla ilgili zorluklar nedeniyle rol/sosyal kısıtlamalar (REB), fiziksel sağlık nedeniyle rol/ sosyal kısıtlamalar (RP), ağrı ve rahatsızlık (BP), davranış (BE), mental sağlık (MH), öz saygı (SE), genel sağlık algılaması (GH), ebeveyn üzerindeki emosyonel etki (PE), ebeveyn üzerindeki zaman etkisi (PT), aile aktiviteleri (FA),

aile uyumu (FC). Bunun yanında çocuktaki sağlık değişimini, bir yıl öncesi ile karşılaştıran, sağlıkta değişim (CH) bölümünü içerir. Bölümlerden alınabilecek toplam en iyi skor “100”, en kötü skor ise “0” dır. Çalışmada tüm alt bölümlerden alınan puanlar toplanarak değerlendirmeler toplam üzerinden yapılmıştır (Özdoğan vd., 2001).

Yardımcı cihaz kullanan çocukların değerlendirmeleri hem cihazlı hem de cihazsız bir şekilde yapıldı ve değerler ayrı ayrı kaydedildi. Eğitim programları eğer çocuk cihazsız bir şekilde eğitim programlarını gerçekleştirebilecek durumda ise tercihen cihazsız yapıldı.

Çalışmaya, dahil edilme kriterlerini sağlayan toplamda 50 hasta dahil edildi. Dahil edilen hastalar, çalışma ile ilgili detaylı bilgi alıp çalışmaya dahil olmayı kabul eden hastalardı. Fakat, dahil edilen hastalardan 2 tanesi nöbet geçirdiği, 2 tanesi belli bir süre sonra ebeveynler çalıştığından getirecek kimsesi olmadığı, 1 tanesi, aşırı yorgunluk ve baş ağrısı şikayeti olduğu, 5 tanesi ulaşım problemi çektiği için (İzmir’in uzak ilçelerinde ikamet eden hastalar), 1 tanesi işe başladığı için çalışmayı bırakmıştır. Ayrıca, 3 hasta sebep göstermeksizin tedavinin ortalarında tedavi programlarına gelmemiş, 3 hasta da ilk değerlendirmeler yapıldıktan sonra verilen randevulara çağırıldıkları halde gelmemişlerdir. Ayrıca, Dokuz Eylül Üniversitesi Çocuk Nörolojisi Anabilimdalı’ndan yönlendirilen ve çalışmaya katılmayı arzu eden 5 hasta şehir dışında yaşadıkları ve kalacak yer sıkıntısından dolayı çalışma süresinin uzun olmasından dolayı çalışmaya dahil edilememişlerdir. Dolayısıyla, çalışma 33 hasta ile tamamlanmıştır.

Çalışma planlanırken dahil edilecek hasta popülasyonunun Dokuz Eylül Üniversitesi Çocuk Hastalıkları Hastanesi Çocuk Nörolojisi Anabilimdalı’ndan temin edilmesi üzerine kurgulanmıştır. Fakat, proje başlangıcından sonraki ilk 1 yıllık sürecin tamamlanmasıyla yönlendirilen hasta sayısının oldukça yetersiz olduğu gözlenmiştir. Anabilimdalı tarafından bildirilen gerekçeler şu şekildedir: başvuran hastaların bazılarının şehir dışında ikamet etmesi, dahil edilme kriterlerini sağlayan çocuk sayısının az olması (kuadriplejik SP’li olma, daha küçük yaş grubuna sahip olma, bağımsız ayakta duramama ve yürüyememe, gibi sorunlara sahip çocukların başvurması, vb.). Yeterli hasta sayısına ulaşabilmek için proje koordinatörü tarafından alınan önlemler şu şekildedir:

- Çalışma kurgulanırken, çalışmada bursiyer olarak dahil edilmesi planlanan öğrenciler, Çocuk Nörolojisi Anabilim Dalı öğretim üyesi Prof.Dr. A. Semra Hız ile belirlenen poliklinik gününde (Perşembe günü) hem ortamı tanımak hem de gelen hastaları gözlemleyebilmek ve dahil olabilecek hastaları belirleyebilmek için poliklinik yapmıştır. Bu durum proje başladıktan sonra da oldukça uzun bir süre devam etmiştir (yaklaşık 12 ay kadar). Buna ragmen, yeterli hasta sayısına ulaşılamamıştır.

- Bu süre zarfında yeterli hasta sayısına ulaşabilmek için İzmir ilinde SP'li hasta popülasyonu bakımından önem taşıyan birçok dal merkezi, özel eğitim kurumu ve hastane ile görüşmeler yapılmış, uzmanlarla tanışma, proje hakkında bilgilendirme ve hasta yönlendirmeleri konusunda görüşmeler düzenlenmiş, sık sık telefon ile hatırlatılmıştır.
- Ayrıca, SP'li çocuk potansiyeli olan üniversitemiz Tıp Fakültesi, Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon Anabilimdalı ile de görüşmeler yapılmış, 4 ay boyunca proje bursiyeri olarak çalışan Metin Selmani SP polikliniği günü olan Salı günleri yeterli hasta sayısına ulaşabilmek için görevlendirilmiş ve çalışmaya dahil edilme kriterlerini sağlayan hastalar projenin gerçekleştirileceği Yüksekokulumuza yönlendirilmiştir.

Bütün bu girişimlere rağmen, ancak 50 SP'li hastaya ulaşılabilmiş, fakat, bu hastaların tamamının çalışmayı sonlandırması sağlanamamıştır. Bu nedenle, hedeflenen hasta sayısına ulaşılamamıştır. İstatistik analizleri, çalışmayı tamamlayan çocuk sayısı göz önünde bulundurularak yapılmıştır.

Çalışmayı, X-BOX grubundan 11 hasta, Balance master grubundan 12 hasta ve EMG-BF grubundan da 10 hasta tamamlamıştır. Çalışmaya dahil edilen hastaların ilk değerlendirmelerinin tamamlanması ile birlikte, tedavi programlarına başlanmıştır.

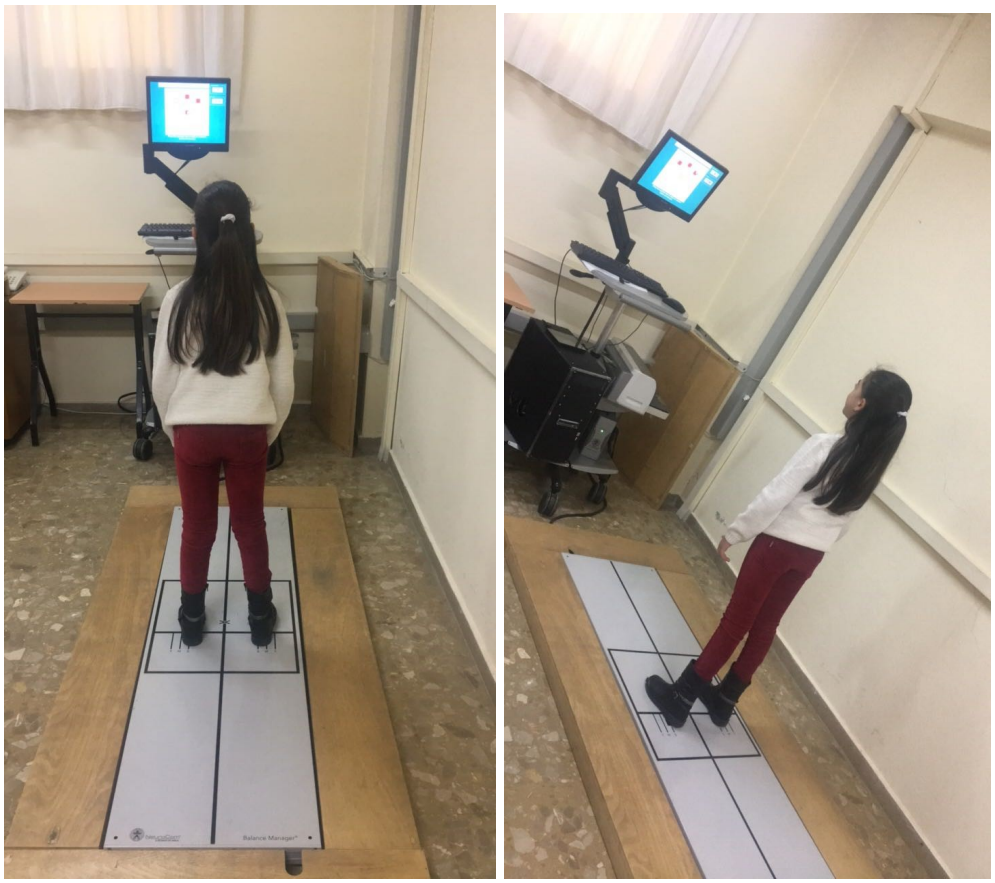
EMG-BF grubundaki hastalara 12 hafta boyunca haftanın 3 günü günde 30 dk olacak şekilde EMG-BF eğitimi, X-BOX grubundaki çocuklara 12 hafta/3 gün/30-45 dk boyunca X-Box Kinect oyun sistemleri ile eğitim programı, balance master grubundaki çocuklara da 12 hafta/3 gün/30-45 dk Balance Master cihazı ile eğitim uygulandı.

EMG-BF eğitimi, alt ekstremite kas kuvvetini arttırmak ve fonksiyonel eğitimi amacıyla uygulandı. Yüzeyel elektrotlar ayak bileği dorsifleksörleri ve diz ekstansörü M.Quadriceps femorise bağlanarak uygulama yapıldı. Alt ekstremite EMG BF uygulaması hemiparetik SP'li çocuklar için etkilenmiş tek ekstremiteye uyguladı, fakat, her iki alt ekstremitesi etkilenmiş diparetik SP'li çocuklarda ise her iki alt ekstremiteye uygulama yapıldı.



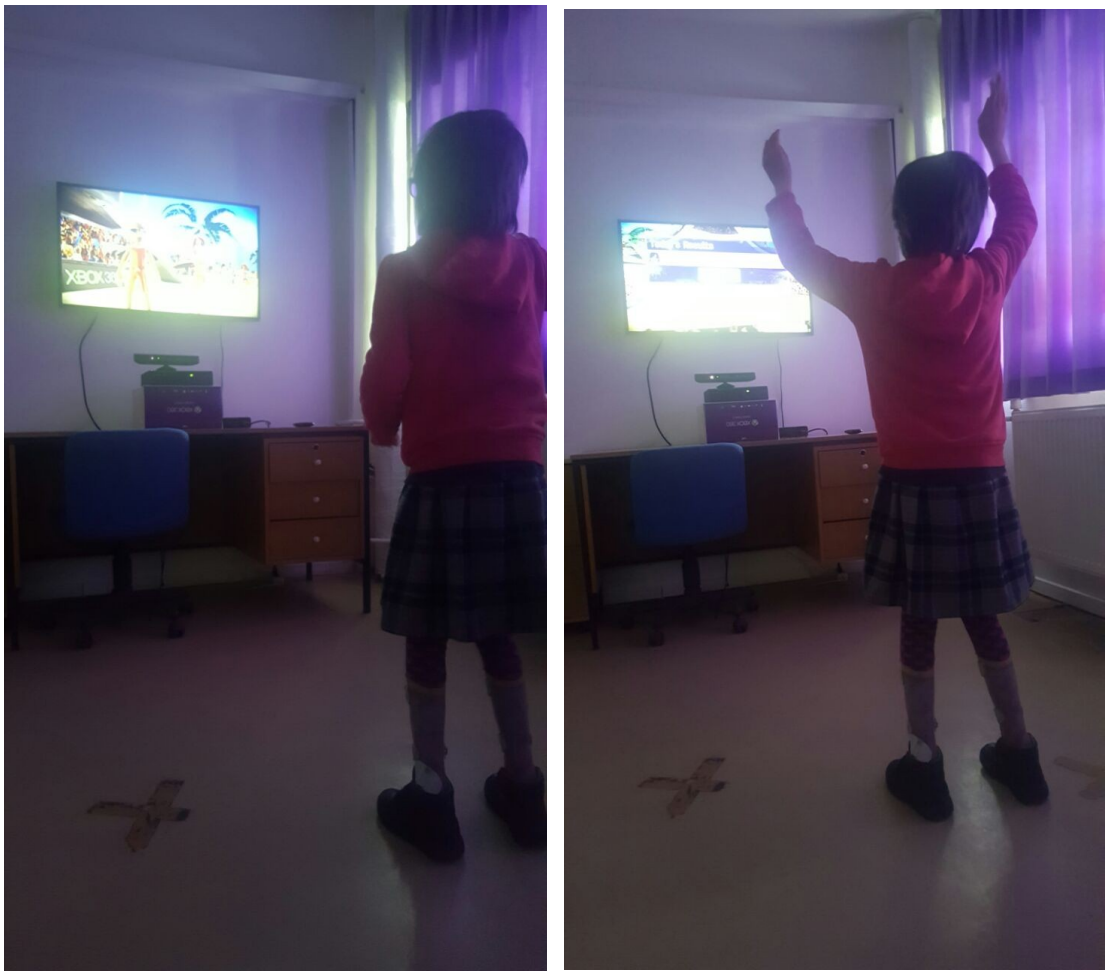
Şekil 1: EMG- BF uygulaması yapılan hasta

Balance Master denge ve performans sistemi içerisinde yer alan ve hastaların değerlendirmelerinde kullanılan testler basitten zora doğru ilerlenerek hastanın performansı doğrultusunda aynı zamanda eğitimi için de kullanıldı.



Şekil 2: Balance master cihazı ile tedavi programı gerçekleştirilen hasta

X-Box Kinect uygulanacak olan gruptaki çocuklara X-BOX 360 Kinect Adventures, X-BOX 360 Kinect Sports Ultimate Collection, X-Box Disneyland Adventure paketlerinde yer alan ve temel olarak denge ve postural kontrolü arttırmaya yönelik oyun sistemleri kullanıldı. X-BOX eğitim grubundaki çocuklarda eğitim programları loş bir odada (parlak ekran olmaması ve nöbet riskini elimine edebilmek için) yapıldı.



Şekil 3: X-BOX 360 oyun sistemleri ile tedavisi gerçekleştirilen hasta

Her 3 gruptaki çocukların tedavi programlarının bitimi ile birlikte başlangıçta yapılan değerlendirme prosedürü tekrarlandı (Balance master cihazı kullanılarak denge ve postural kontrol ölçümleri, süreli kalk yürü testi (SKYT), merdiven inme çıkma testi (MİÇT), Pediatrik Denge Ölçümü (PDÖ), pedaboragrafik ölçümler, kas kuvvet değerlendirmesi, yürüyüş analizi, günlük yaşam aktivite düzeyi (WeeFIM) ve yaşam kalitesi ölçümleri (CHQ PF-50)). Daha sonra elde edilen veriler veri analizi ve sonuç raporunun hazırlanabilmesi için üzere dijital ortama aktarıldı.

İstatistiksel analiz

Verilerin istatistiksel analizleri için SPSS for Windows version 20.0 programı kullanıldı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemlerle (Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk testleri) kullanılarak incelendi. Sayısal değişkenler ortalama±standart sapma olarak, nitelik değişkenler ise sayı ve yüzde ile gösterildi. Nitelik değişkenler bakımından gruplar arasında farklılık olup olmadığı ki kare testi ile araştırıldı. Denge, postural kontrol ve performans test sonuçları normal dağılım göstermediğinden, gruplar arası karşılaştırmalı istatistiksel analiz için Kruskal-Wallis testi kullanıldı. İkişerli karşılaştırmalar için Mann Whitney U testi kullanılarak yapıldı ve Bonferroni düzeltmesi kullanılarak değerlendirildi. Tedavi öncesi ve sonrası değerlendirme parametreleri arasındaki farklılıklar Wilcoxan testi ile bakıldı. Anlamlılık düzeyi $p<0.05$ olarak kabul edildi.

Bulgular

Çalışmaya yaş ortalaması 10.6±5.06 yıl olan toplam 33 SP'li çocuk dahil edildi. Dahil edilen çocukların 11'i X-BOX eğitim grubunda, 12'si balance master cihazı eğitim grubunda ve 10'u EMG-BF eğitim grubunda idi. Yapılan istatistiksel analizde, gruplar arasında yaş, kilo değerleri ve ekstremite tutulum tipi bakımından istatistiksel bir farklılık olduğu gözlenmiştir ($p<0.05$, Tablo 1). Çalışmaya dahil edilen çocukların boy değerleri, GMFCS seviyeleri ve yardımcı cihaz kullanımları arasında bir farklılık bulunmamıştır ($p>0.05$, Tablo 1). Çalışmaya dahil edilen çocukların sosyo-demografik ve klinik özellikleri Tablo 1'de gösterildi.

Tablo 1. Çalışmaya dahil edilen çocukların sosyo-demografik ve klinik özellikleri

	Balance master grubu (n=12)	X-BOX grubu (n=11)	EMG-BF grubu (n=10)	χ^2, z	p
Yaş (yıl), X±SD	10.1±5.42	13.1±5.17	7.33±2.5	6.90	0.03*
Boy (cm), X±SD	134.8±21.4	148.1±16.14	122.6±16.9	4.74	0.09
Kilo (kg), X±SD	30.8±16.54	39.5±11.6	23.5±9.94	6.70	0.03*
Etkilenim tipi, n(%)				5.98	0.040
Hemiparetik	7 (58.3)	3 (27.2)	3 (30)		
Diparetik	5 (41.7)	8 (72.8)	7 (70)		
GMFCS, n(%)				3.27	0.67
Seviye 1	4 (33.3)	9 (81.9)	1 (10)		
Seviye 2	8 (66.7)	2 (18.1)	9 (90)		
Yardımcı cihaz kullanımı, n(%)				6.28	0.17
Var	2 (16.7)	1 (9.1)	8 (80)		
Yok	10 (83.3)	10 (90.9)	2 (20)		

*$p<0.05$, χ^2= ki kare testi, z= Kruskal-Wallis testi

Tablo 2. Gruplar arası tedavi öncesi SKYT, MİÇT, PDÖ ve kas kuvvet değerleri arasındaki farklılık

	Balance master grubu (n=12) X±SD	X-BOX grubu (n=11) X±SD	EMG-BF grubu (n=10) X±SD	z	p
SKYT					
Dominant taraf	10.4±3.3	8.4±2.3	14.9±16.1	7.59	0.02*
Non-dominant taraf	9.7±2.4	7.8±2.1	14.4±16.2	3.28	0.19
SKYT toplam	20.2±5.6	16.2±4.4	29.4±32.2	6.45	0.04*
MİÇT	44.6±31	30.8±19.5	47.7±31.2	3.14	0.20
PDÖ	42.8±13.3	49±6.6	47.6±6.3	1.03	0.59
Kas kuvveti (sağ ekstremite)					
Kalça fleksörleri	7.1±4.9	10.4±5.4	7.8±4.1	2.69	0.26
Kalça ekstansörleri	8.3±5.8	10.7±7.1	5.2±2.4	3.52	0.17
Kalça abduktörleri	8.9±6.7	9.7±4.4	7.9±4.3	0.52	0.76
Kalça adduktörleri	8.4±6.18	8.2±3.9	6.2±3.8	0.41	0.81
Diz fleksörleri	6±2.3	8.3±4.1	8.4±4.1	1.85	0.39
Diz ekstansörleri	9.3±4.2	12±6.5	10.5±7.6	2.17	0.33
Ayak bileği plantar fleksörleri	9.3±7.1	9.7±6.5	12.4±5.5	3.04	0.21
Ayak bileği dorsifleksörleri	7±6.5	11.5±6.5	12.4±5.5	2.17	0.33
Toplam sağ eksremite kuvveti	64.6±40.3	80.8±38.9	67±33.3	3.04	0.21
Kas kuvveti (sol ekstremite)					
Kalça fleksörleri	8.2±4.7	10.7±5.3	7.7±3.7	2.41	0.29
Kalça ekstansörleri	8.6±6.4	11.1±6.9	4.7±2	6.36	0.04*
Kalça abduktörleri	9.2±5	10.5±8.1	7±4.5	3.07	0.21
Kalça adduktörleri	8.1±7.6	8.1±4.3	7.6±5.3	0.39	0.82
Diz fleksörleri	5.9±3.2	8.6±4.4	6.8±2.9	3.43	0.17
Diz ekstansörleri	9.5±7.8	12.8±6.2	11.7±7.9	5.09	0.07
Ayak bileği plantar fleksörleri	10.7±7.4	12±6.8	10.7±7.4	0.53	0.76
Ayak bileği dorsifleksörleri	9.5±7.8	10.2±7.3	7.8±4.4	0.34	0.84
Toplam sol ekstremite kuvveti	69±45.3	80.1±42.4	64.1±30.4	0.91	0.63

Gruplar arasında yapılan karşılaştırmalı istatistik analizde, tedavi öncesinde dominant taraftan dönülerek yapılan SKYT değeri, toplam SKYT değeri, sol kalça ekstansör kas kuvvet değeri arasında istatistiksel bir farklılık bulundu ($p<0.05$, Tablo 2), fakat, MİÇT, PDÖ ve sağ taraf alt ekstremite kas kuvvet değerleri, sol alt ekstremite diğer kas kuvvet değerleri arasında bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$, Tablo 2). Farkı yaratan grubun EMG-BF grubu olduğu gözlendi ($p<0.05$).

Tablo 3. Gruplar arası tedavi sonrası SKYT, MİÇT, PDÖ ve kas kuvvet değerleri arasındaki farklılık

	Balance master grubu (n=12) X±SD	X-BOX grubu (n=11) X±SD	EMG-BF grubu (n=10) X±SD	z	p
SKYT					
Dominant taraf	9.4±3.7	7.8±2.2	11.9±10	1.57	0.45
Non-dominant taraf	9.5±4.5	7.8±2.6	10.2±7	2.15	0.34
SKYT toplam	18.9±8.2	15.7±4.8	22.1±17	1.87	0.39
MİÇT	38±21.6	26.1±15.1	44.7±28.3	4.17	0.12
PDÖ	48.7±8	53.7±4.2	50.2±62	3.09	0.21
Kas kuvveti (sağ ekstremite)					
Kalça fleksörleri	7.7±3	12.2±5.5	8.8±4.9	4.06	0.13
Kalça ekstansörleri	9.6±6.2	12.6±8.6	6.9±2.1	2.62	0.26
Kalça abduktörleri	10.1±6.1	11.5±5	8.8±4.9	1.14	0.56
Kalça adduktörleri	9.6±6.2	92±4.8	7.7±3.7	0.93	0.62
Diz fleksörleri	8.6±6	9±4.7	8.6±4.5	0.13	0.93
Diz ekstansörleri	10.8±5.7	12.8±6.6	12.2±7.5	0.79	0.67
Ayak bileği plantar fleksörleri	12.2±7.4	11.6±8.1	12.8±6.9	0.23	0.88
Ayak bileği dorsifleksörleri	8.9±7.3	11.4±6.2	9.9 ±6.1	0.72	0.69
Toplam sağ eksremite kuvveti	77.8±46.7	90.5±42.4	75.9±36.3	0.64	0.72
Kas kuvveti (sol ekstremite)					
Kalça fleksörleri	8.9±3.9	12±6.2	8.7±3.5	2.99	0.22
Kalça ekstansörleri	10.6±8.1	12.6±8.2	5.4±2	6.49	0.03*
Kalça abduktörleri	9.6±5.3	12.1±5.9	8±4.9	2.35	0.30
Kalça adduktörleri	8.8±7.5	9.3±5.4	8.8±5.3	0.12	0.93
Diz fleksörleri	8±5.2	10.3±5.1	6.9±3.1	3.05	0.21
Diz ekstansörleri	10.3±6.3	13.4±6.2	12.4±6.9	3.98	0.13
Ayak bileği plantar fleksörleri	13.4±6.6	13±7.8	12.6±8.6	0.21	0.89
Ayak bileği dorsifleksörleri	10.8±9.5	11.2±7.5	8.7±4.2	0.80	0.67
Toplam sol ekstremite kuvveti	80.7±50.4	94.3±47.6	71.7±30.9	1.76	0.41

Gruplar arası tedavi sonrası farklılıkları tespit etmek amacıyla yapılan istatistiksel analizde, sol alt ekstremite kalça ekstansör kas kuvvet değeri arasında istatistiksel bir farklılık olduğu ($p<0.05$), SKYT, PDÖ, MİÇT, sağ alt ekstremite kas kuvvet değerleri ve diğer sol alt ekstremite kas kuvvet değerleri arasında bir farklılığın olmadığı tespit edildi ($p>0.05$, Tablo

3). Kalça ekstansör kas kuvvet değeri arasındaki farkı yaratan grubun EMG-BF grubu olduğu tespit edildi.

Tablo 4. Balance master tedavi grubunun tedavi öncesi ve sonrası SKYT, MİÇT, PDÖ ve kas kuvvet değerleri arasındaki farklılık

	Tedavi öncesi X±SD	Tedavi sonrası X±SD	z	P
SKYT				
Dominant taraf	10.4±3.3	9.4±3.7	-1.12	0.26
Non-dominant taraf	9.7±2.4	9.5±4.5	-2.31	0.02*
SKYT toplam	20.2±5.6	18.9±8.2	-1.83	0.23
MİÇT	44.6±31	38±21.6	-1.83	0.06
PDÖ	42.8±13.3	48.7±8	-2.53	0.01*
Kas kuvveti (sağ ekstremite)				
Kalça fleksörleri	7.1±4.9	7.7±3	-1.48	0.13
Kalça ekstansörleri	8.3±5.8	9.6±6.2	-2.07	0.03*
Kalça abduktörleri	8.9±6.7	10.1±6.1	-1.36	-1.12
Kalça adduktörleri	8.4±6.18	9.6±6.2	-1.12	0.26
Diz fleksörleri	6±2.3	8.6±6	-2.38	0.01*
Diz ekstansörleri	9.3±4.2	10.8±5.7	-1.83	0.06
Ayak bileği plantar fleksörleri	9.3±7.1	12.2±7.4	-1.83	0.06
Ayak bileği dorsifleksörleri	7±6.5	8.9±7.3	-1.61	0.10
Toplam sağ eksremite kuvveti	64.6±40.3	77.8±46.7	-2.54	0.01*
Kas kuvveti (sol ekstremite)				
Kalça fleksörleri	8.2±4.7	8.9±3.9	-1.18	0.23
Kalça ekstansörleri	8.6±6.4	10.6±8.1	-1.68	0.09
Kalça abduktörleri	9.2±5	9.6±5.3	-0.88	0.37
Kalça adduktörleri	8.1±7.6	8.8±7.5	-0.84	0.40
Diz fleksörleri	5.9±3.2	8±5.2	-2.31	0.02*
Diz ekstansörleri	9.5±7.8	10.3±6.3	-1.36	0.17
Ayak bileği plantar fleksörleri	10.7±7.4	13.4±6.6	-1.12	0.26
Ayak bileği dorsifleksörleri	9.5±7.8	10.8±9.5	-1.95	0.04*
Toplam sol ekstremite kuvveti	69±45.3	80.7±50.4	-2.07	0.03*

Grup içi tedavi öncesi ve sonrası değerlendirme parametreleri arasındaki farklılıkları tespit etmek amacıyla yapılan istatistiksel analizde, balance master denge eğitimi yapılan grubun tedavi öncesi, non dominant taraftan dönülerek kaydedilen SKYT değeri, PDÖ, sağ alt ekstremite kalça ekstansör, adduktör ve toplam değer, sol diz fleksör, ayak bileği dorsifleksör ve toplam kas kuvvet değeri arasında istatistiksel bir farklılık olduğu gözlendi ($p<0.05$). fakat, dominant taraftan dönülerek yapılan SKYT değeri, toplam SKYT değeri, MİÇT, sağ alt

ekstremite kalça fleksör-ekstansör, abduktör, diz fleksör-ekstansör, ayak bileği plantar-dorsifleksör kas kuvvet değeri, sol ekstremite kalça fleksör-ekstansör, adduktör-abduktör, diz ekstansör kas kuvvet değeri arasında bir farklılık olmadığı tespit edildi (p>0.05, Tablo 4).

Tablo 5. X-BOX tedavi grubunun tedavi öncesi ve sonrası SKYT, MİÇT, PDÖ ve kas kuvvet değerleri arasındaki farklılık

	Tedavi öncesi X±SD	Tedavi sonrası X±SD	z	p
SKYT				
Dominant taraf	8.4±2.3	7.8±2.2	-1.42	0.15
Non-dominant taraf	7.8±2.1	7.8±2.6	-1.73	0.08
SKYT toplam	16.2±4.4	15.7±4.8	-1.86	0.05*
MİÇT	30.8±19.5	26.1±15.1	-2.31	0.02*
PDÖ	49±6.6	53.7±4.2	-2.68	0.01*
Kas kuvveti (sağ ekstremite)				
Kalça fleksörleri	10.4±5.4	12.2±5.5	-2.80	0.01*
Kalça ekstansörleri	10.7±7.1	12.6±8.6	-1.95	0.05*
Kalça abduktörleri	9.7±4.4	11.5±5	-2.65	0.01*
Kalça adduktörleri	8.2±3.9	92±4.8	-0.88	-.37
Diz fleksörleri	8.3±4.1	9±4.7	-1.48	0.13
Diz ekstansörleri	12±6.5	12.8±6.6	-2.60	0.01*
Ayak bileği plantar fleksörleri	9.7±6.5	11.6±8.1	-1.02	0.30
Ayak bileği dorsifleksörleri	11.5±6.5	11.4±6.2	-0.96	0.33
Toplam sağ eksremite kuvveti	80.8±38.9	90.5±42.4	-2.49	0.01*
Kas kuvveti (sol ekstremite)				
Kalça fleksörleri	10.7±5.3	12±6.2	-163	0.10
Kalça ekstansörleri	11.1±6.9	12.6±8.2	-1.95	0.05*
Kalça abduktörleri	10.5±8.1	12.1±5.9	-1.60	0.10
Kalça adduktörleri	8.1±4.3	9.3±5.4	-1.84	0.06
Diz fleksörleri	8.6±4.4	10.3±5.1	-2.70	0.01*
Diz ekstansörleri	12.8±6.2	13.4±6.2	-1.68	0.09
Ayak bileği plantar fleksörleri	12±6.8	13±7.8	-1.37	0.16
Ayak bileği dorsifleksörleri	10.2±7.3	11.2±7.5	-0.17	0.85
Toplam sol ekstremite kuvveti	80.1±42.4	94.3±47.6	-2.19	0.02*

X-BOX eğitim grubunun grup içi tedavi öncesi ve sonrası değerler arasındaki farklılık için yapılan istatistik analizde, SKYT toplam değeri, MİÇT, PDÖ, sağ alt ekstremite kalça fleksör-ekstansör, abduktör, diz ekstansör, toplam sağ ekstremite kas kuvvet değeri, sol alt ekstremite kalça ekstansör, diz fleksör ve toplam ekstremite kas kuvvet değeri arasında istatistiksel bir farklılık olduğu gözlendi (p<0.05, Tablo 5). Fakat, dominant ve non-dominant taraftan dönülerek yapılan SKYT değerleri, sağ alt ekstrmite kalça adduktör, ayak bileği plantar fleksör, ve dorsifleksörleri, sol alt ekstremite fleksör, abduktör-adduktör, diz

ekstansör, ayak bileği dorsi-plantarfleksör kuvvet değerleri arasında istatistiksel bir farklılık bulunmadı (p>0.05, Tablo 5).

Tablo 6. EMG-BF tedavi grubunun tedavi öncesi ve sonrası SKYT, MİÇT, PDÖ ve kas kuvvet değerleri arasındaki farklılık

	Tedavi öncesi X±SD	Tedavi sonrası X±SD	z	p
SKYT				
Dominant taraf	14.9±16.1	11.9±10	-2.09	0.03*
Non-dominant taraf	14.4±16.2	10.2±7	-2.80	0.01*
SKYT toplam	29.4±32.2	22.1±17	-2.60	0.01*
MİÇT	47.7±31.2	44.7±28.3	-1.48	0.13
PDÖ	47.6±6.3	50.2±62	-2.84	0.01*
Kas kuvveti (sağ ekstremite)				
Kalça fleksörleri	7.8±4.1	8.8±4.9	-210	0.03*
Kalça ekstansörleri	5.2±2.4	6.9±2.1	-2.52	0.01*
Kalça abduktörleri	7.9±4.3	8.8±4.9	-2.31	0.02*
Kalça adduktörleri	6.2±3.8	7.7±3.7	-1.95	0.04*
Diz fleksörleri	8.4±4.1	8.6±4.5-1.26	-1.26	0.20
Diz ekstansörleri	10.5±7.6	12.2±7.5	-0.76	0.44
Ayak bileği plantar fleksörleri	12.4±5.5	12.8±6.9	-0.70	0.48
Ayak bileği dorsifleksörleri	12.4±5.5	9.9 ±6.1	-2.37	0.01*
Toplam sağ eksremite kuvveti	67±33.3	75.9±36.3	-2.38	0.01*
Kas kuvveti (sol ekstremite)				
Kalça fleksörleri	7.7±3.7	8.7±3.5	-1.15	0.24
Kalça ekstansörleri	4.7±2	5.4±2	-1.33	0.18
Kalça abduktörleri	7±4.5	8±4.9	-2.38	0.01*
Kalça adduktörleri	7.6±5.3	8.8±5.3	-2.52	0.01*
Diz fleksörleri	6.8±2.9	6.9±3.1	-1.26	0.20
Diz ekstansörleri	11.7±7.9	12.4±6.9	-1.26	0.20
Ayak bileği plantar fleksörleri	10.7±7.4	12.6±8.6	-2.38	0.01*
Ayak bileği dorsifleksörleri	7.8±4.4	8.7±4.2	-1.83	0.05*
Toplam sol ekstremite kuvveti	64.1±30.4	71.7±30.9	-2.52	0.01*

EMG-BF eğitimi yapılan grupta ise grup içi tedavi öncesi ve sonrası değerler arasındaki farklılık analizinde, dominant ve non-dominant taraftan dönülerek yapılan SKYT değerleri, toplam SKYT, MİÇT, PDÖ değerleri, sağ taraf alt ekstremite kalça fleksör-ekstansör, abduktör-adduktör ayak bileği dorsifleksör ve toplam sağ alt ekstremite kas kuvvet değeri, sol alt ekstremite kalça abduktör-adduktör, ayak bileği plantar-dorsifleksör ve toplam sol alt ekstremite kas kuvvet değeri arasında istatistiksel bir farklılık bulundu (p<0.05, Tablo 6). Sağ taraf diz fleksör-ekstansör ve ayak bileği plantar fleksör kas kuvvet değerleri, sol alt

ekstremite kalça fleksör-ekstansör, diz fleksör-ekstansör kuvvet değerleri arasında istatistiksel bir farklılık bulunmadı (p>0.05, Tablo 6).

Tablo 7. Gruplar arası tedavi öncesi balance master test ölçüm değerleri arasındaki farklılık

	Balance master grubu (n=12) X±SD	X-BOX grubu (n=11) X±SD	EMG-BF grubu (n=10) X±SD	z	p
Stabilite limiti					
Öne	0.8±0.4	1±0.4	0.9±0.6	10.5	0.30
Arkaya	0.7±0.2	0.6±0.2	0.6±0.3	0.76	0.38
Sağa	0.7±0.4	0.8±0.2	0.7±0.2	0.28	0.59
Sola	0.8±0.3	0.8±0.5	1.1±0.7	0.52	0.47
Tek ayak üzerinde durma					
Gözler açık sol	5.9±3.7	3.5±3	2.8±1.4	3.76	0.06
Gözler kapalı sol	3.8±3.4	3.7±2.6	5.1±3.1	0.06	0.93
Gözler açık sağ	5.2±3.6	3.4±2.1	3.4±1.6	0.90	0.34
Gözler kapalı sağ	4±3.5	4.4±2.9	4.9±2.6	0.14	0.70
Otur-kalk testi (rising)	2.9±1.1	3.8±2.1	4.1±1.1	0.58	0.44
Otur-kalk testi (sağ-sol ağırlık aktarım simetrisi)	2.3±0.9	5.4±3.7	5.2±2.6	0.05	0.81
Ağırlık aktarma 30ºsol	52.4±7.2	50±8.7	60.6±12.3	0.37	0.54
Ağırlık aktarma 60ºsol	58±6.9	49.6±9.7	56±6.5	2.67	0.10
Ağırlık aktarma 90ºsol	54.6±6.9	49.7±7.6	58±7.9	2.10	0.14
Ağırlık aktarma 30ºsağ	47.5±7.2	50±8.9	39±12.3	0.37	0.54
Ağırlık aktarma 60ºsağ	42±6.9	50.4±9.7	44±6.5	2.62	0.10
Ağırlık aktarma 90ºsağ	45.3±5.7	50.2±7.6	42±7.9	2.10	0.14
Tandem yürüme hızı	16.1±3.7	10.1±7.2	9.9±3.5	2.67	0.10
Tandem yürüme salınım	9.6±4.4	6.9±2.7	10.1±3.8	2.31	0.12

Gruplar arası tedavi öncesi balance master cihazı test ölçüm değerleri arasında farklılığı tespit etmek amacıyla yapılan istatistiksel analizde, stabilite limiti, tek ayak üzerinde durma testi, otur-kalk testi, ağırlık aktarma ve tandem test değerleri arasında istatistiksel bir farklılık olmadığı tespit edildi (p>0.05, Tablo 7).

Tablo 8. Gruplar arası tedavi sonrası balance master test ölçüm değerleri arasındaki farklılık

	Balance master grubu (n=12) X±SD	X-BOX grubu (n=11) X±SD	EMG-BF grubu (n=10) X±SD	z	p
Stabilite limiti					
Öne	0.8±.3	0.8±0.4	0.9±0.4	1.72	0.42
Arkaya	0.7±0.2	0.8±0.3	0.8±0.1	1.59	0.45
Sağa	0.7±0.3	0.7±0.2	0.9±0.1	6.35	0.04*
Sola	0.7±0.2	0.8±0.3	0.8±0.2	0.42	0.81
Tek ayak üzerinde durma					
Gözler açık sol	3±2.9	2.2±1.5	5±1.2	11.16	<0.01*
Gözler kapalı sol	2.8±2.6	2.5±1.5	4±1.1	5.40	0.06
Gözler açık sağ	2.3±1.6	1.5±0.7	4.9±3	8.58	0.01*
Gözler kapalı sağ	3.1±3.7	2.4±1.3	4.2±1.5	5.24	0.07
Otur-kalk testi (rising)	2.2±1.9	3.4±2.2	4.2±1.8	0.13	0.93
Otur-kalk testi (sağ-sol ağırlık aktarım simetrisi)	2.7±1.6	2.9±1.2	3.7±2.1	6.85	0.03*
Ağırlık aktarma 30ºsol	51.1±9.6	50.5±9.	51.9±13.4	4.07	0.13
Ağırlık aktarma 60ºsol	48.2±10.1	54.9±8.2	53.2±6.8	3.35	0.18
Ağırlık aktarma 90ºsol	49.5±9.3	52.8±6.9	52.6±8	4.88	0.08
Ağırlık aktarma 30ºsağ	49±9.6	49.4±9.4	48.1±13.4	4.07	0.13
Ağırlık aktarma 60ºsağ	51.7±10.1	45.1±8.2	46.8±6.8	3.35	0.18
Ağırlık aktarma 90ºsağ	50.4±9.3	47.1±6.9	47.4±8	4.88	0.08
Tandem yürüme hızı	25.5±23.9	22.8±6.8	14±3.2	5.24	0.07
Tandem yürüme salınım	7.7±1.9	5.9±2.7	7.9±2.2	8.43	0.01*

Gruplar arası tedavi sonrasında balance master cihazı test ölçüm değerleri arasındaki fark için yapılan istatistik analizde, sağa doğru stabilite limit testi, gözler açık sağ ve sol taraf ayakta durma, otur kalk testi ağırlık aktarım simetrisi ve tandem yürüme sırasındaki salınım

değerleri arasında istatistiksel bir farklılık bulundu (p<0.05, Tablo 8). Farkı yaratan grubun EMG-BF grubu olduğu, denge ve postural kontrol değerlerinde elde edilen kazanımların balance master ve X-BOX eğitim grubunda daha fazla olduğu gözlendi (p<0.05, Tablo 8).

Tablo 9. Balance master grubu tedavi öncesi ve sonrası balance master ölçüm değerleri arasındaki fark

	Tedavi öncesi X±SD	Tedavi sonrası X±SD	z	p
Stabilite limiti				
Öne	0.8±0.4	0.8±.3	-0.65	0.51
Arkaya	0.7±0.2	0.7±0.2	-1.60	0.10
Sağa	0.7±0.4	0.7±0.3	-2.37	0.01*
Sola	0.8±0.3	0.7±0.2	-1.84	0.05*
Tek ayak üzerinde durma				
Gözler açık sol	5.9±3.7	3±2.9	-1.77	0.07
Gözler kapalı sol	3.8±3.4	2.8±2.6	-0.77	0.44
Gözler açık sağ	5.2±3.6	2.3±1.6	-1.95	0.04*
Gözler kapalı sağ	4±3.5	3.1±3.7	-1.0	0.31
Otur-kalk testi (rising)	27.7±1.1	12.4±1.9	-0.47	0.63
Otur-kalk testi (sağ-sol ağırlık aktarım simetrisi)	16.6±	2.7±1.6	-0.59	0.55
Ağırlık aktarma 30ºsol	52.4±7.2	51.1±9.6	-0.77	0.44
Ağırlık aktarma 60ºsol	58±6.9	48.2±10.1	-2.49	0.01*
Ağırlık aktarma 90ºsol	54.6±6.9	49.5±9.3	-2.10	0.03*
Ağırlık aktarma 30ºsağ	47.5±7.2	49±9.6	-0.77	0.44
Ağırlık aktarma 60ºsağ	42±6.9	51.7±10.1	-2.49	0.01*
Ağırlık aktarma 90ºsağ	45.3±5.7	50.4±9.3	-2.10	0.03*
Tandem yürüme hızı	16.1±3.7	25.5±23.9	-1.36	0.17
Tandem yürüme salınım	9.6±4.4	7.7±1.9	-1.36	0.17

Grup içi balance master test ölçüm değerleri arasındaki farklılık analizinde, balance master eğitim grubunun tedavi öncesi ve sonrası sağ-sol stabilite limit testi, sağ ayak gözler açık ayakta durma testi, sol taraf 60º ve 90º lik açılarda yapılan ağırlık aktarma, sağ taraf 60º ve 90º lik açılarda yapılan ağırlık aktarma test değerleri arasında bir farklılık olduğu tespit edildi (p<0.05, Tablo 9). Fakat, öne vdaya stabilite limiti testi, gözler açık-kapalı sol taraf, gözler kapalı sağ taraf tek ayak üzerinde durma testi, otur-kalk testi, sol ve sağ taraf 30º lik açılarda yapılan ağırlık aktarma, tandem yürüme hız ve salınım tedavi öncesi ve sonrası değerleri arasında istatistiksel bir farklılık olmadığı tespit edildi (p>0.05, Tablo 9).

Tablo 10. X-BOX tedavi grubu tedavi öncesi ve sonrası balance master ölçüm değerleri arasındaki fark

	Tedavi öncesi X±SD	Tedavi sonrası X±SD	z	P
Stabilite limiti				
Öne	1±0.4	0.8±0.4	-102	0.30
Arkaya	0.6±0.2	0.8±0.3	-0.84	0.39
Sağa	0.8±0.2	0.7±0.2	-0.26	0.79
Sola	0.8±0.5	0.8±0.3	-0.53	0.59
Tek ayak üzerinde durma				
Gözler açık sol	3.5±3	2.2±1.5	-1.02	0.30
Gözler kapalı sol	3.7±2.6	2.5±1.5	-0.53	0.59
Gözler açık sağ	3.4±2.1	1.5±0.7	-2.80	0.01*
Gözler kapalı sağ	4.4±2.9	2.4±1.3	-2.50	0.01*
Otur-kalk testi (rising)	3.8±2.1	3.4±2.2	-0.23	0.81
Otur-kalk testi (sağ-sol ağırlık aktarım simetrisi)	5.4±3.7	2.9±1.2	-1.51	0.13
Ağırlık aktarma 30ºsol	50±8.7	50.5±9.	-0.05	0.95
Ağırlık aktarma 60ºsol	49.6±9.7	54.9±8.2	-1.16	0.24
Ağırlık aktarma 90ºsol	49.7±7.6	52.8±6.9	-0.66	0.50
Ağırlık aktarma 30ºsağ	50±8.9	49.4±9.4	-0.05	0.95
Ağırlık aktarma 60ºsağ	50.4±9.7	45.1±8.2	-1.16	0.24
Ağırlık aktarma 90ºsağ	50.2±7.6	47.1±6.9	-0.66	0.50
Tandem yürüme hızı	10.1±7.2	22.8±6.8	-1.33	0.18
Tandem yürüme salınım	6.9±2.7	5.9±2.7	-1.06	0.28

X-BOX grubunun grup içi tedavi öncesi ve sonrası balance master test ölçüm değerleri arasındaki farklılık analizinde, sadece sağ taraf alt ekstremite tek ayak üzerinde durma test değeri arasında istatistiksel bir farklılık bulundu, stabilite limiti testi, otur-kalk testi, farklı açılardaki ağırlık aktarma ve tandem yürüyüş test değerleri arasında bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$, Tablo 10).

Tablo 11. EMG-BF tedavi grubu tedavi öncesi ve sonrası balance master ölçüm değerleri arasındaki fark

	Tedavi öncesi X±SD	Tedavi sonrası X±SD	z	p
Stabilite limiti				
Öne	0.9±0.6	0.9±0.4	-0.65	0.51
Arkaya	0.6±0.3	0.8±0.1	-1.60	0.10
Sağa	0.7±0.2	0.9±0.1	-2.37	<0.01*
Sola	1.1±0.7	0.8±0.2	-1.84	0.05*
Tek ayak üzerinde durma				
Gözler açık sol	2.8±1.4	5±1.2	-2.80	<0.01*
Gözler kapalı sol	5.1±3.1	4±1.1	-0.97	0.32
Gözler açık sağ	3.4±1.6	4.9±3	-1.37	0.16
Gözler kapalı sağ	4.9±2.6	4.2±1.5	-0.17	0.85
Otur-kalk testi (rising)	4.1±1.1	4.2±1.8	-0.15	0.87
Otur-kalk testi (sağ-sol ağırlık aktarım simetrisi)	5.2±2.6	3.7±2.1	-0.56	0.57
Ağırlık aktarma 30ºsol	60.6±12.3	51.9±13.4	-2.82	<0.01*
Ağırlık aktarma 60ºsol	56±6.5	53.2±6.8	-0.97	0.33
Ağırlık aktarma 90ºsol	58±7.9	52.6±8	-2.81	<0.01*
Ağırlık aktarma 30ºsağ	39±12.3	48.1±13.4	-2.82	<0.01*
Ağırlık aktarma 60ºsağ	44±6.5	46.8±6.8	-0.97	0.33
Ağırlık aktarma 90ºsağ	42±7.9	47.4±8	-2.81	<0.01*
Tandem yürüme hızı	9.9±3.5	14±3.2	-0.76	0.44
Tandem yürüme salınım	10.1±3.8	7.9±2.2	-2.09	0.03*

EMG-BF grubunun grup içi tedavi öncesi ve sonrası balance master test ölçüm değerleri arasındaki farklılık analizinde, sağa-sola stabilite limiti testi, gözler açık sol taraf tek ayak üzerinde durma testi, sol taraf 30º ve 90º lik açılarda yapılan ağırlık aktarma, sağ taraf 30º ve 90º lik açılarda yapılan ağırlık aktarma ve tandem yürüme salınım değerlerinde istatistiksel bir farklılık olduğu ($p<0.05$), fakat, öne-arakaya stabilite limit testi, gözler kapalı sol ekstremite ve sağ ekstremite gözler açık ve kapalı tek ayak üzerinde durma, 60º lik açılarda sağ ve sol taraf ağırlık aktarma, tandem yürüme hızı değerleri arasında istatistiksel bir farklılığın olmadığı tespit edildi ($p>0.05$, Tablo 11).

Tablo 12. Gruplar arası tedavi öncesi pedoboragrafik değerlendirme değerleri arasındaki farklılık

Pedaboragrafik ölçümler	Balance master grubu (n=12) X±SD	X-BOX grubu (n=11) X±SD	EMG-BF grubu (n=10) X±SD	z	p
Maksimum kuvvet arka ayak (N)	239.8±166.7	232.3±152.6	128.7±68	5.90	0.05*
Maksimum kuvvet orta ayak (N)	114.3±121.1	133.7±100.8	148.1±87.2	1.43	0.48
Maksimum kuvvet 3,4,5. Parmaklar (N)	22.3±25.1	32.7±19.4	10.6±9.6	8.71	0.01*
Maksimum kuvvet toplam ayak (N)	298.6±222.9	521.4±208.4	311.6±142	7.90	0.01*
Pik basınç arka ayak (kPa)	283.3±224.3	274.1±135.9	200.5±154.9	0.90	0.63
Pik basınç orta ayak (kPa)	149.4±182.4	110.9±47.1	184±139.9	1.12	0.57
Pik basınç 3,4,5. Parmaklar (kPa)	155.5±213.1	143.1±72.9	69.5±54.6	3.12	0.21
Pik basınç toplam ayak (kPa)	510±327.8	498.1±142.1	382.5±172	3.61	0.16
Temas süresi arka ayak (msn)	811.1±670.5	643.6±268.1	1002±765.3	0.07	0.96
Temas süresi orta ayak (msn)	1053.3±880.1	814.5±362.1	1414±769.6	3.46	0.17
Temas süresi 3,4,5. Parmaklar (msn)	802.2±869.1	1043.6±629.1	932±948.5	2.42	0.29
Temas süresi toplam ayak (msn)	1382.2±901.4	1114.5±667.8	1832±841.2	2.67	0.26

Tedavi öncesi gruplar arası pedaborografik değerlendirme ölçüm değerleri arasındaki farklılığı tespit etmek amacıyla yapılan istatistiksel analizde, arka ayağın maksimum kuvvet değeri, 3,4 ve 5. parmakların maksimum kuvvet değerleri ve ayağın toplam yaptığı kuvvet değeri arasında istatistiksel bir farklılık olduğu, ($p<0.05$, Tablo 12), farkı yaratan grubun da EMG-BF grubu olduğu gözlendi ($p<0.05$, Tablo 12).

Tablo 13. Gruplar arası tedavi sonrası pedoboragrafik değerlendirme değerleri arasındaki farklılık

Pedaboragrafik ölçümler	Balance master grubu (n=12) X±SD	X-BOX grubu (n=11) X±SD	EMG-BF grubu (n=10) X±SD	z	p
Maksimum kuvvet arka ayak (N)	241.6±152.4	300.1±139.5	129.1±62	8.06	0.01*
Maksimum kuvvet orta ayak (N)	119.4±108.2	136.6±81.8	142.8±75.8	1.46	0.48
Maksimum kuvvet 3,4,5. Parmaklar (N)	25.3±22.8	28.6±21.6	6.1±5.3	12.01	<0.01*
Maksimum kuvvet toplam ayak (N)	401.7±226.1	534.6±223.7	308.1±136.3	6.27	0.04*
Pik basınç arka ayak (kPa)	301.6±225.7	268.7±89.1	211.3±169.1	2.69	0.25
Pik basınç orta ayak (kPa)	133.8±124.9	113.6±41.1	171±115.4	1.70	0.42
Pik basınç 3,4,5. Parmaklar (kPa)	120.5±68.1	121.3±57.4	50.6±32.3	9.84	<0.01*
Pik basınç toplam ayak (kPa)	501.6±236.7	437.5±179.3	361.5±200	3.26	0.19
Temas süresi arka ayak (msn)	708.8±456.3	740±352.4	842.6±690.3	0.23	0.88
Temas süresi orta ayak (msn)	868.8±652.8	890.9±483	1191.3±817.9	0.66	0.71
Temas süresi 3,4,5. Parmaklar (msn)	853.3±816.7	910.3±398.2	687.3±838	3.19	0.20
Temas süresi toplam ayak (msn)	1342.2±816.8	1213.9±597.9	1533.3±799.9	0.28	0.86

Tedavi sonrası gruplar arası pedaborografik değerlendirme ölçüm değerleri arasındaki farklılığı tespit etmek amacıyla yapılan istatistiksel analizde ise, arka ayak, 3, 4 ve 5. parmaklar ve toplam ayağın yarattığı maksimum kuvvet değeri arasında, 3, 4 ve 5. parmakların yarattığı pik basınç değeri arasında istatistiksel bir farkın olduğu gözlendi ($p<0.05$). Fakat, diğer pedaborografik test değerleri arasında istatistiksel bir farklılık bulunmadı ($p>0.05$, Tablo 13).

Tablo 14. Balance master grubu tedavi öncesi ve sonrası pedoboragrafik değerlendirme değerleri arasındaki farklılık

	Tedavi öncesi X±SD	Tedavi sonrası X±SD	z	p
Maksimum kuvvet arka ayak (N)	239.8±166.7	241.6±152.4	-0.28	0.77
Maksimum kuvvet orta ayak (N)	114.3±121.1	119.4±108.2	-0.42	0.67
Maksimum kuvvet 3,4,5. Parmaklar (N)	22.3±25.1	25.3±22.8	-119	0.23
Maksimum kuvvet toplam ayak (N)	298.6±222.9	401.7±226.1	-2.54	0.01*
Pik basınç arka ayak (kPa)	283.3±224.3	301.6±225.7	-1.96	0.04*
Pik basınç orta ayak (kPa)	149.4±182.4	133.8±124.9	-0.36	0.71
Pik basınç 3,4,5. Parmaklar (kPa)	155.5±213.1	120.5±68.1	-1.26	0.20
Pik basınç toplam ayak (kPa)	510±327.8	501.6±236.7	-1.40	0.16
Temas süresi arka ayak (msn)	811.1±670.5	708.8±456.3	-0.84	0.40
Temas süresi orta ayak (msn)	1053.3±880.1	868.8±652.8	-1.54	0.12
Temas süresi 3,4,5. Parmaklar (msn)	802.2±869.1	853.3±816.7	-0.08	0.93
Temas süresi toplam ayak (msn)	1382.2±901.4	1342.2±816.8	-0.84	0.39

Balance master eğitim grubunun tedavi öncesi ve sonrası ayakların maksimum yarattığı toplam kuvvet değeri, ayakların arka bölümünün yarattığı pik basınç değeri arasında istatistiksel olarak bir farklılık belirlendi ($p<0.05$, Tablo 14). Toplam pik basınç kuvveti, ayağın temas süresi (arka, orta ayak, 3,4,5 parmaklar, toplam değer) bakımından istatistiksel bir farklılık olmadığı gözlendi ($p>0.05$, Tablo 14).

Tablo 15. X-BOX grubu tedavi öncesi ve sonrası pedoboragrafik değerlendirme değerleri arasındaki farklılık

	Tedavi öncesi X±SD	Tedavi sonrası X±SD	z	p
Maksimum kuvvet arka ayak (N)	232.3±152.6	300.1±139.5	-0.35	0.72
Maksimum kuvvet orta ayak (N)	133.7±100.8	136.6±81.8	-0.26	0.79
Maksimum kuvvet 3,4,5. parmaklar (N)	32.7±19.4	28.6±21.6	-1.51	0.13
Maksimum kuvvet toplam ayak (N)	521.4±208.4	534.6±223.7	-1.24	0.21
Pik basınç arka ayak (kPa)	274.1±135.9	268.7±89.1	-1.82	0.06
Pik basınç orta ayak (kPa)	110.9±47.1	113.6±41.1	-0.31	0.75
Pik basınç 3,4,5. parmaklar (kPa)	143.1±72.9	121.3±57.4	-1.99	0.04*
Pik basınç toplam ayak (kPa)	498.1±142.1	437.5±179.3	-2.60	<0.01*
Temas süresi arka ayak (msn)	643.6±268.1	740±352.4	-0.62	0.53
Temas süresi orta ayak (msn)	814.5±362.1	890.9±483	-0.81	0.41
Temas süresi 3,4,5. parmaklar (msn)	1043.6±629.1	910.3±398.2	-1.33	0.18
Temas süresi toplam ayak (msn)	1114.5±667.8	1213.9±597.9	-0.71	0.47

X-BOX grubunun tedavi sonrası 3,4,5. parmakların yarattığı pik basınç değeri ile toplam pik basınç değeri tedavi öncesine göre anlamlı derecede farklı bulundu ($p<0.05$, Tablo 15). Fakat, ayağın yarattığı maksimum kuvvet (arka, orta ayak ve parmaklar), temas süresi (arka, orta ayak ve parmaklar) değerleri arasında farklılık gözlenmedi ($p>0.05$, Tablo 15).

Tablo 16. EMG-BF grubu tedavi öncesi ve sonrası pedoboragrafik değerlendirme değerleri arasındaki farklılık

	Tedavi öncesi X±SD	Tedavi sonrası X±SD	z	p
Maksimum kuvvet arka ayak (N)	128.7±68	129.1±62	-0.98	0.32
Maksimum kuvvet orta ayak (N)	148.1±87.2	142.8±75.8	0.0	1
Maksimum kuvvet 3,4,5. Parmaklar (N)	10.6±9.6	6.1±5.3	-2.53	0.01*
Maksimum kuvvet toplam ayak (N)	311.6±142	308.1±136.3	-0.98	0.32
Pik basınç arka ayak (kPa)	200.5±154.9	211.3±169.1	-0.76	0.44
Pik basınç orta ayak (kPa)	184±139.9	171±115.4	-1.99	0.04*
Pik basınç 3,4,5. Parmaklar (kPa)	69.5±54.6	50.6±32.3	-1.82	0.06
Pik basınç toplam ayak (kPa)	382.5±172	361.5±200	-1.58	0.11
Temas süresi arka ayak (msn)	1002±765.3	842.6±690.3	0.0	1
Temas süresi orta ayak (msn)	1414±769.6	1191.3±817.9	-0.70	0.48
Temas süresi 3,4,5. Parmaklar (msn)	932±948.5	687.3±838	-2.10	0.03*
Temas süresi toplam ayak (msn)	1832±841.2	1533.3±799.9	-1.25	0.20

EMG-BF grubunun ise tedavi sonrası 3,4 ve 5. parmakların yarattığı maksimum kuvvet değeri, orta ayağın pik basınç değeri ve 3,4,5. parmakların temas süreleri tedavi öncesi değerlere göre önemli derecede farklı bulundu ($p<0.05$, Tablo 16). Bununla birlikte, arka, orta ayak ve toplam maksimum kuvvet değeri, arka ayak, 3,4 ve 5. Parmakların pik basınç değeri, arka ve orta ayağın temas süresi bakımından istatistiksel bir anlamlılık gözlenmedi ($p<0.05$, Tablo 16).

Tablo 17. Gruplar arası tedavi öncesi yürüyüş parametreleri arasındaki fark

	Balance master grubu (n=12) X±SD	X-BOX grubu (n=11) X±SD	EMG-BF grubu (n=10) X±SD	z	p
Kadans	108.9±34.9	117.4±36.8	101.9±32	0.34	0.84
Adım uzunluğu	0.4±0.2	0.5±0.1	0.3±0.1	6.57	0.03*
Yürüyüş hızı	0.6±0.3 ¶	0.9±0.2	0.6±0.3	7.24	0.02*
Sallanma hızı	1.6±0.7 ¶	2.1±0.4	1.8±0.6	3.19	0.20
Çift adım uzunluğu	0.7±0.2 ¶	1.1±0.2	0.7±0.2	10.05	<0.01*
Adım genişliği	0.2±0.7 ¶	0.1±0	0.2±0	1.55	0.46
Ortalama hız	0.6±0.3	0.9±0.2	0.7±0.2	3.77	0.15

*p<0.05, Kruskal Wallis testi, ¶: p<0.05, Mann-Whitney U testi.

Gruplar arası yürüyüş parametreleri bakımından tedavi öncesi değerleri karşılaştırmak amacıyla yapılan istatistik analizde, adım uzunluğu, yürüyüş hızı, çift adım uzunluğu değerleri bakımından bir farklılık bulundu (p<0.05, Tablo 17). Farkı yaratan grubu tespit etmek amacıyla yapılan analizde, farkı yaratan grubun X-BOX olduğu gözlendi (p<0.05). Kadans, sallanma hızı, adım genişliği ve ortalama hız bakımından bir farklılık bulunmadı (p>0.05, Tablo 17).

Grup içi değerlendirmeler için yapılan istatistiksel analizde balance master grubunun tedavi öncesi ve sonrası yürüyüş hızı, sallanma hızı, çift adım uzunluğu ve adım genişliği parametreleri arasında istatistiksel bir fark bulundu (p<0.05).

X-BOX tedavi grubundaki bireylerin tedavi öncesi ve sonrası yürüyüş analizi değerlendirme sonuçları arasında istatistiksel bir fark bulunmadı (p>0.05). Benzer şekilde, EMG-BF uygulaması yapılan SP'li çocuklarda da tedavi öncesi ve sonrası yürüyüş parametreleri arasında istatistiksel bir farklılık bulunmadı (p>0.05) (Tablo 17).

Tablo 18. Gruplar arası tedavi sonrası yürüyüş parametreleri arasındaki fark

	Balance master grubu (n=12) X±SD	X-BOX grubu (n=11) X±SD	EMG-BF grubu (n=10) X±SD	z	p
Kadans	112.4±34.3	118.1±38.3	125.7±63.6	0.07	0.79
Adım uzunluğu	0.4±0.1	0.4±0.1	0.3±01.	1.05	0.30
Yürüyüş hızı	0.9±0.2	1.1.3±3.5	0.8±0.5	0.07	0.79
Sallanma hızı	2.1±0.6	2.1±0.7	1.9±0.9	001	0.90
Çift adım uzunluğu	1.1±0.2	0.9±0.3	0.7±0.2	0.37	0.54
Adım genişliği	01. ±0	0.1±0	0.2±0	0.83	0.36
Ortalama hız	0.8±0.3	0.8±0.3	0.8±0.5	0.01	0.97

Tedavi sonrasında gruplar arası yürüyüş parametreleri bakımından (kadans, yürüyüş hızı, sallanma hızı, çift adım uzunluğu, adım genişliği ve ortalama hız) istatistiksel bir anlamlılık gözlenmedi ($p>0.05$, Tablo 18).

Tablo 19. Gruplar arası tedavi öncesi WeeFIM ve CHQ değerleri arasındaki fark

	Balance master grubu (n=12) X±SD	X-BOX grubu (n=11) X±SD	EMG-BF grubu (n=10) X±SD	z	p
CHQ PF-50					
Genel sağlık	56.1±16.9	48.1±22.6	59±9.3	0.90	0.34
Fiziksel fonksiyon	43.2±37	41.4±19.2	34.4±27.9	0.02	0.87
Emosyonel ya da davranışla ilgili zorluklar nedeniyle rol/sosyal kısıtlamalar	67.5±29 ¶	45.4±37.3	58.3±37.8	2.12	0.14
Fiziksel sağlık nedeniyle rol/ sosyal kısıtlamalar	59.2±36.4 ¶	44.2±36.6	39.9±34.4	0.87	0.35
Ağrı ve rahatsızlık	80±30	77.5±29.1	68±26.9	0.13	0.71
Davranış	59.3±21.9	51.7±20.8 ¶	64±21	0.52	0.46
Mental sağlık	74.5±18.4	68.4±14.1	77.1±20.7	0.77	0.37
Öz saygı	72.2±16.1 ¶	57.2±21.8 ¶	74.1±17.3	2.37	0.12
Genel sağlık algılaması	41.1±15.8	39.5±19.3	49.1±29.6	0.33	0.56
Ebeveyn üzerindeki emosyonel etki	46±25.4	29.5±29.7	30±34.9	2.49	0.11
Ebeveyn üzerindeki zaman etkisi	59.2±38.2	43.1±37.8	29.1±40.6 ¶	0.71	0.39
Aile aktiviteleri	80.5±31.9	50.9±29.9	53.7±33.3 ¶	4.46	0.03*
Aile uyumu	74.4±17.9	62.7±30.3	64±21.4	0.77	0.37
Toplam CHQ PF-50	865.8±215.7 ¶	716.6±260.1 ¶	757.9±271.1 ¶	3.19	0.07
Toplam WeeFIM	109.4±24.1 ¶	126±116 ¶	105.4±11.1 ¶	0.01	0.90

P<0.05, Kruskall-Wallis test, WeeFIM: Pediatrik bağımsızlık ölçümü, CHQ PF-50

Tedavi öncesinde gruplar arası fonksiyonel bağımsızlık düzeyi ve sağlıkla ilişkili yaşam kalitesi değerleri bakımından farklılığı tespit etmek amacıyla yapılan istatistiksel analizde, sağlıkla ilişkili yaşam kalitesini değerlendirmek amacıyla kullanılan CHQ PF-50'nin aile

aktiviteleri alt parametresi arasında bir farklılık gözlendi, diğer alt parametreler ve toplam WeeFIM değeri bakımından bir farklılık gözlenmedi (p>0.05, Tablo 19).

Grup içi karşılaştırmalı istatistiksel analizde, balance master grubunun tedavi öncesi ve sonrası toplam WeeFIM ve toplam CHQ PF-50 değerleri arasında bir fark bulunmuştur (p<0.05). Ayrıca, balance master grubunda sağlıkla ilgili yaşam kalitesinin emosyonel ya da davranışla ilgili zorluklar nedeniyle rol/sosyal kısıtlamalar, fiziksel sağlık nedeniyle rol/ sosyal kısıtlamalar ve öz saygı parametrelerinde de tedavi öncesi ve sonrası istatistiksel bir anlamlılık gözlenmiştir (p<.0.05).
X-BOX tedavi grubunda tedavi öncesi ve sonrası toplam WeeFIM ve toplam CHQ PF-50 değerleri istatistiksel olarak farklı bulunmuştur (p<0.05). X-BOX grubunda ayrıca davranış ve öz saygı parametrelerinde de istatistiksel bir anlamlılık tespit edilmiştir (p<0.05).
EMG-BF tedavi grubunda da tedavi öncesi ve sonrası toplam WeeFIM ve toplam CHQ PF-50 değerleri arasında istatistiksel olarak bir farklılık bulunmuştur (p<0.05). EMG-BF grubunda diğer gruplardan farklı olarak tedavi öncesi ve sonrası sağlıkla ilişkili yaşam kalitesinin ebeveyn üzerindeki zaman etkisi ve aile aktiviteleri parametrelerinde istatistiksel bir farklılık gözlenmiştir (p<0.05).

Tablo 20. Gruplar arası tedavi sonrası WeeFIM ve CHQ değerleri arasındaki fark

	Balance master grubu (n=12) X±SD	X-BOX grubu (n=11) X±SD	EMG-BF grubu (n=10) X±SD	z	p
CHQ PF-50					
Genel sağlık	62.2±16.2	57.8±17.3	59±18.3	0.79	0.37
Fiziksel fonksiyon	51.8±33.3	47.8±18.1	34.5±23	0.0	1
Emosyonel ya da davranışla ilgili zorluklar nedeniyle rol/sosyal kısıtlamalar	81.4±29.3	53.7±34.8	64.1±33.3	3.02	0.08
Fiziksel sağlık nedeniyle rol/ sosyal kısıtlamalar	88.8±23.5	46.5±34.5	60±37.8	7.19	<0.01*
Ağrı ve rahatsızlık	86.6±22.3	75.9±23.1	81±15.1	1.78	0.18
Davranış	68.1±17	59±25.2	75±17.1	0.83	0.36
Mental sağlık	64.1±33.2	62.5±25.5	41±21.6	4.94	0.02*
öz saygı	80.2±11.8	66.5±13.8	39.1±36.8	2.39	0.12
Genel sağlık algılaması	80.3±20.3	68.6±19.1	46.6±40.6	1.22	0.26
Ebeveyn üzerindeki emosyonel etki	54.5±18.6	46.3±17.2	64.5±30.94	0.03	0.84
Ebeveyn üzerindeki zaman etkisi	46.6±33.8	47.7±27.8	75.5±17.2	1.62	0.20
Aile aktiviteleri	65.7±37.3	42.8±29.5	64±30.1	1.64	0.19

Aile uyumu	80.5±26	60.4±34	75.5±17.2	1.20	0.27
Toplam CHQ	990.5±217.7	804.2±251.2	838.9±264.5	4.05	0.04*
Toplam WeeFIM	114.6±20.1	126±113	109.6±11.1	0.09	0.75

P<0.05, Kruskall-Wallis test, WeeFIM: Pediatrik bağımsızlık ölçümü, CHQ PF-50

Tedavi sonrası gruplar arası WeeFIM ve CHQ PF-50 değerleri arasındaki farkın analizinde ise CHQ PF-50'nin fiziksel sağlık nedeniyle rol/ sosyal kısıtlamalar, mental sağlık alt parametreleri ve toplam CHQ değeri bakımından bir fark olduğu bulundu (p<0.05, Tablo 20). CHQ PF-50'nin diğer alt parametreleri ve toplam WeeFIM değeri bakımından bir fark bulunmadı (p>0.05, Tablo 20).

Tartışma

Bu projenin sonuçları, SP'li çocuklarda denge, postural kontrol ve yürüyüşü geliştirmek amacıyla uygulanan EMG biyofeedbak eğitimi, X-BOX Kinect oyun sistemleri ve balance master cihazı eğitiminin denge, postural kontrol, kas kuvveti, yürüyüş ve yaşam kalitesi üzerine önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir.

Son 10 yıl içerisinde sanal gerçeklik uygulamalarının nörolojik rehabilitasyonda etkin olduğunun belirtilmesi ve çalışmalarla desteklenmesiyle birlikte bu konuya olan ilgi artmış ve bilgisayar temelli sanal gerçeklik uygulamalarının farklı popülasyonlarda etkinliğinin incelendiği çalışma sayısında ciddi bir artış olmuştur (Mao vd., 2014; Golomb vd., 2010; Cho vd., 2014; Rahman and Rahman, 2010; Mitchell vd., 2012). SP'li çocuklarda sanal gerçeklik uygulamalarının kortikal organizasyonu uyararak motor iyileşmeyi sağladığı ve fonksiyonel dengeyi geliştirdiği vurgulanmaktadır (Pavao vd., 2014). Atasavun Uysal ve Baltacının (2016) hemiplejik SP'li çocuklarda yaptıkları randomize kontrollü çalışmada, GMFCS'ye göre seviye 1 ve 2'de yer alan hemiplejik SP'li çocuklara 12 hafta boyunca haftada 2 defa verilen Wii eğitiminin motor performansı ve günlük yaşam aktivite bağımsızlığını arttırdığı gözlenmiştir. Benzer şekilde, Sezer Ürgen'in (2013) yapmış olduğu randomize kontrollü çalışmada hemiparetik SP'li çocuklarda 9 hafta boyunca toplamda 18 seanslık Wii eğitimi sonrasında sadece nörogelişimsel tedavi yaklaşımları alarak rehabilitasyonunu sürdüren çocuklarla karşılaştırıldığında Kaba Motor Fonksiyon Ölçüm (GMFM) değerleri, bağımsız sıçrama sayıları, süreli kalk yürü test değerlerinde istatistiksel anlamlılığın bulunduğu, Wii eğitiminin SP'li çocuklarda ileri motor beceri ve denge üzerine yararlı etkilerinin olduğu gözlenmiştir. Jelsma ve arkadaşlarının çalışmalarında da 3 haftalık N- Wii eğitiminin spastik hemiplejik çocuklarda denge skorlarını önemli derecede geliştirdiği gözlenmiştir (Jelsma vd., 2013). Levac ve arkadaşlarının 1 hafta terapist kontrollü ve 6 hafta da ev programı şeklindeki uygulamasıyla takip ettikleri 5 SP'li çocukta 7 hafta boyunca uygulanan sanal gerçeklik rehabilitasyonunun çocuklarda 6 dk yürüme testinde istatistiksel olarak önemli gelişmeler gösterdiği kaydedilmiştir (Levac vd., 2017). Literatürde, Kinect X-BOX eğitiminin SP'li çocuklarda üst ekstremite motor becerileri ve psikomotor beceriler üzerine olan etkisinin incelendiği çalışmalarda da oldukça etkili olduğu belirtilmektedir (Ren, vd., 2016; Dinomais vd., 2013). Benzer şekilde, Luna-Oliva ve arkadaşlarının (2013) Kinect Xbox 360 kullanarak uyguladıkları rehabilitasyon tedavisinde, SP'li çocuklarda 8 haftalık uygulama sonrasında motor fonksiyonun ayakta durma, yürüme ve ağırlık aktarma parametreleri (GMFM'nin D ve E bölümleri), denge ve günlük yaşam aktivite katılım becerileri ve okul katılımında önemli

kazanımların sağlandığı belirtilmiştir. 2017 yılında Ravi ve arkadaşları tarafından çocuk ve adölesan SP'li çocuklarda bilgisayar temelli sanal gerçeklik uygulamalarının rehabilitasyon etkinliğini incelemek amacıyla yapılan derleme çalışmasında, sanal gerçeklik rehabilitasyonunun denge ve motor becerileri geliştirdiğine dair orta derecede kanıt sunduğunu, bu tekniğin günümüzde gittikçe artan bir değere sahip olduğu, uzun dönem etkilerinin olduğu ve SP yönetimi konusunda yapılacak daha çok çalışmaya ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır (Ravi vd., 2017). Bizim çalışmamızda, X-BOX Kinect sistem kullanılarak yapılan rehabilitasyon uygulamalarında çocukların süreli performans (süreli kalk yürü testi ve merdiven inme-çıkma testi), denge (PDÖ) ve alt ekstremite kas kuvveti değerlerinde önemli gelişmelerin olduğu, özellikle, çocuklarda kalça fleksör- ekstansör-abduktör, diz fleksör ve ekstansör kaslarında kuvvet artışının olduğu gözlenmiştir. Benzer şekilde, denge ve postural kontrol mekanizmadaki gelişimi değerlendirmek amacıyla kullanılan balance master test değerlerinde de önemli gelişmelerin olduğu, çocuklarda özellikle, gözler açık ve kapalı tek ayak üzerinde durma stabilitesinin geliştiği gözlenmiştir. Pedaborografik ölçümlerde çocukların tedavi öncesine göre ayak geneli ve 3,4, 5. parmaklardan uyguladıkları basınç kuvvet değerinde önemli gelişmelerin olduğu, yürüyüş parametrelerinde istatistiksel bir değişimin kaydedilmediği, fakat, günlük yaşam aktivite bağımsızlığını gösteren WeeFIM total skorlarında anlamlı değişimin olduğu ve sağlıkla ilgili yaşam kalitesinin davranış, öz saygı, ebeveyn üzerindeki zaman etkisi alt parametrelerinde ve toplam CHQ PF-50 puanında istatistiksel bir değişimin olduğu tespit edilmiştir. Sonuçlarımız, literatürle uyumlu bir şekilde, haftanın 3 günü uygulanan 12 haftalık X-BOX Kinect rehabilitasyon uygulamalarının SP'li çocuklarda süreli performans, denge, alt ekstremiteye ağırlık aktarma ve postural kontrolü geliştirerek fonksiyonel bağımsızlığı ve yaşam kalitesini arttırdığını göstermiştir. Bilgimiz dahilinde bu çalışma, SP'li çocuklarda X-BOX Kinect rehabilitasyonu sonrasında yürüyüş parametrelerindeki değişimi değerlendiren ilk ve tek çalışmadır. Her ne kadar lokomot gibi robotik destekli rehabilitasyon uygulamalarının yürüyüş parametreleri üzerinde olumlu etkilerinin olduğu bilinse de (Wallard vd., 2017; Koenig vd., 2008; Patritti vd., 2009), lokomat uygulamalarının yürüyüşün spatio-temporal ve kinematik değerlerinde önemli bir değişime neden olmadığını gösteren çalışmalar da söz konusudur (Druzbicki vd., 2013). Çalışmamızda, X-BOX rehabilitasyonu sonrasında çocukların denge ve postural kontrolü ile ilgili önemli gelişmeler sağlanmış olmakla birlikte, yürüyüş parametrelerinde istatistiksel farklılık yaratan önemli sonuçlar elde edilemediği gösterilmiştir. Sanal gerçeklik uygulamalarının yürüyüş üzerine etkisini inceleyen daha çok çalışmaya ihtiyaç olduğu düşünülmektedir.

EMG-biyofeedbak pediatrik rehabilitasyon alanında fonksiyonel becerileri geliştirmek amacıyla geri bildirim vermede uzun yıllardır kullanılmaktadır. SP'li çocuklarda biyofeedback uygulamaları yürüyüşü geliştirmek için kullanılmaktadır. Çoğu zaman, çocuk yürürken geri

bildirim mekanizmasını aktifleştirmek ve topuk vuruşunu stimüle etmek amacıyla tercih edilmektedir. Yapılan bir çalışmada, yürüme sırasında triseps surae kasına uygulanan EMG-BF'nin SP'li çocuklarda yürüyüş simetrisini sağladığı gösterilmiştir (Colborne vd., 1994). Başka bir çalışmada, yürüyüş sırasında verilen uyarıların triseps surae kasının gevşemesinde önemli olduğu kaydedilmiştir (Bolek, 2003). Dursun ve arkadaşları, randomize kontrollü olarak planladıkları çalışmalarında, bir grup SP'li çocuğa sadece egzersiz uygulaması, diğer gruptaki çocuklara da egzersiz uygulamasına ek olarak EMG-BF uygulaması yapmış ve çalışmanın sonunda, EMG-BF uygulaması yapılan çocuklarda kas tonusu, ayak bileği normal eklem hareket açıklığında ve yürüyüşte sadece egzersiz uygulanan çocuklara göre anlamlı derecede değişimin olduğunu gözlemlemişlerdir (Dursun vd., 2004). Yun ve arkadaşları vizüel biyofeedback denge eğitiminin fonksiyonel beceri üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, 8 SP'li çocukla çalışmış ve 6 hafta boyunca haftanın 3 günü 40 dk lık denge ve yürüme odaklı nörogelişimsel tedavi uygulamarına ek olarak vizüel feedback içerikli denge eğitimi vermişlerdir. Çalışmada değerlendirme parametresi olarak SKYT, 10 m yürüme testi yapılmış ve Good Balance Sistem ile denge değerlendirmesi kullanılmıştır. Çalışmanın sonunda, çocukların ön-arka ve medio-lateral salınımlarının önemli derecede azaldığı, SKYT ve 10 m yürüme testlerinde önemli gelişmeler kaydettikleri gözlenmiştir (Yun and Yoo, 2016). Benzer çalışma dizaynı, Ledebt ve arkadaşları (2005) tarafından 5-11 yaş arası 10 SP'li çocukta yürüyüş üzerine etkisini incelemek üzere yapılmış ve sonuçta, vizüel biyofeedback içerikli denge eğitimi sonrasında çocukların daha simetrik bir yürüyüşe sahip olduğu gözlenmiştir. Sesli biyofeedback eğitiminin 7-11 yaş arası hemiplejik SP'li 4 çocukta yürüyüş üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada da yürüyüşün temporal parametrelerinde önemli gelişmelerin kaydedildiği ve biyofedback terapisinin hemiplejik SP'li çocuklarda yürüyüş anormalliklerini düzeltebilmek amacıyla kullanılabileceği vurgulanmıştır (Seeger vd., 1981). Colborne ve arkadaşları (1994) ise triseps surae kasına yapılan EMG-BF uygulamasının hemiplejik çocuklarda yürüyüş üzerine etkisini incelemişler ve sonuçta, BF uygulaması sonrasında çocuklarda adım uzunluğu ve hız parametrelerinin önemli derecede pozitif bir şekilde etkilendiği, fakat, yürüyüş simetrisinin uygulamadan negatif etkilendiği, duruş fazının uzadığı bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da EMG- BF uygulaması spastik kasın gevşetilmesi için değil zayıf olan antispastik kasların kuvvetlendirilmesi amacıyla kullanılmıştır. Uygulamada tibialis anteriyor ve kuadriseps femoris kaslarına uygulama yapılmıştır. Yapılan BF uygulama sonrasında çocukların denge ve postural kontrol mekanizmalarında önemli gelişmelerin olduğu, özellikle, sağ-sol postural salınımlarının azaldığı, gözler açık tek ayak üzerinde durma dengesi, farklı açılarda oturma sırasında sağ-sol ağırlık aktarımı ve tandem yürüme salınım seviyelerinde önemli düzelmelerin olduğu gözlenmiştir. Tedavi sonrasında pedaborografik ölçüm değerlerinde 3,4 ve 5. parmaklardan yere uygulanan maksimum kuvvet miktarının önemli

derecede arttığı, parmakların yerle temas süresinde gelişme olduğu ve orta ayağın zirve basınç değerinin arttığı gözlenmiştir. Fakat, yukarıdaki çalışmaların aksine çalışmamızda EMG-BF uygulamasının yürüyüş parametreleri üzerine istatistiksel olarak gösterilmiş sonuçlara rastlanmamıştır. Bu sonucun çalışmamıza dahil edilen çocukların klinik özelliklerinden de kaynaklanmış olabileceğini düşünüyoruz. Diğer çalışmaların aksine çalışmamıza dahil edilen çocukların %70'i diparetik SP'li çocuklardı. Oysa, diğer çalışmalarda sıklıkla yürüyüş asimetrisi gösteren hemiplejik SP'li çocuklarla çalışılmıştır. Bir diğer etken de vaka sayısının az olmasıdır. Daha homojen bir grubun dahil edildiği (örneğin, sadece diparetik veya hemiparetik SP'li çocuklar) SP'li çocuklarda vaka sayısı arttırılarak EMG-BF uygulamasının yürüyüş parametreleri üzerine etkinliğinin incelendiği randomize kontrollü çalışmalara ihtiyaç vardır.

EMG-BF aynı zamanda nörolojik etkilenimli hastalarda istemli kas aktivasyonunu arttırarak motor kontrolü geliştirmek amacıyla da kullanılmaktadır (James, 1992). Yapılan çalışmalarda hemiplejik hastalarda düşük ayağın tedavisi ve dorsifleksör kas kuvvet artışı amacıyla etkin bir şekilde kullanılabileceği belirtilmiştir (Basmajian vd., 1975; Colborne vd., 1993; Burnside vd., 1982). EMG-BF'in alt ekstremite spastisitesi üzerine etkinliğinin değerlendirildiği karşılaştırmalı bir çalışmada EMG-BF uygulamasının klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamasından üstün olmadığı, gruplar arası tedavi sonrası günlük yaşa aktivite bağımsızlığı bakımından bir farklılığın olmadığı gösterilmiştir (Intiso vd., 1994). Gill ve arkadaşlarının (2014) ekin deformitesi olan spastik tip SP'li çocuklarda EMG-BF'nin etkisini araştırdıkları çalışmada, çocuklara haftanın 3 günü, 4 hafta boyunca uygulama yapılmıştır. Çalışmanın sonuçları, klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamasına ek olarak BF uygulaması yapılan çocuklarda sadece klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulaması yapılan SP'li çocuklara göre tibialis anteriyor kas kuvvetinde artış, fonksiyonel ambulasyon seviyesi ve yürüyüşte de önemli gelişmelerin kaydedildiğini göstermiştir. Bizim çalışmamızda da çocukların haftanın 3 günü yapılan 12 haftalık EMG-BF uygulaması sonrasında kalça çevresi kaslarında (feksör, ekstansör, abduktör) ve ayak bileği dorsifleksör kas kuvvet değerlerinde önemli artışların olduğu, çocukların aynı zamanda, süreli kalk yürü test sonuçları ve pediatrik denge skalası değerlerinde önemli kazanımların olduğu gözlenmiştir. Çalışmamızda ayrıca, EMG-BF uygulama sonrasında SP'li çocukların özellikle CHQ PF-''nin ebeveyn üzerindeki etkisi, aile aktiviteleri ve toplam CHQ değeri ve WeeFIM değerinin önemli derecede artış gösterdiği tespit edilmiştir. Çalışmamız, hafif etkilenimli spastik tip SP'li çocuklarda EMG-BF uygulamasının alt ekstremite kas kuvvetini arttırmada ve süreli performans ve günlük yaşam aktivite bağımsızlığını gösteren fonksiyonel becerilerinde önemli kazanımlarla sonuçlanacağını göstermiştir. Çocukların süreli performans, denge ve kas kuvvet değerlerinde elde edilen kazanımların yaşam kalitesinin arttırılmasında önemli bir etken olduğu düşünülmektedir.

SP'li çocukların rehabilitasyonu ve yaşam kalitesinin arttırılmasında üzerinde durulması gereken faktörlerden birisi de dengenin arttırılması, denge problemleri ve düşme riskinin en aza indirgenmesi ve postural kontrolün geliştirilmesidir. Bunun için birçok terapatik yaklaşım uygulanmaktadır. Son yıllarda teknolojik gelişmeler, sanal gerçeklik uygulamalarının bu amaçla kullanımını daha da eğlenceli bir hale getirmiştir. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, spastik tip SP'li çocuklarda, klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon uygulamalarına ek olarak dengeyi geliştirmek amacıyla uygulanan yapılan sanal gerçeklik uygulamalarının denge ve postural kontrol parametrelerinde önemli artışlara yol açtığı gösterilmiştir (Tarakçı vd, 2013; Bonneche`re vd., 2017). Yapılan literatür araştırmasında, SP'li çocuklarda balance master cihazının denge ve postural kontrol üzerine etkisini incelemek amacıyla eğitim amaçlı kullanıldığı çalışmaya rastlanmamıştır. Fakat, benzer amaçla kullanılan Biodex sisteminin SP'li çocuklarda eğitim amaçlı kullanıldığı iki çalışmaya rastlanmıştır. Bu çalışmalardan birinde El-Shamy ve El Kayf 10-12 yaş arası spastik tip SP'li 13 çocuğa düşme riski ve postural kontrol üzerine etkisini incelemek amacıyla denge eğitimi vermiştir. Eğitim haftanın 3 ay boyunca haftanın 3 günü ve 30 dk şeklinde yapılmıştır. Eğitim grubunun sonuçları sadece klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon programına dahil olan çocukların sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonunda araştırmacılar, her iki grubun denge test değerlendirmelerinde önemli gelişme kaydettiklerini, fakat, biodex eğitimine alınan çocukların denge değerlerinin sadece klasik fizyoterapi programına alınan çocuklara göre daha yüksek olduğu ve düşme riskinin daha da az olduğunu tespit etmişlerdir. Çalışmanın sonunda araştırmacılar, biodex cihazının spastik tip SP'li çocukların rehabilitasyonu ve postural dengenin geliştirilmesi için kullanılabilecek önemli bir cihaz olduğunu vurgulamışlardır. Abd El-Kafy, ve El-Basatiny'de (2014) SP'li çocuklarda postural denge eğitiminin yürüyüş parametreleri üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında, 8-10 yaş arası spastik diplejik hastalarla çalışmışlardır. Çalışma kontrollü çalışma olarak planlanmış ve kontrol grubuna sadece klasik fizyoterapi ve rehabilitasyon programı uygulanmıştır. Çalışma grubuna ise fizyoterapi ve rehabilitasyon programına ek olarak biodex stabilite sistemi ile 8 haftalık haftanın 3 günü 30 dk lık eğitim vermişlerdir. Çalışmanın sonunda, her iki gruptaki çocuklarda yürüyüşün önemli derecede geliştirildiği, fakat, kontrol grubu ile karşılaştırılınca biodex sistem eğitimine alınan SP'li çocuklarda denge ve yürüyüş parametrelerinde anlamlı derecede farklılık olduğu gözlenmiştir. Araştırmacılar, Biodex stabilite cihazının spastik diplejik SP'li çocukların rehabilitasyonunda denge ve postural stabiliteyi önemli derecede geliştirmek amacıyla kullanılabileceğini vurgulamışlardır. Bizim çalışmamızda, balance master stabilite cihazı ile eğitime alınan çocukların sağ-sol stabilite değerleri, sağ alt ekstremite tek ayak üzerinde durma stabilitesi, 60º ve 90º lik açılarda oturma pozisyonunda sağ-sol ağırlık aktarma stabilite değerlerinde önemli artışların olduğu kaydedilmiştir. Sonuçlarımız, Shamy ve El Kayf'in çalışmalarına benzer sonuçlarla balance master cihazı ile

eğitime alınan spastik hemiparetik ve diparetik SP'li çocuklarda medio-lateral stabilite ve oturmada ağırlık aktarma stabilitesi bakımından önemli sonuçların olduğunu göstermiştir. Balance master eğitim grubunun ayrıca, pedaborografik ölçümlerinde ayağın uyguladığı maksimum kuvvet değeri ve arka ayağın zirve basınç değerinde önemli artışların olduğu, Abd El-Kafy, ve El-Basatiny'nin çalışmalarında olduğu gibi yürüyüş değerlendirme parametrelerinde (özellikle, yürüyüş hızı, sallanma fazı, çift adım uzunluğu, adım genişliğinde) önemli gelişmelerin olduğu gözlenmiştir. Denge ve postural kontrol değerleri önemli derecede artan çocukların günlük yaşam aktivite bağımsızlık değerleri (WeeFIM) ve yaşam kaliteleri de önemli derecede artış göstermiştir. Ayrıca, balance master stabilite eğitiminin süreli performans (SKYT) ve alt ekstremite kas kuvvetinde (kalça ekstansör, diz fleksör ve dorsifleksör kaslar) de artışa neden olduğu belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlarımızın birbiri ile ilişkili olduğu, çocuklarda denge ve postural kontrolü geliştirmeye yönelik balance master cihazının kullanımının stabilite artışı ile birlikte, alt ekstremite kas kuvvet artışına ve fonksiyonel bağımsızlığı ve nihayetinde de yaşam kalitesine olumlu etkilerinin olduğu gösterilmiştir. Çalışmamızın sonuçları, yukarda yapılan çalışmalara benzer sonuçlarla, balance master stabilite eğitim cihazının spastik tip hemiparetik ve diparetik SP'li çocukların rehabilitasyonunda süreli performans, denge, postural kontrol ve yaşam kalitesinin arttırılması bakımından kullanılabilecek önemli bir seçenek olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, vaka sayısı arttırılarak konuyla ilgili yapılacak daha çok çalışmaya ihtiyaç olduğu da tespit edilmiştir.

Çalışmamızın diğer bir amacı, uygulanan üç farklı tedavi yönteminin birbirine olan üstünlüğünü de değerlendirmek idi. Literatürde yapılan çalışmalarda, SP'li çocuklarda uygulanan tedavi yöntemlerinin etkileri araştırılırken genellikle, klasik egzersiz programları veya nörogelişimsel tedavi yöntemleri ile takip edilen çocuklara karşılık bu egzersizlerle kombine uygulanan spesifik yaklaşımlar karşılaştırmalı bakılmıştır. Sıklıkla da sanal gerçeklik uygulamaları veya spesifik olarak dengeyi geliştirmek amacıyla uygulanan tedavi yöntemleri geleneksel uygulamalara göre anlamlı derecede etkin bulunmuştur (Mohsen and Emara, 2015; Bonnechere vd., 2015; Pavão vd.,2014; Snider vd., 2010). Yoo ve arkadaşları (2014) tarafından yapılan inovatif bir çalışmada EMG-BF ile sanal gerçeklik uygulaması kombine uygulanmış ve sonuçlar değerlendirilmiştir. Yoo ve arkadaşlarının 3 SP'li çocukta triseps ve biseps kas imbalansı üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında, bir gruba sadece EMG-BF uygulaması diğer gruba da EM-BF ile kombine sanal gerçeklik uygulaması yapmışlardır. Çalışmanın sonunda, kombine uygulama yapılan çocuklarda sadece EMG-BF uygulanan çocuklara göre kas imbalansında anlamlı derecede azalma elde edilmiş, çocukların üst ekstremite becerilerinde önemli kazanımlar sağlanmış ve yapılan çalışmanın konuyla ilgili

olarak yapılan ilk ve tek çalışma olduğu, konunun daha çok araştırılması gerektiği vurgulanmıştır. Bizim çalışmamızda üç farklı tedavi yöntemi birbiri ile karşılaştırılmış ve 12 haftanın 3 günü 12 hafta boyunca uygulanan farklı rehabilitasyon yönteminin etkinlikleri değerlendirilmiştir. Gruplar arası yapılan karşılaştırmalı istatistiksel analizde, EMG-BF uygulanan gruptaki çocukların tedavi öncesinde SKYT değeri anlamlı derecede düşük iken, uygulanan tedavi programları sonrasında SKYT değerlerinde önemli gelişmeler olduğu ve gruplar arasında farkın olmadığı gözlenmiştir. Sonuçlarımız, EMG-BF uygulamasının süreli performans ve dinamik dengenin arttırılmasında önemli derecede etkin olduğunu göstermiştir. Bununla birlikte, tedavi sonrasında gruplar arasında istatistiksel bir farkın bulunmaması her üç tedavi grubunun kas kuvveti, süreli performans (SKYT, MİÇT) ve dengenin geliştirilmesinde (PDÖ) birbirlerine üstünlüğünün olmadığını göstermiştir.

Postural stabilite test değerlendirmeleri için gruplar arası yapılan karşılaştırmalı istatistiksel analizde, tedavi öncesi balance master test değerlendirmelerinde istatistiksel bir fark yok iken tedavi sonrasında medio-lateral stabilite, gözler açık sağ ve sol ayak üzerinde durma, oturma sırasında sağ-sol tarafa ağırlık aktarma simetrisi ve tandem yürüş sırasındaki salınım bakımından istatistiksel bir fark olduğu ve instabilitenin EMG-BF uygulanan grupta daha fazla olduğu gözlenmiştir. Uygulanan tedavi yöntemleri sonrasında postural stabilitenin X-BOX ve balance master eğitimi alan SP'li çocuklarda daha çok arttığı gözlenmiştir. Sonuçlarımız, statik ve dinamik olarak uygulanan denge eğitim programlarının SP'li çocuklarda postural stabilitenin arttırılmasında daha etkin olduğunu göstermiştir.

Ayağın pedaborografik değerlendirilmesinde, tedaviye alınan SP'li çocuklarda gruplar arasında tedavi öncesi ve sonrası arka ayak, 3-4-5. parmaklar ve bütün ayak tarafından uygulanan maksimal kuvvet bakımından fark bulunmuştur. Fakat, tedavi sonrasında sadece 3-4-5. Parmakların uyguladığı zirve basınç değerinde önemli bir değişimin olduğu, X-BOX ve balance master eğitimi alan SP'li çocukların özellikle 3,4 ve 5. parmakları tarafından uygulanan basınç değerlerinde önemli bir farklılık olduğu gözlenmiştir.

Yürüyüş parametreleri ile ilgili gruplar arasında yapılan istatistiksel analizde, tedavi öncesinde adım uzunluğu, yürüyüş hızı, çift adım uzunluğu değerleri bakımından istatistiksel bir farklılık var iken tedavi sonrasında yürüyüşün hiçbir parametresi arasında istatistiksel bir farklılık tespit edilmemiştir. Yürüyüş parametreleri arasındaki farklılık Balance master stabilite cihazı ile eğitime alınan çocuklarda daha belirgin bulunmuştur. Bu sonuçlar, balance master cihazının hemiparetik ve diparetik SP'li çocuklarda yürüyüş parametrelerini önemli derecede geliştirdiğini göstermiştir. Konunun daha çok vaka sayısı ile daha çok araştırılması gerektiğini düşünüyoruz.

SP'li çocuklarda uygulanan tedavi yöntemleri hedeflenen parametreler olan günlük yaşam aktivite düzeyi ve yaşam kalitesine olumlu etkiler yarattığı zaman başarılı olarak kabul

edilmektedir. Nitekim çalışmamızda, grup içi değerlendirmelerde her üç tedavi yönteminin de bu konularda oldukça başarılı olduğu gözlenmiştir. Fakat, gruplar arası yapılan istatistiksel analizde, tedavi öncesinde bir fark yok iken tedavi sonrasında CHQ PF-50'nin fiziksel sağlık nedeniyle rol/sosyal kısıtlamalar, mental sağlık ve toplam CHQ değerlerinde anlamlı bir farklılığın olduğu gözlenmiştir. Çalışmamızda, X-BOX grubundaki çocukların yaşam kalitelerinde diğer gruplara göre daha fazla artış olduğu tespit edilmiştir.

Bu çalışmanın birkaç limitasyonu bulunmaktadır. Çalışmanın en önemli limitasyonu vaka sayısının az olması idi. Çalışma süresinin uzun olması, gün içinde özellikle okul saatlerinde gerçekleştirilmesi, ailelerin birçok tedavi yöntemini denemiş ve bıkkın olması, düzenli bir tedavi programını yürütme konusunda yorgun olması (GMFCS'ye göre seviye 1 ve 2 düzeyinde olan çocuklar günlük yaşamda bağımsız ambulasyonlarını gerçekleştirebildiklerinden düzenli rehabilitasyona en az katılan grubu oluşturmaktadır) yeterli vaka sayısına ulaşamama konusunda önemli etkileri olan konuları oluşturmuştur. Ayrıca, çalışmanın bulunduğu kuruma gelebilmek için taşıta binmesi gereken ve vasıta değiştirmesi gereken bireyler çalışmaya katılmayı red eden önemli bir grubu oluşturmuştur. Şehir dışında ikamet ettiği halde çalışmaya katılmayı kabul eden hastalar olmuştur, fakat, mesafe ve sürekliliğin sağlanamama ihtimaline karşın bu hastalar çalışmaya dahil edilememiştir. Benzer çalışma dizaynı bundan sonra yapılması planlanan çalışmalarda daha çok vaka sayısı ile yapılabilir. Çalışmamızın diğer bir limitasyonu, yapılan uygulamaların uzun dönem değerlendirmelerinin yapılmamış olması idi. Değerlendirmeler sadece çalışma başında ve sonrasında yapılmıştır. Fakat, hastalardan elde edilen kazanımların daha sonra devam edip etmediğinin değerlendirilmesi, uygulamalar sonrasında elde edilen terapatik etkilerin uzun dönem sonuçlarının gösterilebilmesi bakımından önemli veriler sağlayabilir. Çalışmanın üçüncü limitasyonu, yürüyüş analizi değerlendirmeleri sırasında yaşanan sıkıntılar şeklinde olmuştur. Boyu kısa olan çocuklarda yürüyüş analiz değerlendirmelerinde oldukça büyük güçlükler yaşanmıştır. Yerleştirilen marker lardan elde edilen verilerin kaydedilmesi aşamasında ciddi sorunlar yaşanmış olup, bundan sonra yapılması planlanan başka çalışmalarda boy sınırlaması konulabilir diye düşünülmüştür.

Sonuçlar

Çalışmamızın sonuçları, spastik hemiparetik ve diparetik SP'li çocuklarda X-BOX Kinect sistem, balance master stabilite cihazı ve EMG biyofeedback uygulamalarının denge, postural stabilite, alt ekstremite kas kuvveti ve süreli performans üzerine önemli etkilerinin olduğu, çocukların günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlıklarını kazanabilmeleri ve yaşam kalitelerinin arttırılabilmesi konusunda önemli kazanımların olduğu gözlenmiştir. Yapılan karşılaştırmalı istatistik analiz sonuçları, balance master stabilite cihazı ile yapılan eğitim programlarının postural stabilite ve yürüyüş üzerine daha etkili olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, bu üç farklı tedavi yönteminin birbirine üstünlüğünü araştıran ilk çalışma niteliğinde olup daha çok vaka sayısı ile konunun araştırıldığı daha çok çalışmaya ihtiyaç olduğu düşünümektedir.

Kaynaklar

Abd El-Kafy, E.M., El-Basatiny, H.M.Y.M. 2014. “Effect of postural balance training on gait

Alabdulwahab, S.S. 2011. “Electrical stimulation improves gait in children with spastic cerebral palsy”, NeuroRehabilitation, 29, 37-43.

Al-Abdulwahab, S.S., Al-Khatrawi, W.M. 2009. “Neuromuscular electrical stimulation of the gluteus medius improves the gait of children with cerebral palsy”, NeuroRehabilitation, 24(3), 209-17

Angın, S., İlçin, N., Yeşilyaprak, S.S., Şimşek, İE. 2013. “Prediction of postural sway velocity by foot posture index, foot size and plantar pressure values in unilateral stance”, Eklem Hastalık Cerrahisi, 24(3), 144-8.

Assaiante, C, Mallau, S., Viel, S., Jover, M., Schmitz, C. 2005. “Development of Postural Control in Healthy Children: A Functional Approach”,Neural Plasticity, 12, 2-3.

Atasavun Uysal, S., Baltaci, G. 2016. “Effects of Nintendo Wii™ Training on Occupational Performance, Balance, and Daily Living Activities in Children with Spastic Hemiplegic Cerebral Palsy: A Single-Blind and Randomized Trial”. Games and Health Journal,

Bao, X., Mao, Y., Qiu, Y., Chen, S., Li, L., Zhou, S., Huang, D. 2013. “Mechanism of Kinect-based virtual reality training for motor functional recovery of upper limbs after subacute stroke”, Neural Regen Reearch, 8(31), 2904–2913.

Basmajian, J.V., Kulkula, C.G., Narayan, M.G., Takebe, K. 1975. “Biofeedback treatment of foot-drop after stroke compared with standard rehabilitation technique: effects on voluntary control and strength”, Archives of Physical and Medicine Rehabilitation, 56, 231-6.

Basmajian, JV. 1981. “Biofeedback in rehabilitation: a review of principles and practices”, Archieves of Physical Medicine and Rehabilitation, 62, 469-475.

Bax, M., Goldstein, M., Rosenbaum, P. 2005. “Proposed definition and classification of cerebral palsy”, Developmental Medicine and Child Neurology, 47, 571–576.

Binder, SA., Moll, CB., Wolf, SL. 1981. “Evaluation of electromyographic Biofeedback as an adjunct to therapeutic exercise in treating the lower extremities of hemiplegic patients”, Physical Therapy, 61,886-93.

Bloom, R., Przekop, A., Sanger, TD. 2010. “Prolonged Electromyogram Biofeedback Improves Upper Extremity Function in Children With cerebral palsy”, Journal of Child Neurology, 25,1480-86.

Bolek, J.E. 2003. “A preliminary study of modification of gait in real-time using surface electromyography”, Applied Psychophysiology and Biofeedback, 28(2), 129–138

Bonneche`re, B, Omelina, L., Jansen, B., Van Sint Jan, S. 2017. “Balance improvement after physical therapy training using specially

Brien, M., Sveistrup, H. 2011. “An intensive virtual reality program improves functional balance and mobility of adolescents with cerebral palsy”, Pediatric Physical Therapy, 23(3), 258-66.

Brundy, J., Korein, J., Grynbaum, BB. 1976. “EMG feedback therapy: Review of treatment of 114 patients”, Archieves of Physical Medicine and Rehabilitation, 57,55-61.

Burke, M., Charles, MD., Morrow, P., Crosbie, J., Mc-Donough, S. 2009. Optimising engagement for stroke rehabilitation using serious games, Visual Computer, 25(12), 1085–1099.

Burnside, I.G., Tobias, H.S., Bursill, D. 1982. “Electromyographic feedback in the remobilization of stroke patients: a controlled trial”, Archives of Physical and Medicine Rehabilitation, 63, 217-22.

Cans, C., Dolk, H., Platt, MJ., Colver, A., Prasauskiene A., Kraegeloh-Mann I. 2007. “Recommendations from the SCPE collaborative group for defining and classifying cerebral palsy”, Developmental Medicine and Child Neurology, 49, 35–38.

Cho, G.H., Hwangbo, G., Shin, H.S. 2014. “The effects of virtual reality-based balance traininh on balance of the elderly”, Journal of Physical Therapy Science, 26, 615-17.

Cipresso, P., Serino, S., Pedroli, E., Gaggioli, A., Riva, G. 2014. “A virtual reality platform for assessment and rehabilitation of neglect using a kinect”, Studies in Health Technology and Informatics, 196,66-8.

Colborne, G., Wright, F., Naumann, S. 1994. “Feedback of triceps surae EMG in gait of children with cerebral palsy: a controlled study”, Archives Physical Medicine and Rehabilitation, 75(1), 40.

Colborne, G.R., Olney, S.J., Griffin, M.P. 1993. “Feedback of ankle joint angle and soleus electromyography in the rehabilitation of hemiplegic gait”, Archives of Physical and Medicine Rehabilitation, 74, 1100-6.

de Graaf-Peters, VB., Blauw-Hospers, CH., Dirks, T. 2007. “Development of postural control in typically developing children and children with cerebral palsy: possibilities for intervention?”, Neuroscience and Biobehavioral Review, 31, 1191–200.

Demirbüken, İ., Özyürek, S., Tosun, Ö. Ç., Okyay, R. E., Angın, S. 2013. “Gebelik sürecinde yürümenin zaman mesafe parametreleri ve plantar basınç dağılımı”, Fizyoterapi Rehabilitasyon, 1(24), 71-79.

Deutsch, J.E., 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”, Physical Therapy, 88 (10), 1196-207.
developed serious games for cerebral palsy children: preliminary results”, Disability and Rehabilitation, 39(4), 403-406.

Dewar, R., Love, S., Johnston, L.M. 2014. “Exercise interventions improve postural control in children with cerebral palsy: a systematic review”, Developmental Medicine and Child Neurol, 504-581.

Dinomais, M., Veaux, F., Yamaguchi, T., Richard, P., Richard, I., Nguyen, S. 2013. “ A new virtual reality tool for unilateral cerebral palsy rehabilitation: two single-case studies”, Developmental Neurorehabilitation, 16(6), 418-22.

Druzbicki, M., Rusek, W., Snela, S., Dudek, J., Szczepanik, M., Zak, E. 2013. “Functional effects of robotic-assisted locomotor treadmill therapy in children with cerebral palsy”, Journal of Rehabilitation and Medicine, 45, 358e63.
Dursun, E., Dursun, N., Alican, D. 2004. “Effects of biofeedback treatment on gait in children with cerebral palsy”,Disability and Rehabilitation, 26(2), 116–120.

Enkelaar, L., Smulders, E., Lantman-de Valk, HS., Geurts, ACH., Weerdesteyn, V. 2012. “A review of balance and gait capacities in relation to falls in persons with intellectual disabilities”, Research in Developmental Disabilities, 33, 291-306.

Fahimi, N.A., Hosseini, SA., Rassafiani, M., Farzad, M., Allah Haghgoo, H. 2012. “The Reactive Postural Control in Spastic Cerebral Palsy Children”, Iranian Rehabilitation journal, 10, 66-76.

Franjoine, MR., Gunther, JS., Taylor, MJ. 2003. “Pediatric balance scale: a modified version of the Berg balance scale for the school-age child with mild to moderate motor impairment”, Pediatric Physical Therapy,15, 114–28.

Gill, H., Bajaj, A., Singh, J., Sareen, A. 2014. “To Study the Efficacy of Electromyographic Biofeedback Training on Dynamic Equinus Deformity and Gait in Children with Spastic Cerebral Palsy”, IOSR Journal of Sports and Physical Education, 1(3), 35-39.

Givon, U. 2005. “Management of the spastic hip in cerebral palsy”, Current Opinion in Pediatrics, 2016 Oct 27.

Golomb, M.R., McDonald, B.C., Warden, S.J., Yonkman, J., Saykin, A.J., Shirley, B., Huber, M., Rabin, B., Abdelbaky, M., Nwosu, M.E., Barkat-Masih, M., Burdea, G.C. 2010. “In-home virtual reality videogame telerehabilitation in adolescents with hemiplegic cerebral palsy”, Archives of Physical Medicine and Rehabilitation 91(1), 1-8.e1.

Gordon, C., Roopchand-Martin, S., Gregg, A. 2012. “Potential of the Nintendo Wii™ as a rehabilitation tool for children with cerebral palsy in a developing country: a pilot study”, Physiotherapy, 98(3), 238-42.

Grecco, LAC., Tomita, SM., Christovao, TCL., Pasini, H., Sampaio, LMM., Oliveira, CS. 2013. “Effect od treadmill gait training on static and functional balance in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial”, Brazilian Journal of Physical Therapy,17(1),17-23.

Hadders-Algra, M., Carlberg, EB. 2008. “Why bother about postural control?” In: Hadders-Algra M, Carlberg EB, editors. Postural Control: A Key Issue in Developmental Disorders. Clinics in Developmental Medicine, No. 179. London: Mac Keith Press, pp:1–2.

Hartveld, A., Hegart, JR. 1996. “Augmented feedback and physiotherapy practice. Review report”, Physiotherapy, 82(8),480-91.

Hemayattalab, R., Arabameri, E., Pourazar, M., Ardakani, MD., Kashefi, M. 2013. “Effects of self-controlled feedback on learning of a throwing task in children with spastic hemiplegic cerebral palsy”, Research in Developmental Disabilities, 34,2884–2889.

Horak, F.B. 2206. “Postural orientation and equilibrium: what do we need to know about neural control of balance to prevent falls?” Age and Ageing, 35-52.

Hsieh, WM., Chen, CC., Wang, SC., Tan, SY., Hwang, YS., Chen, SC., Lai, JS., Chen, YL. 2014. “Virtual reality system based on Kinect for the elderly in fall prevention”, Technol Health Care, 22(1), 27-36.

Hsue, B.J., Miller, F., Su, F.C. 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 and Posture, 29(3), 465-70.
Intiso, D., Santilli, V., Grasso, M.G., Rossi, R., Caruso, I. 1994. “Rehabilitation of walking with electromyographic biofeedback in foot-drop after stroke”, Stroke, 25, 1189-92.

James, R. 1992. “Biofeedback Treatment for Cerebral Palsy in Children and Adolescents: A Review”, Pediatric Exercise Science, 4, 198-212.

Jaume-i-Capó, A., Martínez-Bueso, P., Moyà-Alcover, B., Varona, J. 2004. “Interactive Rehabilitation System for Improvement of Balance Therapies in People With Cerebral Palsy”, IEEE Transactıons on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 22(2), 419-428.

Jelsma, J., Pronk, M., Ferguson, G., Jelsma-Smit, D. 2013. “The effect of the Nintendo Wii Fit on balance control and motor function of children with spastic hemiplegic cerebral palsy”, Developmental Neurorehabilitation, 16, 27-37.
Johnson, HE., Garton, WH. 1973. “Muscle re-education in hemiplegia by use of electromyographic device”, Archieves of Physical Medicine and Rehabilitation, 54,320-323.

Koenig, A., Wellner, M., Koneke, S., Meyer-Heim, A., Lunenburger, L., Riener, R. 2008. “Virtual gait training for children with cerebral palsy using the Lokomat gait orthosis”, Studies in Health and Technologic Information, 132, 204e9.

Kyvelidou, A., Harbourne, RT., Shostrom, VK., Stergiou, N. 2010. “Reliability of center of pressure measures for assessing the development of setting postural in infants with or at risk of cerebral palsy”, Archieves of Physical Medicine and Rehabilitation, 91(10),1593-601.

Ledebt, A , Becher, J., Kapper, J. 205. “Balance training with visual feedback in children with hemiplegic cerebral
Ledebt, A., Becher, J., Kapper, J., Rozendaalr, R.M., Bakker, R., Leenders, I.C., Savelsbergh, G.J. 2005. “Balance training with visual feedback in children with hemiplegic cerebral palsy: effect on stance and gait”, Motor Control 9(4), 459-68.
Lourenca˜o, M..IP., Battistella, LR., de Brito, CMM., Tsukimoto, GR., Miyazaki, MH. 2008. “Effect of biofeedback accompanying occupational therapy and functional electrical stimulation in hemiplegic patients”, International Journal of Rehabilitation Research, 31(1),33-42.

Luna-Oliva, L., Ortiz-Gutiérrez, R.M., Cano-de la Cuerda, R., Piédrola, R.M., Alguacil-Diego, I.M., Sánchez-Camarero, C., Martínez Culebras Mdel, C. 2013. “Kinect Xbox 360 as a

therapeutic modality for children with cerebral palsy in a school environment: a preliminary study", NeuroRehabilitation, 33(4), 513-21.
MacIntosh, A., Vignais, N., Biddiss, E. 2017. "Biofeedback interventions for people with cerebral palsy: a systematic review protocol", Systemativ Review, 13, 6(1), 3.

Maclean, N., Pound, P., Wolfe, C., Rudd, A. 2002. "The concept of patient motivation a qualitative analysis of stroke professionals attitudes", Stroke, 33(2), 444–448.

Mancini, M., Horak, FB. 2010. "he relevance of clinical balance assessment tools to differentiate balance deficits", European Journal of Physical Rehabilitation and Medicine, 46, 239–48.

Mao, Y., Chen, P., Li, L., Huang, D. 2014. "Virtual reality training improves balance", Neurologic Regeneration Research, 9, 1628-34.
Marinacci, AA., Horande, M. 1960. "Electromyogram in neuromuscular re-education", Bulletin of the Los Angeles Neurological Society, 25, 57-71.

McCabe, C. 2011. "Mirror visual feedback therapy. A practical approach", Journal of Hand Therapy, 24,170–9.

McCabe, C. 2011. "Mirror visual feedback therapy. A practical approach", Journal of Hand Therapy, 24,170–9.

Mitchell, L., Ziviani, J., Oftedal, S., Boyd, R. 2012. "The effect of virtual reality interventions on physical activity in children and adolescents with early brain injuries including cerebral palsy", Developmental Medicine and Child Neurology, 54(7), 667-71.
Mohsen, H.A., Emara, A.H. 2015. "Effect of a new physical therapy concept on dynamic balance in children with spastic diplegic cerebral palsy", The Egyptian Journal of Medical Human Genetics, 16, 77–83
Montero Mendoza, S., Gómez-Conesa, A., Hidalgo Montesinos, M.D. 2015. "Association between gross motor function and postural control in sitting in children with Cerebral Palsy: a correlational study in Spain", BMC Pediatrics, 15, 124.
Moss, D. 2002. "Biofeedback". In: Shannon S. Handbook of Complementary and Alternative Therapies in Mental Health, Academic Press, USA, pp:135-59.

Nash, J., Neilson, PD., O'Dwyer, NJ. 1989. "Reducing spasticity to control muscle contracture of children with cerebral palsy", Developmental Medicine and Child Neurology, 31, 471 – 480.

O'Dwyer, N.J., Neilson, P.D., Nash, J. 1994. "Reduction of spasticity in cerebral palsy using feedback of the tonic stretch reflex: A controlled study", Developmental Medicine and Child Neurology, 36, 770 – 786.

Özdoğan H., Ruperto, N., Kasapcopur, O. Bakkaloğlu, A., Arisoy, N., Özen, S., Uğurlu, U., Unsal, E., Melikoğlu, M. Pediatric Rheumatology International Trials Organisation. 2001 ".The Turkish version of the Childhood Health Assessment Questionnaire (CHAQ) and the Child Health Questionnaire (CHQ)", Clinical and Experimental Rheumatology 19 (23), 158-62.

palsy: Effect on stance and gait", Motor Control, 9, 59Y68
parameters in children with cerebral palsy", American Journal of Physical and Medicine Rehabilitation, 93, 938-947.
Park, E.Y., Kim, W.H. 2015. "Relationship between activity limitations and participation restriction in school-aged children withcerebral palsy", Journal of Physical Therapy and Science, 27(8), 2611-4.
Patel, D.R. 2005 "Therapeutic interventions in cerebral palsy", Indian Journal of Pediatrics, 72, 979-83.

Patritti, B., Romaguera, F., Deming, L., Mirelman, A., Pelliccio, M., Nimec, D. 2009. "Enhancement and retention of locomotor function in children with cerebral palsy after robotic gait training", Gait and Posture, 305, 9e10.
Pavão, S.L., Bruno Arnoni, J.L., de Oliveira, A.K.C., Rocha, N.A.C.F. 1-2014. "Impact of a virtual reality-based intervention on motor performance and balance of a child with cerebral palsy:a case study", Revista Paulista de Pediatria, 32(4), 389–394

Pavao, S.L., Arnoni, J.L.B, de Oliveira, A.K.C., Ferreira, N.A.C. 2014. "Impact of virtual reality based intervention on motor performance and balance of children with cerebral palsy: a case study", Revista Paul Pediatrica, 32, 389.

Pavão, S.L., dos Santos, A.N., Ferreira Rocha. N.D.C. 2013. "Assessment of postural control in children with cerebral palsy: A review", Research in Development and Disabilities, 34(5), 1367-1375.
Podsiadlo, D., Richardson, S. 1991. "The timed ''Up & Go'': A test of basic functional mobility for frail elderly persons", Journal of the American Geriatrics Society, 39, 142–48.

Pool, D., Elliott, C., Bear, N., Donnelly, C.J., Davis, C., Stannage, K., Valentine, J. 2016. "Neuromuscular electrical stimulation-assisted gait increases muscle strength and volume

in children with unilateral spastic cerebral palsy", Developmental Medicine and Child Neurology, 58(5), 492-501.
Rahman, S.A., Rahman, A. 2010. "Efficiacy of virtual reality-based therapy on balance in children with Down syndrome", World Applied Science Journal, 10, 254-61.

Ravi, D.K., Kumar, N., Singhi, P. 2017. "Effectiveness of virtual reality rehabilitation for children andadolescents with cerebral palsy: an updated evidence-basedsystematic review", Physiotherapy, http://dx.doi.org/10.1016/j.physio.2016.08.004

Ren, K., Gong, X.M., Zhang, R., Chen, X.H. 2016. "Effects of virtual reality training on limb movement in children with spastic cerebral palsy", Zhongguo Dang Dai Er Ke Za Zhi, 18(10), 975-79.

Rha, DW., Kim, DJ., Park, ES. 2010. "Effect of hinged ankle-foot orthoses on standing balance control in children with bilateral spastic cerebral palsy", Yonsei Medical Journal, 51(5),746-52.

Rose, J., Wolff, D.R., Jones, V.K., Bloch, D.A., Oehlert, J.W., Gamble, J.G. 2001. "Postural balance in children with cerebral palsy, Developmental Medicine and Child Neurology, 44(1), 58-63.

Rosenbaum, P., Paneth, N., Leviton, A., Goldstein, M., Bax, M. 2007. "A report: The definition and classification of cerebral palsy April 2006", Developmental Medicine and Child Neurology, 49, 8–14.

Seeger, B.R., Caudrey, D.J., Scholes, J.R. 1981. "Biofeedback therapy to achieve symmetrical gait in hemiplegic cerebral palsied children", Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 62(8), 364-8.

Seeger, BR., Caudrey, D.J., Scholes, JR. 1981. "Biofeedback therapy to achieve symmetrical gait in hemiplegic cerebral palsied children", Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 62(8), 364-8.

Sezer Ürgen, M. 2013. "Hemiparetik serebral palsili çocuklarda sanal gerçeklik yönteminin denge ve ileri düzey motor beceriler üzerine olan etkisinin incelenmesi", Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Programı Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
Smorenburg, ARP., Ledept, A., Deconinck, FJA., Savelsberg, GJP. 2011. "Visual feedback of the non-moving limb improves active joint-position sense of the impaired limb in spastic hemiparetic cerebral palsy", Research in Developmental Disabilities, 32, 1107–1116.

Smorenburg, ARP., Ledept, A., Deconinck, FJA., Savelsberg, GJP. 2011. “Visual feedback of the non-moving limb improves active joint-position sense of the impaired limb in spastic hemiparetic cerebral palsy”, Research in Developmental Disabilities, 32, 1107–1116.

Snider, L., Majnemer, A., Darsaklis, V. Virtual reality as a therapeutic modality for children with
cerebral palsy”, Developmental Neurorehabilitation, 13(2), 120-128.

Swaan, D., van Wieringer, PCW., Fokkema, SD. 1974. “Auditory E.M.G. feedback therapy to inhibit undesired motor activity”, Archieves of Physical Medicine and Rehabilitation, 55,251-254.

Tarakci, D., Ozdincler, A.R., Tarakci, E. 2013. “Wii-based balance therapy to improve balance function of children with cerebral palsy: a pilot study”, Journal of Physical Therapy and Science, 25:1123–7.

Tarsuslu Şimşek, T. 2016. Serebral palsi fizyoterapi ve rehabilitasyonu. Syf. 35-40. Pediatrik Fizyoterapi ve Rehabilitasyon. Tarsuslu Şimşek, T. Hipokrat kitapevi, Ankara.

Toner, LV., Cook, K., Elder GC. 1998. “Improved ankle function in children with cerebral palsy after computer-assisted motor learning”, Developmental Medicine and Child Neurology, 40(12), 829 –835.

Tunca, K. 2007. İnmeli hastalarda EMG biofeedback kullanımı, Türkiye Fiziksel Tıp Rehabilitasyon Dergisi, 53(1), 26-9.

Tur, BS., Küçükdeveci, AA., Kutlay, S., Yavuzer, G., Elhan, AH., Tennant, A. 2009. “Psychometric properties of the WeeFIM in children with cerebral palsy in Turkey”, Developmental Medicine and Child Neurology, 51(9), 732-8.

Van der Heide, JC., Fock, JM., Otten, B., Stremmemelaar, E., Hadders-Algra, M. 2005. “Kinematic characteristics of postural control during reaching in preterm children with cerebral palsy” Pediatric Research, 58, 586-93.

van Dijk, H., Jannink, MJA., Hermens, HJ. 2005. “Effect of augmented feedback on motor function of the affected upper extremity in rehabilitation patients: a systematic review of randomized controlled trials”, Journal of Rehabilitation and Medicine, 37, 202-11.

van Hedel, H.J., Meyer-Heim, A., Rüsch-Bohtz, C. 2016. “Robot-assisted gait training might be beneficial for more severely affected children with cerebral palsy”, Developmental Neurorehabilitation, 19(6), 410-415.

Wallard, L., Dietrich, G., Kerlirzin, Y., Bredin, J. 2017. “Robotic-assisted gait training improves walking abilities in diplegic children with cerebral palsy”, European Journal of Paediatric Neurology, 21(3), 557-564.

Winkels, D.G., Kottink, A.I., Temmink, R.A., Nijlant, J.M., Buurke, J.H. 2013. “Wii™-habilitation of upper extremity function in children with cerebral palsy. An explorative study”, Developmental Neurorehabilitation, 16(1), 44-51.

Woollacott, M., Shumway-Cook, A., Hutchinson, S., Ciol, M., Price, R., Kartin, D. 2005. “Effect of balance training on muscle activity used in recovery of stability in children with cerebral palsy: a pilot study”, Developmental Medicine and Child Neurology, 47(7), 455-61.

Woollacott, M.H., Shumway-Cook, A. 2005. “Postural dysfunction during standing and walking in children with cerebral palsy: what are the underlying problems and what new therapies might improve balance?”, Neural Plasticity, 12(2-3),211-9.

Wu, M., Kim, J., Arora, P., Gaebler-Spira, D.J., Zhang, Y. 2016. “Kinematic and EMG Responses to Pelvis and Leg Assistance Force during Treadmill Walking in Children with Cerebral Palsy”, Neural Plasticity, 2016, 5020348.

Wuang, Y-P., Chang, J-J., Wang, M-H., Lin, H-C. 2013. “Test-retest reliabilities of hand-held dynamometer for lower-limb muscle strength in intellectual disabilities”, Research in Developmental Disabilities, 34, 2281-90.

Yoo, J.W., Lee, D.R., Sim, Y.J., Yoo, J.H., Kim, C.J. 2014. “Effects of innovative virtual reality game and EMG biofeedback on neuromotor control in cerebral palsy”, Bio- Medical Materials and Engineering, 24(6), 3613-3618.

Yu, S., Fetters, L. 2011. “Commentary on "An intensive virtual reality program improves functional balance and mobility of adolescents with cerebral palsy", Pediatric Physical Therapy, 23(3), 267.

Yun, C-K., Yoo, J-N. 2016. The effects of visual biofeedback balance training on functional ability in children with cerebral palsy: a pilot study”, Journal of Korean Social and Physical Medicine, 11(3), 133-139.

Zaino, CA., Marchese, VG., Westcott, SL. 2004. “Timed-up and down stairs test: preliminary reliability and validity of a new measure of functional mobility”, Pediatric Physical Therapy, 16(2), 90-8.

Zoccolillo, L., Morelli, D., Cincotti, F., Muzzioli, L., Gobbetti, T., Paolucci, S., Iosa, M. 2015. “Video-game based therapy performed by children with cerebral palsy: a cross-over

randomized controlled trial and a cross-sectional quantitative measure of physical activity", European Journal of Physical Rehabilitation and Mediçine, 51(6), 669-76.

TÜBİTAK
PROJE ÖZET BİLGİ FORMU

Proje Yürütücüsü:	Doç. Dr. TÜLAY TARSUSLU ŞİMŞEK
Proje No:	214S583
Proje Başlığı:	Spastik Serebral Palsili Çocukların Fizyoterapi ve Rehabilitasyonunda Üç Farklı Tedavi Yönteminin Postural Kontrol, Denge ve Yürüyüş Üzerine Etkisinin İncelenmesi
Proje Türü:	3001 - Başlangıç AR-GE
Proje Süresi:	24
Araştırmacılar:	AYŞE SEMRA HIZ
Danışmanlar:	
Projenin Yürütüldüğü Kuruluş ve Adresi:	DOKUZ EYLÜL Ü. FİZİK TEDAVİ VE REHABİLİTASYON Y.O.
Projenin Başlangıç ve Bitiş Tarihleri:	01/05/2015 - 01/05/2017
Onaylanan Bütçe:	98000.0
Harcanan Bütçe:	55425.06
Öz:	Bu çalışmanın amacı, serebral palsili (SP) çocuklarda üç farklı tedavi yönteminin denge, postural kontrol, yürüyüş, fonksiyonel bağımsızlık düzeyi ve yaşam kalitesi üzerine etkisini incelemektir. Çalışmaya 5-18 yaş arası SP tanısı konan çocuklar dahil edildi. Çocuklar randomize olarak üç gruba ayrıldı. Balance master eğitim grubu (n=12), X-BOX eğitim grubu (n=11) ve EMG biyofeedback grubu (n=10). Denge ve postural kontrol değerlendirmesi için süreli kalk yürü testi (SKYT), merdiven inme çıkma testi (MİÇT), Berg Denge Ölçeği (BDÖ) ve balance master cihazı ile testler uygulandı. Çocukların yürüyüş değerlendirmeleri, alt ekstremite kas kuvveti, fonksiyonel bağımsızlık ölçümü (WEEFIM) ve sağlıkla ilgili yaşam kaliteleri (Çocuk Sağlığı Anketi ? Anne / Baba Raporu (CHQ-PF50)) değerlendirildi. Değerlendirmeler bittikten sonra bütün çocuklar 12 haftalık, haftanın 3 günü, 30-45 dk süren eğitim grubuna alındı. 12 haftanın bitimiyle değerlendirmeler tekrarlandı. Uygulanan tedavi sonrası, gruplar arasında, kalça ekstansör kas kuvveti, tek ayak üzerinde ayakta durma, oturmadan ayağa kalkmada stabilite test değeri, tandem yürüme test değeri, ayağın uyguladığı maksimum kuvvet değeri arasında istatistiksel olarak bir fark bulundu. Fakat, yürüyüş değerlendirmeleri bakımından bir fark bulunmadı. Grup içi değerlendirmelerde, her üç gruptaki çocuklarda SKYT ve alt ekstremite kas kuvvet değerlerinde önemli artışlar sağlanmıştır. Blance master eğitim grubunda yürüyüş hızı, sallanma hızı, çift adım uzunluğu, adım genişliği ve adım uzunluğu değerlerinde istatistiksel bir fark bulunmuş, fakat, X-BOX ve EMG biyofeedback grubunda bulunmamıştır. Her üç gruptaki çocuklarda toplam WeeFIM ve CHQ PF-50 değerlerinde anlamlı farklılık tespit edildi. Çalışmanın sonuçları, SP?li çocuklarda uygulanan X-BOX Kinect, EMG biyofeedback ve balance master cihaz eğitiminin denge ve postural kontrolü ve fonksiyonel bağımsızlığı arttırmada oldukça etkin olduğunu göstermiştir. Bu tedavi yöntemlerinin yürüyüş üzerine etkilerinin araştırıldığı daha çok çalışmaya ihtiyaç vardır.
Anahtar Kelimeler:	serebral palsi, denge, yürüyüş, postural kontrol, EMG biyofeedback, sanal gerçeklik
Fikri Ürün Bildirim Formu Sunuldu Mu?:	Hayır

TÜBİTAK