



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



YÜKSEK LİSANS TEZİ

SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA
TAM İMMERSİV SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARININ
FONKSİYONEL KAPASİTE ÜZERİNE ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Ömer AYHAN

DANIŞMAN
Prof. Dr. İpek YELDAN

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

Nörolojik Fizyoterapi ve Rehabilitasyon, Tezli Yüksek Lisans Programı

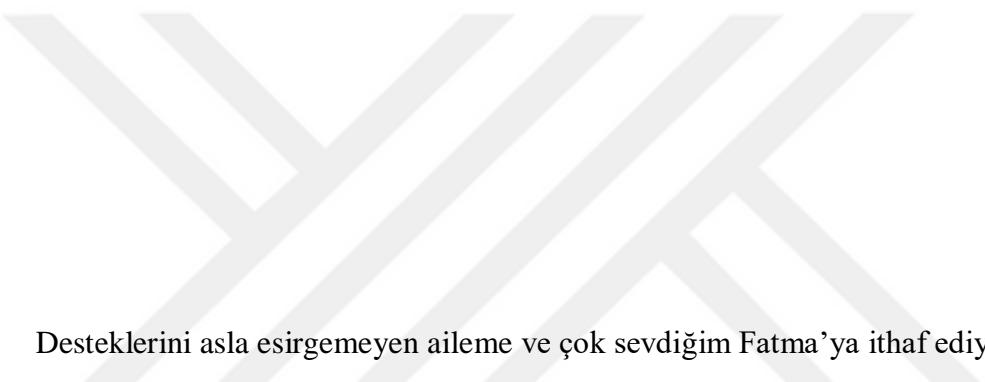
Temmuz, 2024

TEZ KABUL VE ONAYI

Ömer AYHAN tarafından, Prof. Dr. İpek YELDAN danışmanlığında hazırlanan **SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA TAM İMMERSİV SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARININ FONKSİYONEL KAPASİTE ÜZERİNE ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI** başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından **03/07/2024** tarihinde yapılan sınav sonucunda **oy birliği** ile başarılı bulunarak **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

	İmza	Sonuç
DANIŞMAN	Prof. Dr. İpek YELDAN	<input type="checkbox"/>
	İstanbul Üniversitesi -Cerrahpaşa Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı	Kabul <input type="checkbox"/> Ret
ÜYE	Doç. Dr. Rüstem MUSTAFAOĞLU	<input type="checkbox"/>
	İstanbul Üniversitesi – Cerrahpaşa Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı	Kabul <input type="checkbox"/> Ret
ÜYE	Dr. Öğr. Üyesi Elif DURGUT	<input type="checkbox"/>
	Bezmialem Vakıf Üniversitesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı	Kabul <input type="checkbox"/> Ret



Desteklerini asla esirgemeyen aileme ve çok sevdiğim Fatma'ya ithaf ediyorum...

BÜTÇE DESTEKLERİ

SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA TAM İMMERSİV SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARININ FONKSİYONEL KAPASİTE ÜZERİNE ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Bu tez çalışması için herhangi bir kurumdan bütçe desteği alınmamıştır.

TEŞEKKÜR

Lisans eğitimimin başlangıcından Yüksek Lisans eğitimimin sonuna kadar kişisel ve akademik desteği ile hem akademik hem sosyal hayatımı iyileştirmeme katkı sağlayan; bilgi birikimi, akademik titizliğini her daim benimle paylaşarak gelişmeme olanak tanıyan saygıdeğer danışmanım **Prof. Dr. İpek Yeldan'a**

Katıldığımız derslerde mesleğimize dair tutkularını ve bilgilerini bizlere aktaran, akademik anlamda örnek aldığım **Prof. Dr. Ela Tarakçı, Doç. Dr. Rüstem Mustafaoğlu, Dr. Öğr. Üyesi Ayşe Zengin Alpözgen, Dr. Öğr. Üyesi Yonca Zenginler Yazgan'a**

Benim için iş arkadaşlarından her zaman daha fazlası olacak; ikinci ailem olarak gördüğüm ve çalışmamda bana birçok yardımı dokunan **Dilbade Fizyoterapi Ekibine**

Üniversiteyi, hayatımın en güzel zamanları olarak geçirmemi sağlayan; benimle her anı paylaşan, en problemlili zamanlarımızda bile birbirimizin yüzünü güldürdüğümüz ve en yakın arkadaşlarım **Fzt. Hasan Gürler, Fzt. Simge Şentürk, Fzt. Esra Tunç, Uzm. Fzt. Ayşenur Erekdag, Fzt. Melih Tıkız'a**

En büyük destekçim olan annem ve babam, **Nurcan ve Adem Ayhan'a**; bir kardeşten çok bir arkadaş gibi büyüdüğüm, her sıkıntıda yardımına gözü kapalı koşan abim **Rasim Ayhan'a**; ailemizin son neşesi canım kardeşim **Yusuf Emre Ayhan'a**

Hayattaki en büyük şansım, yol arkadaşım **Fatma Nur Dülger'e** sonsuz teşekkürler...

Temmuz 2024

Ömer AYHAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

.....	Error! Bookmark not defined.
BEYAN.....	Error! Bookmark not defined.
BÜTÇE DESTEKLERİ.....	iv
TEŞEKKÜR.....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
ŞEKİL LİSTESİ.....	viii
TABLO LİSTESİ.....	ix
SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
ABSTRACT.....	xiii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE.....	4
2.1. Serebral Palsi.....	4
2.1.1. Tanım.....	4
2.1.2. Serebral Palsi’de Etiyoloji ve Prevalans.....	4
2.2. Serebral Palsi’de Sınıflandırma.....	6
2.2.1. Fizyolojik Sınıflandırma.....	6
2.2.2. Topografik Sınıflandırma.....	7
2.2.3. Fonksiyonel Sınıflandırma.....	8
2.2.4. Serebral Palsi’nin ICF-CY (International Classification of Functioning, Disability and Health - Children and Youth) Kapsamında Değerlendirmesi.....	9
2.3. Serebral Palsi’de Motor Fonksiyon.....	10
2.4. Serebral Palsi’de Aerobik Kapasite.....	12
2.5. Serebral Palsi’de Denge.....	13
2.6. Serebral Palsi’de Fizyoterapi ve Rehabilitasyon.....	14
2.6.1. Konservatif Tedavi Yöntemleri.....	14
2.6.2. Teknolojik Rehabilitasyon.....	17
2.6.3. Sanal Gerçeklik Uygulamaları.....	18

2.6.4. Serebral Palsi’de Sanal Gerçeklik ile Kombine Rehabilitasyonun Kanıta Dayalı Etkinliği.....	23
3. YÖNTEM	25
3.1. Olgular	25
3.1.1. Araştırmanın Evreni ve Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi.....	25
3.1.2. Çalışmaya Alınma Kriterleri:.....	26
Çalışmadan Dışlanma Kriterleri:	26
3.1.3. Çalışmadan Çıkarılma Kriterleri	26
3.2. Olguların Randomizasyonu, Tedavi Grupları ve Körleme	27
3.3. Değerlendirme	28
3.3.1. Demografik ve Klinik Bilgiler	29
3.3.2. 6 Dakika Yürüme Testi	29
3.3.3. Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü – 88.....	29
3.3.4. Pediatrik Denge Skalası.....	30
3.3.5. 10 Metre Yürüme Testi	31
3.3.6. Zamanlı Kalk Yürü Testi.....	31
3.3.7. Zamanlı Merdiven İnip Çıkma Testi.....	31
3.4. Rehabilitasyon Protokolü	32
3.4.1. Sanal Gerçeklik ile Kombine Treadmil Programı.....	32
3.4.2. Sanal Gerçeklik ile Kombine Bisiklet Programı.....	34
3.5. İstatistiksel Analiz	36
4. BULGULAR.....	38
4.1. Grupların Demografik ve Klinik Özelliklerinin Karşılaştırması.....	38
4.2. SGKT ve SGK B Gruplarındaki Katılımcıların Grup İçi ve Gruplar Arası Sonuçlarının Karşılaştırması	38
5. TARTIŞMA.....	41
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	48
KAYNAKLAR	49
EKLER.....	55
İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI.....	65
ETİK KURUL İZİN YAZISI	Error! Bookmark not defined.
KURUM İZİN YAZILARI.....	66
ÖZGEÇMİŞ	Error! Bookmark not defined.

ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 2-1: Serebral Palsi'nin Topografik Sınıflandırılması.....	8
Şekil 2-2: Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi.....	9
Şekil 2-3: Serebral Palsi ve ICF-CY Şablonu	10
Şekil 2-4: Teknolojik Rehabilitasyon Uygulama Örnekleri.....	18
Şekil 2-5: Sanal Gerçeklik İmmersiyon Türleri	21
Şekil 3-1: Akış Diyagramı.....	28
Şekil 3-2: Sanal Gerçeklik ile Kombine Treadmil Uygulaması	33
Şekil 3-3: Sanal Gerçeklik ile Kombine Bisiklet Uygulaması	35

TABLO LİSTESİ

Tablo 2-1: Serebral Palsi'nin Risk ve Etiyolojik Faktörleri.....	5
Tablo 2-2: Sanal Gerçeklik Tabanlı Rehabilitasyonun Avantaj ve Dezavantajları.....	20
Tablo 2-3: Sanal Gerçeklik Uygulama Türleri.....	21
Tablo 2-4: Sanal Gerçeklik Uygulamalarının Serebral Palsi Üzerindeki Etkisini İnceleyen Çalışmalar.....	24
Tablo 3-1: SGKT ve SGKB Tedavi Grubunun Egzersiz Eğitim Prensipleri.....	36
Tablo 4-1: Olgulara Ait Demografik ve Klinik Özelliklerinin Karşılaştırılması	39
Tablo 4-2: Katılımcıların Grup İçi ve Gruplar Arası Sonuçlarının Karşılaştırılması	40

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simgeler **Açıklama**

%	: Yüzde
©	: Telif Hakkı

Kisaltmalar **Açıklama**

SP	: Serebral Palsi
SG	: Sanal Gerçeklik
SGKT	: Sanal Gerçeklik ile Kombine Treadmil
SGKB	: Sanal Gerçeklik ile Kombine Bisiklet
KMFSS	: Kaba Motor Fonksiyon Sınıflama Sistemi
ZKYT	: Zamanlı Ayağa Kalk ve Yürü Testi
ZMİÇT	: Zamanlı Merdiven İnip Çıkma Testi
PDS	: Pediatrik Denge Skalası
RKÇ	: Randomize Kontrollü Çalışma
KMFÖ	: Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü
m	: Metre
NGT	: Nörogelişimsel Tedavi
6DYT	: 6 Dakika Yürüme Testi
10MYT	: 10 Metre Yürüme Testi
KMFÖ - 88	: Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü - 88
ICF - CY	: International Classification of Functioning, Disability and Health - Children and Youth
EHA	: Eklem Hareket Açıklığı
MSS	: Merkezi Sinir Sistemi
MDY	: Multidisipliner Yaklaşım
NMES	: Nöromusküler Elektrik Stimülasyonu

ÖZET

[YÜKSEK LİSANS TEZİ]

SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA TAM İMMERSİV SANAL GERÇEKLIK UYGULAMALARININ FONKSİYONEL KAPASİTE ÜZERİNE ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

[Ömer AYHAN]

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Anabilim Dalı

Nörolojik Fizyoterapi ve Rehabilitasyon, Tezli Yüksek Lisans Programı

[Danışman : Prof. Dr. İpek YELDAN]

[Giriş: Serebral Palsi (SP) nedeniyle merkezi sinir sisteminde meydana gelen hasara bağlı olarak alt ekstremitte ve gövde kullanımını etkileyen bozukluklar motor fonksiyon, fonksiyonel kapasite ve dengede sınırlamalara neden olup çocuğun topluma katılımını kısıtlamaktadır.

Amaç: SP tanılı hastalarda tam immersiv sanal gerçeklik ile kombine edilmiş treadmill ve bisiklet egzersiz eğitimi yaklaşımlarının fonksiyonel kapasite, denge ve yürüme üzerine etkilerinin karşılaştırılarak incelenmesidir.

Yöntem: Çalışmaya yaşları 12-18 arasında değişen 36 SP'li çocuk katıldı. Olgular Sanal Gerçeklik ile Kombine Treadmil (SGKT) ve Sanal Gerçeklik ile Kombine Bisiklet (SGKB) grubuna randomize edildi. Olgulara, 8 hafta boyunca haftada 2 kez olmak üzere; maksimum kalp atım hızının %60 ile %80'i aralığı yoğunluğunda, 40 dakikalık aerobik egzersiz eğitimi verildi. SGKT grubu immersiv sanal gerçeklik gözlüğü ile kombine edilmiş treadmill ile aerobik egzersiz eğitimi aldı. SGKB grubu ise immersiv sanal gerçeklik gözlüğü ile kombine edilmiş sabit bisiklet ile aerobik egzersiz eğitimi aldı. Tedavi öncesi ve sonrasında 6 Dakika Yürüme

Testi (6DYT) ve Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü – 88 (KMFÖ-88) (D ve E Modülleri), Pediatrik Denge Skalası (PDS), 10 Metre Yürüme Testi (10MYT), Zamanlı Kalk Yürü Testi (ZKYT), Zamanlı Merdiven İnip Çıkma Testi (ZMİÇT) ile değerlendirmeler yapıldı. Tüm analizlerde $p<0,05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

Bulgular: 6DYT ve ZKYT sonuçlarında SGKT grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlendi (sırasıyla $p<0,001$, $p=0,022$). Tedavi sonrası SGKT grubunda 6DYT, 10MYT ve ZKYT sonuçlarında istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlemlendi (sırasıyla $p<0,001$, $p=0,038$, $p=0,045$). SGKKB grubunda ise hiçbir sonuç ölçütünde istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlenmedi ($p>0,05$).

Sonuç: SP'li çocuklarda tam immersiv sanal gerçeklik ile kombine uygulanan iki farklı eğitimden; treadmill eğitiminin fonksiyonel kapasite ve fonksiyonel mobilite parametrelerini geliştirmede bisiklet eğitiminden daha etkili olduğu gösterilmiştir.]

Temmuz 2024 , [83] sayfa.

Anahtar kelimeler: [Serebral Palsi, Sanal Gerçeklik, Koşu Bandı, Bisiklet, Fonksiyon, Denge, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon]

ABSTRACT

[M.Sc. THESIS]

[COMPARISON OF THE EFFECTS OF FULLY IMMERSIVE VIRTUAL REALITY APPLICATIONS ON FUNCTIONAL CAPACITY IN CHILDREN WITH CEREBRAL PALSY]

[Ömer AYHAN]

İstanbul University-Cerrahpaşa

Institute of Graduate Studies

Department of Physiotherapy and Rehabilitation

Neurologic Physiotherapy and Rehabilitation Programme

[Supervisor: Prof. Dr. İpek YELDAN]

[Introduction: Damage to the central nervous system occurs due to Cerebral Palsy (CP). This damage affects the use of the lower extremities and trunk, causing limitations in motor function, functional capacity and balance, and restricting the child's participation in society.

Purpose: To compare and examine the effects of treadmill and bicycle exercise training approaches combined with fully immersive virtual reality on functional capacity, balance and walking in patients diagnosed with CP.

Method: 36 children with CP, aged between 12-18, participated in the study and the participants were randomly assigned to the Combined Treadmill with Virtual Reality (CTVR) and Combined Cycling with Virtual Reality (CCVR) groups. Participants were given twice a week for 8 weeks; 40 minutes of aerobic exercise training was given at an intensity between 60% and 80% of the maximum heart rate. The CTVR group received aerobic exercise training with a treadmill combined with immersive virtual reality glasses. The CCVR group received aerobic

exercise training with a stationary bike combined with immersive virtual reality glasses. Before and after treatment, evaluations were made with the 6 Minute Walk Test (6MWT), Gross Motor Function Measure – 88 (GMFM-88) (Modules D and E), Pediatric Balance Scale (PDS), 10 Meter Walk Test (10MWT), Timed Up and Go Test (TUG) and Timed Up and Down Test (TUD). In all analyses, $p < 0.05$ value was considered statistically significant.

Results: A statistically significant difference was observed in favor of the CTVR group in the 6MWT and TUG results ($p < 0.001$, $p = 0.022$, respectively). After treatment, a statistically significant difference was observed in the 6MWT, 10MWT and TUG results in the CTVR group ($p < 0.001$, $p = 0.038$, $p = 0.045$, respectively). In the CCVR group, no statistically significant difference was observed in any outcome measure ($p > 0.05$).

Conclusion: From two different trainings combined with fully immersive virtual reality in children with CP; Treadmill training has been shown to be more effective than bicycle training in improving functional capacity and functional mobility parameters.]

July 2024, [83] pages.

Keywords: [Cerebral Palsy, Virtual Reality, Treadmill, Bicycle, Function, Balance, Physiotherapy and Rehabilitation]

1. GİRİŞ

Serebral Palsi (SP), gelişmekte olan merkezi sinir sisteminde gerçekleşen bir yaralanmadan kaynaklanan, ilerleyici olmayan spastisite, fonksiyonel ve postüral bozukluklar, kas güçsüzlüğü, ataksi ve rijidite semptomları ile ortaya çıkan durum için kullanılan şemsiye bir terimdir[1]. 3-10 yaş arası çocuklarda bildirilen prevalans; kız ve erkek çocuklarda bildirilen oranlarda değişkenlikle birlikte 1000 çocukta 2.11'dir ve Serebral Palsi, çocuklukta ileri derece fiziksel engelin en yaygın nedenidir [2, 3]. Belirtilerin bir araya gelmesiyle ortaya çıkan anormal postüral stabilite ve düzensiz yürüme paterni, pediatrik popülasyonun önemli bir sorunu olan düşmelere neden olmaktadır [4]. Genellikle, SP'li çocuklar motor kontrol eksikliğinin üstesinden gelmek için telafi edici stratejiler benimserler, ancak bu da onların fonksiyonel aktivitelerini etkilemektedir. Hareket kapasitesi azalmış SP'li çocuklar; düşük düzeyde fiziksel kapasiteye sahip olma eğilimindedir [4, 5]. Hareket kapasitesinin SP'li çocuklarda fiziksel uygunluk ve fiziksel aktivite düzeylerinde bozulmalara yol açabilmektedir. Azalan fiziksel uygunluk ve fiziksel aktivite, bir dekonduksiyon döngüsüne neden olabilmekte ve bu sürecin sonunda düşük fiziksel uygunluk, günlük yaşam aktiviteleri sırasında yüksek fiziksel efor harcanmasına neden olabilmektedir, bu durum da aktivitede azalmaya, sonuç olarak, fiziksel uygunlukta daha da azalmaya yol açmaktadır [6].

Fonksiyonel kapasitenin iyileştirilmesi için özel rehabilitasyon programları bu popülasyonda küçük ama önemli etkiler göstermiştir [7]. Fizyoterapi müdahaleleri, vücut yapısı ve işlevi düzeyinde hedeflenen daha geleneksel tedavileri; germe, güçlendirme, yürüme ve koşma aerobik egzersizleri, anaerobik egzersiz eğitimini ve nörogelişimsel tedavi yaklaşımlarını içerebilmektedir [8]. Son yıllarda, sanal gerçekliğin terapötik bir araç olarak etkinliği, Serebral Palsi rehabilitasyonunda güncel bir araştırma konusu haline gelmiştir [9]. Sanal gerçeklik tabanlı terapi, gerçek dünya benzeri nesnelere ve olaylarla görme, işitme ve dokunma yoluyla etkileşime girdikleri bilgisayar simülasyonlu bir ortam aracılığıyla sağlanır. Sanal gerçeklik teknolojileri; immersiyon (kişinin sanal çevreye dalma seviyesi) ve maliyet açısından büyük farklılıklar gösterir. Etkileşimli arayüz, basit bir oyun çubuğundan bir kameraya kadar değişkenlik göstermektedir ve ekran donanımı, standart veya başa takılabilen ekranları içerebilmektedir. Bu alternatifler göz önüne alındığında, sanal gerçeklik

rehabilitasyonu tam immersiv, yarı immersiv ve immersiv olmayanlar olarak kategorize edilmektedir [9, 10].

Nöroplastisite çalışmaları, sanal gerçeklik rehabilitasyonunun, müdahaleler sırasında aktif katılım ve motivasyon ile olumlu bir şekilde ilişkili olduğunu göstermiş; araştırmalar gözden geçirildiğinde, sanal gerçeklik tabanlı terapinin duysal ve işlevsel motor becerileri geliştirmek için kullanıldığına dair kanıtlar bulunmuştur [10]. Sanal senaryolar, motor öğrenmeyi, öğrenilen becerilerin akılda tutulmasını ve gerçek dünya durumlarına beceri aktarımını teşvik ediyor gibi görünmektedir [10, 11]. Bu doğrultuda sanal gerçeklik, SP rehabilitasyonunda; yüksek yoğunluklu, göreve yönelik, çok sensörlü geri bildirim eğitimi imkanı sunabilmekte, VR sistemi ve oyunlar, çocukların uygulama süresini, yoğunluğunu ve sıklığını artıracakları bir egzersiz ortamı yaratabilmektedir.

Sanal gerçeklik ile entegre edilmiş rehabilitasyonun, SP'li çocukların fonksiyonel kapasitesi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı çalışmalar incelendiğinde, çalışmalar büyük çoğunlukta treadmill ile dizayn edilmiştir ve farklı immersiyon seviyelerinde VR ile kombine edilmiş rehabilitasyonun; SP'li çocukların fonksiyonel kapasite, yürüme, denge ve kas gücü gibi parametrelerde konvansiyonel rehabilitasyona kıyasla daha iyi sonuçlar vadettiği belirtilmiştir [12, 13]. Bisiklete ergometresi ise, hareket için gerekli olan motor becerilerin kazanılmasında kullanılabilecek kolay bir fonksiyonel tedavi yöntemidir [14]. Bisiklete binme, oturma pozisyonunda yapılmakta, bu egzersizi güvenli kılmaktadır, gerçekleştirmesi kolaydır ve motor bozukluğun ciddiyetine bakılmaksızın farklı motor fonksiyon seviyelerinde uygulanabilmektedir [15]. Ancak literatürde SP'li çocuklarda sanal gerçeklik ile kombine edildiğinde daha güvenli bir rehabilitasyon imkanı sağlayabilme potansiyeli olan bisiklet ergometresinin; treadmill ile kıyaslandığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu nedenle sanal gerçeklik ile kombine bisiklet ergometresinin treadmillle kıyasla uygulanabilirliği ve etkileri konusunda belirsizlik mevcuttur.

Bunlara bağlı olarak, bu çalışmanın amacı, serebral palsi tanılı hastalarda uygulanabilecek iki farklı tam immersiv sanal gerçeklik destekli rehabilitasyon yaklaşımının fonksiyonel kapasite, denge ve yürüme üzerine etkilerinin karşılaştırılarak incelenmesidir.

H0: Serebral Palsi tanılı hastalarda uygulanan tam immersiv sanal gerçeklik ile kombine treadmill ve tam immersiv sanal gerçeklik ile kombine bisiklet rehabilitasyon programının bireylerin fonksiyonel kapasite, denge ve yürüme parametreleri üzerindeki etkileri benzerdir.

H1: Serebral Palsi tanılı hastalarda uygulanan tam immersiv sanal gerçeklik ile kombine treadmill ve tam immersiv sanal gerçeklik ile kombine bisiklet rehabilitasyon programının bireylerin fonksiyonel kapasite, denge ve yürüme parametreleri üzerindeki etkileri farklıdır.



2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. Serebral Palsi

2.1.1. Tanım

Serebral palsi (SP), yaşam boyu motor ve kognitif engelliliğe yol açabilen bir dizi durumu ifade eden bir şemsiye terimdir. SP, çocuklarda fiziksel bozukluğun en yaygın nedenini oluşturmaktadır ve kalıcı aktivite kısıtlamasından ve yaşam boyu katılım kısıtlamasından sorumludur. SP tarih boyunca pek çok kez farklı şekillerde tanımlanmıştır, ancak tüm tanımların ortak dört elementi vardır: (1) motor bozukluğa yol açan hareket veya duruş bozukluklarının olması, (2) yaşamın çok erken dönemlerinde, gelişmekte olan bir merkezi sinir sisteminde ortaya çıkması, (3) serebral anormallik ile sonuçlanması, (4) çocuğun gelişimiyle birlikte klinik belirtiler değişse de, serebral anormalliğin ne düzelmesi ne de kötüleşmesidir [16].

SP şemsiye terimi altında tanı alan bireyler oldukça heterojen klinik tablolara sahiptir. Motor bozukluklara ek olarak, motor bozukluk nedeniyle bireydeki engelliliğin şiddetini artırabilecek ve hatta gölgede bırakabilecek kognitif, görme, işitme, iletişim, propriosepsiyon, davranış ve/veya epilepsi bozuklukları da olabilmektedir. Tanım gereği sorumlu serebral patoloji ilerleyici değildir, ancak klinik belirtiler zamanla bireyin gelişimine ve motor bozukluğun kas-iskelet sistemi üzerindeki uzun vadeli etkilerine göre değişmektedir. Şiddetli SP'li kişiler, özellikle oromotor bozukluk mevcutsa, hayatta kalma oranları önemli ölçüde daha düşük olma eğilimindedir [17].

2.1.2. Serebral Palsi'de Etiyoloji ve Prevalans

SP'nin etiyojisi; heterojendir, çok faktörlüdür ve tam olarak anlaşılmamıştır. Geleneksel olarak SP bağlamında etiyojistik risk faktörlerine bakıldığında, risk faktörleri doğum öncesi, perinatal (yani doğum sırasında, genellikle hamileliğin 28. haftasından yaşamın 7. gününe kadar) veya doğum sonrası olmak üzere olası maruz kalma zamanlamasına göre değerlendirilmektedir. Ancak görüntülemenin daha fazla kullanılması ve beyin gelişiminin daha iyi anlaşılmasıyla, SP gelişimine giden etiyojistik yolların daha karmaşık olduğu ortaya çıkmıştır. SP, perinatal felç gibi tek bir etiyojistik faktöre maruz kalma sonucu ortaya

çıkabileceği gibi, aynı zamanda geri dönüşü olmayan beyin hasarı oluşturacak şekilde birbiriyle etkileşime giren birden fazla faktöre seri maruz kalmayı takiben de gerçekleşebilmektedir [18].

Sonuç olarak ortaya çıkan serebral hasar spektrumu, farklı beyin yapılarının farklı gebelik yaşlarında hasara karşı farklı duyarlılık göstermesi gerçeğinden etkilenmektedir. Beyin malformasyonu hamileliğin erken döneminde meydana gelen problemlerden kaynaklanabilirken, daha sonraki yaralanmalar yapısal beyin hasarına neden olmaktadır. Özetle, SP ile ilişkili etiyolojik faktörler karmaşık ve çeşitlidir ve ilişkili risk faktörlerinin birçoğu için SP'nin gelişimini destekleyen kesin etiyolojik mekanizmalar hala bilinmemektedir. SP için potansiyel risk ve etiyolojik faktörler Tablo 2-1'de gösterilmiştir [19].

Tablo 2-1: Serebral Palsi'nin Risk ve Etiyolojik Faktörleri

	Prenatal	Perinatal	Postnatal
Maternal	Vasküler problemler, maternal epilepsi, maternal travma ve enfeksiyon, fertilizasyon problemleri	Doğum anı komplikasyonları, Enfekte ortam	
Enfeksiyonlar	Konjenital enfeksiyonlar (Herpes,, Frengi)	Neonatal bakteriyel veya viral enfeksiyonlar	Bakteriyel ve viral MSS enfeksiyonları
Metabolik	İyot eksikliği, maternal hipo/hipertiroidi	Kernikterus, hipoglisemi, K vitamini eksikliği	Hipoglisemi
Doğumsal		Premature doğum, plenta komplikasyonları, hipoksi veya anoksi, doğumsal travma,	
İlaçlar	Teratojenik ilaçlar, hamilelik sürecinde aşırı ilaç ve alkol kullanımı	Preterm infantlarda yüksek doz steroid	Preterm infantlarda yüksek doz steroid
Genetik	Kromozomal anomaliler, ailede SP öyküsü	Trombofili, metabolik durumlar	Trombofili, metabolik veya nörodejeneratif durumlar
Diğer	Hamilelik öyküsü, düşük doğum ağırlığı, ikiz hamilelik	Serebral enfarktüs	Hava yolu obstrüksiyonu, kafa travması,

SP, yüksek gelirli ülkelerde yaklaşık 2/1000 canlı doğan çocuğu etkilemekte ve. SP prevalansı dünya çapında giderek artan sayıda kayıt tarafından izlenmektedir. SP'nin genel prevalansı, uzun süredir devam eden kayıtlarda 1,5/1000 canlı doğum ile 3/1000 canlı doğum arasında dalgalanmasına rağmen yıllar içinde oldukça istikrarlı görünmektedir. Türkiye'de ise bu oran 1000 canlı doğumda 4,4 olarak bulunmuştur [20, 21].

2.2. Serebral Palsi'de Sınıflandırma

Serebral Palsi tanılı kişilerin spesifik fonksiyonel ihtiyaçları bireyden bireye büyük farklılıklar göstermektedir. Sınıflandırma, her bir çocuğun bozukluğunun anlaşılması ve bakım yönetiminin koordine edilmesi açısından önemlidir; ancak tedavi, her çocuğun ihtiyaçlarına göre uyarlanmalıdır. Serebral palsi tedavisinde uzmanlaşmış profesyoneller, duruma çeşitli farklı bakış açılarından yaklaşmaktadır. Günümüzde farklı amaçlarla kullanılan çok sayıda sınıflandırma mevcut olmasına rağmen, Serebral Palsi araştırmalarıyla ilgilenenler evrensel olarak kabul edilen bir sınıflandırma sistemi üzerinde çalışmaktadır [22].

2.2.1. Fizyolojik Sınıflandırma

Bu sınıflandırma türü, motor veya hareket bozukluğunun türüne/doğasına dayanmaktadır ve SP'yi spastik (piramidal) ve diskinetik (ekstrapiramidal) olmak üzere iki türe ayırmaktadır. Genel olarak, spastik SP'de nöromotor bulgular tutarlı ve kalıcıdır, ekstrapiramidal SP'de işe bulgular ve şiddetleri değişkenlik göstermektedir [23]. Spastik SP'nin klinik özellikleri şu şekildedir;

- Tonus artışı görülmektedir (hipertoni), ayrıca uyanıklık (hareket, gerginlik ve duygu) veya uyku durumlarında çok az değişiklik veya hiç değişiklik görülmemektedir. Artan tonus, spastisite olarak tanımlanmaktadır ve klinik olarak bir eklemde hızlı bir pasif hareketle ortaya çıkmaktadır.
- Derin tendon refleksi belirgin şekilde artmaktadır.
- Pozitif bir Babinski işareti görülebilmektedir.
- Ayak bileği klonusu, (ayak bileği hızlı bir şekilde dorsifleksiyona getirildiğinde ortaya çıkan ritmik bir kasılma hareketi) gözlemlenebilmektedir.
- Hipertoni ve azalmış mobilite nedeniyle vücut genelinde eklem kontraktürleri oluşabilmektedir

Spastik SP'nin yanı sıra ekstrapiramidal SP'nin klinik özellikleri ise şu şekildedir [24, 25];

- Kas tonusu, bireye ve duruma bağlı olarak değişkenlik gösterir; aktivite, ajitasyon, stres gibi farklı durumlarda tonus artmakta, ancak uykuda ve rahat pozisyonda tonus azalmaktadır.

- Derin tendon refleksleri genellikle normal veya hafif derecede artmıştır.
- Negatif Babinski işareti gözlemlenmektedir.
- Değişken kas tonusu kontraktürlere karşı koruyucu bir rol üstlenmektedir, bu nedenle bireylerde yalnızca uzun süreli immobilizasyon veya tekerlekli sandalye kullanımı sonrası eklem kontraktürleri ortaya çıkabilmektedir.
- İstemli hareketler akıcı değildir, hareket düzensiz ve görece uzun sürede tamamlanmaktadır.

Ekstrapiramidal veya diskinetik SP, anormal/istemsiz hareketlerin ve tonusun farklı belirtilerine göre daha da alt bölümlere ayrılmaktadır. Alt tiplerinden biri koreatetoid SP'dir; vücudun proksimal kısımlarını içeren aşırı ve hızlı hareketler (kore) ile vücudun distal kısımlarının yavaş kıvrınma hareketleriyle (atetoz) ve genellikle azalmış kas tonusuyla karakterize edilir. Koreatetoid SP, ekstrapiramidal SP'nin en yaygın türüdür. Diskinetik SP'nin bir diğer türü olan Distonik SP, ekstrapiramidal hipertoni ve azalmış hareket (hipokinezi) ile karakterizedir. Ataksik SP ise, beyincikteki hasarın neden olduğu inkoordinasyon ve hipotoni belirtileri olduğunda ortaya çıkmaktadır [26].

2.2.2. Topografik Sınıflandırma

Topografik sınıflandırma, spastik SP'deki nöromotor bozukluğun lokalizasyonu/ekstremitte dağılımına dayanmaktadır. Spastik Serebral Palsi'yi; kuadripleji (dört ekstremitenin tamamının simetrik/eşit ve şiddetli spastisitesi), dippleji (dört ekstremitenin tutulması ancak alt ekstremitelerde daha fazla spastisite ve zayıflık) ve hemipleji (üst ve alt ekstremitelerin sağ veya sol olmak üzere bir tarafta tutulması) şeklinde üç durumda sınıflandırmaktadır. Tripleji (üç ekstremitte spastisitesi) ve monopleji (tek ekstremitte spastisitesi) gibi diğer spastik SP tipleri nadirdir ve çift hemipleji (üst ekstremitelerde daha fazla spastisite ile birlikte dört ekstremitte tutulumu) terimi artık kullanılmamaktadır (Şekil 2-1) [27].

Şekil 2-1: Serebral Palsi'nin Topografik Sınıflandırılması



2.2.3. Fonksiyonel Sınıflandırma

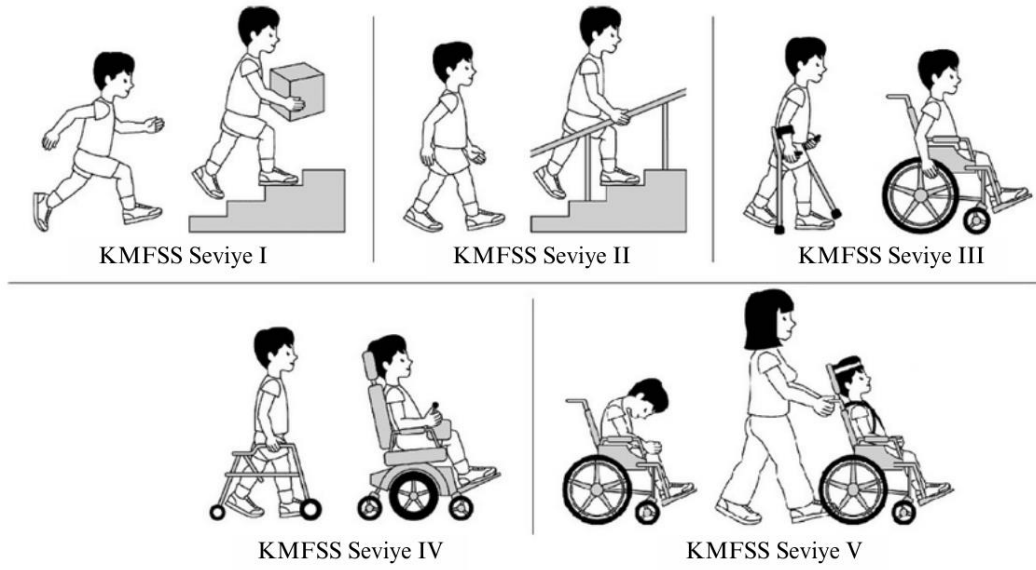
Serebral Palsi fonksiyonel olarak, motor yeteneklere ve/veya aktivite sınırlamasına dayalı olarak şiddet seviyelerine göre sınıflandırılmaktadır [22]. Günümüzde fonksiyonel sınıflandırmaya yapılan vurgu, SP'nin yönetimindeki önemli rolünden kaynaklanmaktadır. Fonksiyonel sınıflandırma, SP için güncel ve popüler bir sınıflandırma metodu olmaya devam etmektedir çünkü hastalara fonksiyonel düzeylerine uygun bakımın sağlanmasında yararlı bir kılavuздur ve klinisyenlerin ebeveynlerle/bakıcılarla gerçekçi rehabilitasyon hedefleri belirlemesine ve tartışmasına yardımcı olmaktadır [28]. Fonksiyonel sınıflandırma, SP'li çocukların mevcut ve gelecekteki hizmet ihtiyaçları hakkında bilgi vererek hastaların ve ebeveynlerin/bakıcıların ihtiyaçlarını karşılamakta, dünyanın farklı lokasyonlarındaki SP vakalarının karşılaştırılmasına olanak sağlayacak bilgiler sağlamaktadır.

2.2.3.1. Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi

Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi (KMFSS), serebral palsili (SP) çocuklarda 'hareket yetersizliğinin ciddiyetini' ölçmek amacıyla olarak geliştirilmiştir (Şekil 2-2). KMFSS, SP'li çocukların fonksiyonel becerilerini beş düzeyden birinde sınıflandırmayı sağlayan bir yöntem sağlar. Seviye I'deki çocuklar evde, okulda, dışarıda ve toplum içinde yürüyebilir. Çocuklar merdivenlerden korkuluk kullanmadan ve fiziksel yardım almadan inip çıkabilirler. Çocuklar koşma ve zıplama gibi kaba motor becerileri gerçekleştirebilir ancak hız, denge ve koordinasyon sınırlıdır. Seviye II'deki çocuklar çoğu çevrede yürüyebilir ve bir tırabzana tutunarak merdivenleri tırmanabilir. Engeli arazide, yokuşlarda, kalabalık alanlarda veya kapalı alanlarda uzun mesafeleri yürümekte ve dengede durmakta zorluk yaşayabilirler. Çocuklar, uzun mesafelerde fiziksel yardım veya bir mobilite cihazı ile yürüyebilir. Çocuklar, koşma ve zıplama gibi kaba motor becerileri gerçekleştirmek için çok az yeteneğe sahiptir.

Seviye III'teki çocuklar, çoğu çevrede elde taşınan bir mobilite cihazı kullanarak yürüyebilir. Gözetim veya yardım ile korkuluklara tutunarak merdivenleri çıkabilirler. Seviye IV'teki çocuklar, çoğu ortamda fiziksel yardım veya motorlu mobilite yöntemlerini kullanır. Motorlu veya vücut destekli mobilite cihazları ile bağımsız hareket edebilir. Seviye V'deki çocuklar, tüm ortamlarda manuel tekerlekli sandalyede taşınır; yerçekimine karşı baş ve gövde postürlerini koruma ve üst ve alt ekstremitte hareketlerini kontrol etme becerileri sınırlıdır [29].

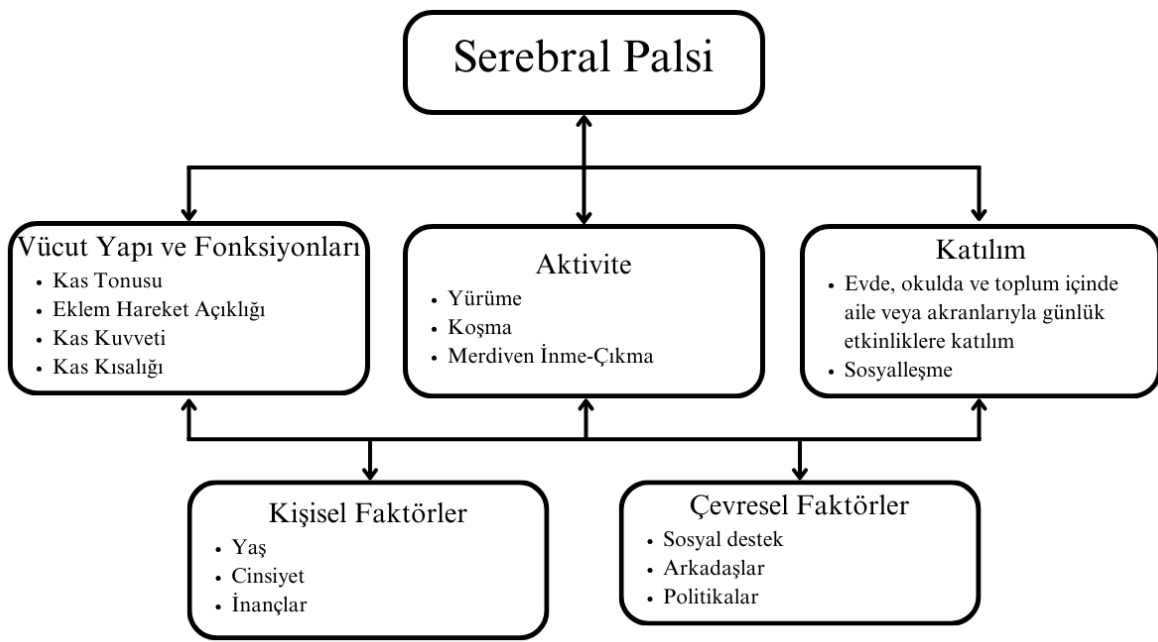
Şekil 2-2: Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi



2.2.4. Serebral Palsi'nin ICF-CY (International Classification of Functioning, Disability and Health - Children and Youth) Kapsamında Değerlendirmesi

ICF çerçevesi, vücut yapısı, vücut işlevleri, aktiviteler ve katılımın bileşenleriyle birlikte işlevsellik ve engelliliği kapsayan, ayrıca kişisel ve çevresel faktörlerle temsil edilen bağlamı dikkate alma ihtiyacını tanımlayan biyo-psiko-sosyal bir modele dayanmaktadır. ICF-CY ise, Dünya Sağlık Örgütü (DSÖ) tarafından tek tip bir kodlama sistemi kullanarak çocukların sağlığını ve işleyişini tanımlaya yarayan bir değerlendirme sistemi olarak geliştirilmiştir [16]. SP alanındaki çalışmaları ileriye taşımak için disiplinler ve coğrafi ortamlar arasında tutarlı bir değerlendirme yaklaşımının kullanılması çok önemlidir. ICF çerçevesi, sonuç ölçütlerinin içeriğini karşılaştırmak için ortak bir referans olarak kullanılabilir. Sonuç ölçütlerinin içeriğinin ICF-CY kodlama sistemiyle eşleştirilmesi ise, klinisyenlere ve araştırmacılara bu sonuç ölçütlerinin kapsadığı işlevsellik, engellilik ve sağlık alanları hakkında bilgi sağlamaktadır. Bu bilgiler klinik değerlendirmelerin standartlaştırılmasına yardımcı olabilmektedir[30].

ICF çerçevesinden bakıldığında SP, çocuğun “işlevini” (vücut yapıları [ör. uzuvlar, gözler], vücut işlevleri [ör. duyuşal, nöromüsküloskeletal ve zihinsel işlevler]), aktiviteleri [ör. yürüme, yazma, öğrenme] ve katılımını örneğın spor yapmak, konsere gitmek] etkilemektedir. Ayrıca kişisel (motivasyon, kaygı, yaş, cinsiyet) ve çevresel faktörler (aile desteğı, kültürel, atletik veya eğlence merkezlerinin fiziksel erişilebilirliğı) SP’li çocukların bağımsızlığını etkilemektedir. Ayrıca SP, günlük yaşam ve boş zaman aktivitelerinde bozulma, aktivite kısıtlamaları ve katılım kısıtlamaları gibi “engelliliklere” neden olabilmektedir [31]. Serebral Palsi olgusunun ICF çerçevesinde örneğı Şekil 2-3’de gösterilmiştir.



Şekil 2-3: Serebral Palsi ve ICF-CY Şablonu

2.3. Serebral Palsi’de Motor Fonksiyon

Motor fonksiyon, kişinin dengesini korumak ve pozisyon değıştirmek (örneğin oturmak, ayakta durmak, yürüme, koşmak ve zıplamak) için kas gruplarını kullanma yeteneğı olarak tanımlanabilir [32]. Normal gelişim gösteren çocuklarda bu motor fonksiyonlar 5 yaşına gelindiğinde iyice yerleşmişken; serebral palsili çocuklarda bu yetenekler fonksiyonel özellikleri en iyi durumdaki 5 yaşın üzerindeki çocuklarda bile tam olarak yerleşmemiş olabilmektedir [33]. Genel olarak kaba motor fonksiyon becerisi, günlük yaşamdaki aktiviteleri veya günlük yaşamdaki mobilite için önemli bir temel olarak kabul edilmektedir. Normal motor gelişimde, çocukların günlük yaşamdaki mobilite miktarı, diğere işsel (bilişsel ve kişisel) ve

dışsal (bağlamsal) faktörler tarafından giderek daha fazla belirlendiğinden, yavaş yavaş kaba motor kapasitelerinden ayrışır [34].

Motor kapasite ve fonksiyon kavramları, ICF sınıflandırma sisteminde aktivite alanı içinde bulunmaktadır Her ne kadar ICF sisteminde bu iki kavram sırasıyla 'kapasite' ve 'performans' olarak nitelendirilerek ayırt edilebilse de, çeşitli niteleyiciler sıklıkla birbirinin yerine kullanılmakta ve kavram karışıklığına neden olmaktadır. Kapasite, temel bir yeteneği, yani bir kişinin standart bir ortamda yapabileceği şeyi ifade etmektedir. Fonksiyon ve performansın her ikisi de günlük yaşam aktivitelerine atıfta bulunmakta; fonksiyon, bir kişinin günlük ortamda potansiyel olarak neler yapabileceğini tanımlarken, performans, bir kişinin günlük ortamda gerçekte ne yaptığını tanımlar. Bu üç yapı, bireyin hareket ve aktivite ilgili ilişkilerini incelemek için açık bir çerçeve sağlamaktadır [16].

Motor fonksiyon açısından bakıldığında, kapasite ve performansı değerlendirmek için çeşitli sonuç ölçümleri kullanılabilir. SP'de motor fonksiyon ve kapasite için mevcut sonuç ölçümlerinden Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü (KMFÖ) "altın" standart olarak kabul edilmektedir [35]. Motor performansı ölçmede kullanılabilen, kişinin kendisinin bildirdiği yöntemler (anketler gibi); nesnel tekniklerle (aktivite monitörleri gibi) SP'li çocuklarda fiziksel davranışların ölçümünde iyi düzeyde bir korelasyon, güvenilirlik, geçerlilik göstermiştir ve bu nedenle motor performansını değerlendirmek için tercih edilebilir yöntem olarak bildirilmektedir [36].

Önceki kanıtlar, kapasite ile katılım (hem nicelik hem de çeşitlilik) arasında güçlü bir pozitif ilişki olduğunu ortaya koymuştur [37-39]. Yapılan çalışmalarda, SP'li çocukların; sağlıklı yaşlılarına kıyasla fiziksel aktivite performansları önemli ölçüde düşük bulunmuştur. SP'li ve düşük aktivite performansına sahip çocuklar, günlük okul aktivitelerine (örn. oyun alanı oyunları ve okulun diğer alanlarına taşınma) normal gelişim gösteren akranlarına göre önemli ölçüde daha az katılmışlardır [37]. Bu doğrultuda motor fonksiyonun SP'li çocuklarda mobilite, eğitim ve sosyal ilişkilere katılımın göstergesi olduğu da gösterilmiştir [39]. Başka bir çalışmada farklı Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi (KMFSS) düzeylerinde SP'li 100 çocuğun aktivitelerini ve katılımını tanımlanmıştır. KMFSS tarafından tanımlanan hareketlilik performans düzeyi, bireylerin aktiviteleri ve katılımlarıyla güçlü bir şekilde ilişkili bulunmuştur [40]. Klinik açıdan bakıldığında, bu varsayımı kontrol etmek ve bireyin motor

kapasitesine yönelik bir müdahalenin, kapasiteye bağlı olan birey için daha optimal bir motor performansa eşlik edip etmediğini belirlemek özellikle önemlidir.

2.4. Serebral Palsi’de Aerobik Kapasite

SP’li bireylerde aerobik kapasitenin etkilenmesi, kas tonusu bozuklukları, postüral stabilitede azalma, solunum kapasitesi ve enerji tüketiminde artış gibi faktörlere bağlı olarak gerçekleşmektedir. Spastik tip SP’de kaslardaki hipertonus hareketleri sınırlayabilir, bu durum aktiviteler sırasında enerji harcamasını artırarak bireyin aerobik endüransını ve enerji tüketimini etkilemektedir. Diskinetik veya atetoid tip SP’lerde ise istemsiz hareketler ve kas kontrolündeki zorluklar benzer şekilde bireyin enerji harcamasını ve aerobik endüransını etkilemektedir. SP’li bireylerde postür stabilitesinde azalma, vücut ağırlığının dengeli dağıtılmasını engelleyebilir ve bu da doğru duruşun korunmasını ve etkili enerji harcamasını güçleştirebilmektedir. Bazı durumlarda SP, solunum kaslarını etkileyerek solunum kapasitesini kısıtlayabilmekte ve böylece aerobik egzersiz sırasında bireyin dayanıklılığını azaltabilmektedir [41]. SP’li bireylerin günlük aktiviteleri sırasında artan enerji harcaması, aerobik egzersiz sırasında da daha fazla enerji tüketmelerine ve dolayısıyla daha çabuk yorulmalarına neden olabilir. Bu durum, aerobik kapasiteyi artırmak için gereken efor ve süreçlerde fizyoterapistler tarafından değişiklikler uygulanmasını gerektirebilir [42].

SP’li bireylerde aerobik kapasitenin değerlendirilmesi, fiziksel aktiviteye dayanıklılık ve performansın bir ölçüsünü sağlamayı amaçlamaktadır. Aerobik kapasitenin değerlendirilmesinde genellikle ergometrik testler kullanılmaktadır. Örneğin, 6 dakika yürüme testi, treadmill veya bisiklet ergometri testleri aerobik dayanıklılığını ölçmek için yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Ayrıca, kalp atış hızı, solunum oranı ve laktat eşiği gibi parametreler de değerlendirme sürecinde dikkate alınabilmektedir [43].

SP’li bireylerde aerobik kapasitenin artırılması ve fiziksel dayanıklılığın geliştirilmesi için fizyoterapi önemli bir rol oynamaktadır. Fizyoterapi programları genellikle bireye özgü olarak tasarlanmakta ve bireyler tedavi süreci boyunca düzenli olarak değerlendirilmektedir. Aerobik kapasiteyi artırmak için uygulanan bazı fizyoterapi yaklaşımları kardiyorespiratuar egzersizleri, solunum egzersizlerini, yaşam tarzı değişikliklerini ve hasta eğitimini içerebilmektedir. Fizyoterapi programı, multidisipliner bir yaklaşımla diğer sağlık profesyonelleri tarafından desteklenerek bireyin aerobik kapasitesini ve fonksiyonelliğini artırmaya, mobilitiyi

geliştirmeye ve günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlığı sağlamaya yönelik olarak tasarlanmalıdır [44].

2.5. Serebral Palsi'de Denge

Denge fonksiyonu, belirli bir duyuşal ortamda stabilite ve yönelim amacıyla vücudun konumunu veya uzaydaki kütle merkezini kontrol edebilme yeteneği olarak tanımlanabilmektedir. Dengeyi koruma ve kontrol etme yeteneği genellikle temel bir motor bileşen olarak kabul edilmektedir ve kaba motor yetenek ile önemli ölçüde ilişkilidir [45]. Spastik serebral palsili çocuklarda çevresel oryantasyon, denge yeteneği ve bunların bir sonucu olarak ortaya çıkabilen dinamik denge yeteneği de yürüme hızı ve yürüme fizyolojik gereklilikleri ile önemli ölçüde ilişkilidir. Bu nedenle serebral palsili çocuklarda denge fonksiyonunun yürüme yeteneği ile ilişkili olduğu görülmektedir [46].

SP'li bireyler kas koordinasyonu, organizasyonu, duyuşal bilgilerin işlenmesi, spastisite veya değişen ton nedeniyle fonksiyonel sınırlamalar ve altta yatan anormal kas-iskelet sistemi ile ilgili sorunlar yaşayabilmektedir. Hem birincil bozukluklar hem de uzun süreli ve ilerleyici ikincil durumlar, hem oturma hem de ayakta durma pozisyonlarında denge kontrolünü etkileyebilmektedir. Denge disfonksiyonu, ayakta durma, denge veya yürüme gibi motor becerilerde ve uzanma gibi üst ekstremitte aktivitelerinde sınırlanmalara neden olmaktadır [47]. SP'de primer beyin lezyonu sonucunda efferent denge kontrol ağları kas spastisitesi, kontraktür, azalmış izometrik kuvvet üretimi ve anormal zamanlama gibi bozukluklardan etkilenmektedir. Anormal bir nörolojik sistemle büyümenin bir sonucu olarak SP'li çocuklar, normal gelişim gösteren çocuklara göre farklı denge stratejileri geliştirmektedirler. SP'li çocuklar, reaktif postüral ayarlamalarda ve postüral kontrolün duyuşal ve kas-iskelet sistemi bileşenlerinde eksiklikler gösterebilmekte ve denge bozukluklarına sahip olabilmektedirler [48].

ICF modeline göre serebral palsi tanılı çocuklarda denge bozukluklarının bireyin aktivitesini sınırladığı düşünölmektedir. Aktivitenin kısıtlanması çocuğun sosyal ortamlara tam katılımını büyük ölçüde engelleyebilmektedir. Denge fonksiyonu çeşitli statik denge ve dinamik denge parametrelerini içermekte, dolayısı ile denge antrenmanına yönelik etkili bir egzersiz reçetesi geliştirmek için, denge fonksiyonunun çeşitli parametreleri ile bireyin motor fonksiyonu arasındaki ilişkilerin açıklığa kavuşturulması gerekmektedir [16].

2.6. Serebral Palsi'de Fizyoterapi ve Rehabilitasyon

Hem fonksiyonel hem de psikolojik olarak Serebral Palsi'li çocuğun bağımsızlığını geliştirmek ve hem çocuğun hem de ailesinin yaşam kalitesini arttırmak için Multidisipliner Yaklaşım (MDY) gerekmektedir. Multidisipliner takımın bir parçası olarak görülen fizyoterapistler bu MDY'de önemli bir rol oynamaktadır [49]. Fizyoterapinin temel amacı, tanımlandığı gibi, Serebral Palsi'li çocuğun, fiziksel bozukluklarının etkisini en aza indirerek, içinde bulunduğu toplumdaki fiziksel bağımsızlık ve mobilite düzeylerine ulaşma potansiyelini desteklemek ve çocuğun ve bu süreçte önemli rol oynayacak ailelerin yaşam kalitesini iyileştirmektir [50].

Fizyoterapinin genel hedefleri motor beceri repertuarını arttırmak veya geliştirmek, kaba motor fonksiyonel seviyeyi korumak ve kontraktür ve deformitelerin genel yönetimi ve en aza indirilmesi olarak belirlenmiştir [51]. Pek çok fizyoterapi yaklaşımı veya müdahalesi, çocuğun aktivitelerini ve katılımını iyileştirmeyi umarak ICF sınıflandırma sisteminde bulunan "vücut işlevleri ve yapıları" alanına yöneliktir. Ancak, vücut yapı ve fonksiyonlarındaki, dolayısıyla engellilik seviyesindeki iyileştirmelerin gerçekten işlevsel kazanımlara dönüşüp dönüşmediği çoğu zaman bilinmemektedir [16]. Fizyoterapi müdahaleleri, vücut yapısı ve işlevi veya aktiviteleri düzeyini hedefleyen daha geleneksel tedavileri içerebilmektedir; serebral palsili çocukların tedavisinde ve yönetiminde çok çeşitli terapötik müdahaleler kullanılmaktadır [50, 52].

2.6.1. Konservatif Tedavi Yöntemleri

Serebral Palsi rehabilitasyonunda genellikle konservatif yöntemler tercih edilmektedir. Rehabilitasyonun amaçları arasında pasif hareket aralığını koruma, kontraktürleri önleme, aktif hareketi kolaylaştırma, güçlenmeyi teşvik etme, duyuşal farkındalığı artırma, esnekliği sağlama, kasları güçlendirme, kaba ve ince motor fonksiyonel becerilerin geliştirilmesi bulunmaktadır. Germe egzersizleri, kuvvetlendirme egzersizleri, klasik masaj, manuel tedavi yöntemleri, ortezleme, nöromusküler elektrik stimülasyonu, nörogelişimsel tedavi yaklaşımı, aerobik egzersiz, hippoterapi, teknolojik rehabilitasyon gibi yöntemler; bu rehabilitasyon sürecinde kullanılan başlıca müdahaleler olarak sıralanabilmektedir.

SP'li çocuklarda kontraktür tedavisinde belirli bir eklemden hareket aralığını (EHA) korumak veya arttırmak amacıyla germe müdahalelerinden yaygın olarak yararlanılmaktadır. Germe müdahaleleri; ortez uygulamaları, seri açılma ve pozisyonlama uygulamaları olmak

üzere üç ana şekilde uygulanabilmektedir. Atel veya ortez, zayıf veya efektif olmayan bir eklemi veya kası desteklemek için tasarlanmış çıkarılabilir harici bir cihazlardır. Ortez veya atellerin temel amacı EHA'yı korumak ve eklem fonksiyonuna yardımcı olmaktır. Ortez genellikle eklem aralığının tolere edilebilir ucunda uygulanır. Seri açılama, etkilenen kasları uzatmak için bir eklem veya eklemler boyunca uzun süreli düşük yüklü uzun süreli bir esneme uygulayarak gergin kasların pasif hareket açıklığını arttırmak amacıyla alçı veya sentetik döküm malzemelerinden yapılmış kalıpların uygulanmasıdır. Pozisyonlama uygulamaları ile uzun süreli esneme sağlanabilir. Pozisyonlandırma programları sıklıkla oturma ve ayakta durma pozisyonlarının ortez veya yardımcı ve uyarlanabilir teknoloji kullanımıyla birlikte kullanılmasını içermektedir. Bu cihazlar, iskelet sistemi dizilimin yönetimi ve kalça, diz ve ayak bileği kontraktürlerinin önlenmesi için reçete edilebilmektedir [53]. Germe müdahalelerinin EHA, spastisite ve yürüme fonksiyonları üzerindeki etkilerini destekleyen limitli düzeyde kanıt olduğu ve düşük yük verilen uzun süreli esnemelerin, kısa süreli yüksek yük verilen esnemelerden daha etkili olduğu bildirilmiştir [54].

Kuvvetlendirme programları veya dirençli egzersiz eğitimi SP'li çocuklar için, özellikle de alt ekstremitenin güçlendirilmesi için kabul edilmiş bir müdahaledir. Progresif direnç eğitimi, ağırlık veya direnç miktarındaki artışla giderek daha zor hale getirilen egzersizlerin kullanılmasını içermektedir. Egzersizler herhangi bir egzersiz ortamında tamamlanabilmekte ve genellikle el dambılları, kol ağırlıkları ve terbantlar gibi ekipmanlar kullanılmaktadır. Fonksiyonel kuvvet antrenmanları, progresif dirençli antrenmanın yaygın olarak kullanılan bir şeklidir. Bu uygulama biçimi direnç miktarı artarken günlük fonksiyonel aktivitelerin yapılmasını içermektedir. İzotonik, izometrik ve izokinetik egzersizler kas kuvvetini ve motor fonksiyon iyileşmesini arttırmak için kullanılabilir. Tüm yaş gruplarında yaygın olarak kullanılan güçlendirme yöntemleri fonksiyonel aktiviteler, yerçekimi ve vücut ağırlığıdır. Güncel çalışmalar direnç eğitimlerinin SP'li bireylerin kas kuvvetlerini artırmada etkili olduğunu ancak mobilite ve katılım gibi parametrelerde etkilerinin değerlendirilebilmesi için daha çok çalışmaya ihtiyaç olduğunu bildirmişlerdir [55, 56].

Nörogelişimsel tedavi (NGT) veya Bobath konsepti, merkezi sinir sistemi lezyonuna bağlı hareket, tonus ve fonksiyonel bozuklukları olan bireylerin değerlendirilmesinde ve tedavisinde kullanılan bir rehabilitasyon yaklaşımıdır. Yaklaşım, merkezi sinir sistemi anormalliklerinden etkilenen hastaların tedavisine yönelik çalışan fizyoterapist Berta Bobath ve psikiyatrist/nöropsikiyatrist kocası Karl Bobath'ın adını almıştır. NGT, serebral palsi gibi

nöromotor bozuklukları olan bireylerin tedavisinde mesleki, fiziksel ve konuşma terapistlerinin kullandığı multidisipliner bir klinik uygulama modelidir. Uluslararası İşleyiş, Engellilik ve Sağlık Sınıflandırması (ICF) modelinin vurguladığı vücut sistemleri, kişisel ve çevresel faktörler arasındaki etkileşimi dikkate alarak, bireyin bir beceriyi geliştirme veya öğrenme becerisine odaklanan bir yaklaşımdır. Üzerinde çalışılmış kavramları ve geliştirilmeye açık rasyonel yaklaşımı nedeniyle, NGT yaklaşımı dünya çapında SP rehabilitasyonunda en yaygın kullanılan tedavi yaklaşımlarından biri haline gelmiştir [57].

NDT, Karl ve Berta Bobath tarafından yapılandırıldığı zamanlarda motor kontrol teorisi, merkezi sinir sisteminin (MSS) hareketi yukarıdan aşağıya doğru bir yönelimle kontrol ettiği refleks hiyerarşik model olarak kabul edilmekteydi. Bu model, nörolojik defisiti olan bir bireyin hareket kalıplarını açıklamak için kullanılmıştır. MSS'deki hasar, atipik kas tonusu ve postür ve hareket davranışlarıyla birlikte koordinasyon limitasyonlarına neden olmakta ve bu durum fonksiyonel sınırlamalara yol açmaktaydı. Hiyerarşik modele dayanarak, NGT yaklaşımı ilk olarak hareket açıklığı egzersizleri, normal motor kalıplarını teşvik etme ve pozisyonlama uygulamalarını kullanarak anormal tonusu düzeltmeye odaklanmıştır. İkinci olarak, anormal ilkel refleksler, tekrarlı duyuşal uyarım yoluyla anormal primitif reflekslerin ortadan kaldırılması hedeflenmiştir. Son olarak bireylerin, normal otomatik reaksiyonları ortaya çıkarması üzerine çalışılmıştır [58].

Bu yaklaşım biçimi, çocuğu normal hareket kalıplarında tutmayı ve anormal postürlerde kaçınmayı içermektedir. Bu doğrultuda bireyin yalnızca normal hareket kalıplarını deneyimlemesini sağlayarak, MSS'de normal hareketler paternleri yerleşmesi ve bireyin hali hazırda kullandığı anormal paternlerinin ortadan kalkması beklenmektedir. NGT yaklaşımının bir diğer yönü ise çevresel faktörleri ve bireyin ebeveynlerini tedavi sürecine dahil etmesidir. NGT yaklaşımı ebeveynlerin rehabilitatif teknikleri öğrenmeleri ve günlük yaşam boyunca uygulamaları konusunda ısrar etmektedir. NGT tüm dünyada fizyoterapistler tarafından çocuk rehabilitasyonunda en sık kullanılan yöntem olmasına rağmen, ICF konseptinde etkilerini ortaya koyan araştırmalar sayıca ve metodolojik olarak yetersiz görülmektedir [59].

Elektroterapi, elektrofiziksel ajanlar kullanılarak vücuda dışarıdan uygulanan her türlü tedavi veya değerlendirmeyi kapsamaktadır. Ağrıyı azaltıcı, TENS veya kas aktivasyonunun olmadığı eşik elektriksel uyarı gibi düşük seviyeli uyarılardan, aktif kas kasılmasının gözlemlendiği nöromüsküler elektriksel stimülasyona kadar geniş bir yelpazedeki elektrik ajanları SP

rehabilitasyonunda kullanılabilir. Pediatrik hasta gruplarının erişkin hasta gruplarına kıyasla histolojik ve fizyolojik özelliklerinin yanı sıra iletişim ve iş birliği becerileri de farklılık göstermektedir. Bu nedenle çocuklarda elektroterapi uygulamaları yetişkinlere göre temel farklılıklar taşımaktadır ve özel uygulamalara sahiptir. SP rehabilitasyonunda kullanılan temel terapötik ajanlardan biri nöromüsküler elektrik stimülasyonudur (NMES). NMES, kaslarda kasılma ortaya çıkaracak kadar yoğun bir elektrik akımı biçimidir. Uygulama sırasında kasılmayı ortaya çıkarmak için hedeflenen kasların üzerindeki deriye elektrotlar yerleştirilmekte ve bu yüzeysel elektrotlar vasıtasıyla kasa elektrik iletimi sağlanmaktadır. NMES; kas kuvvetini, normal eklem hareketini, motor kontrolü ve kokontraksiyonu arttırmak ve ayrıca spastisiteyi geçici olarak azaltmak amacıyla fizyoterapiye yardımcı olmak için kullanılmaktadır[60]. NMES'in motor fonksiyon üzerine etkisine ilişkin çalışmaların sonuçları NMES'in tek başına rehabilitasyondan daha etkili olmadığını; oturma ve ayakta durma fonksiyonlarını geliştirmede rehabilitasyona ek uygulanabileceğini bildirmektedir [61].

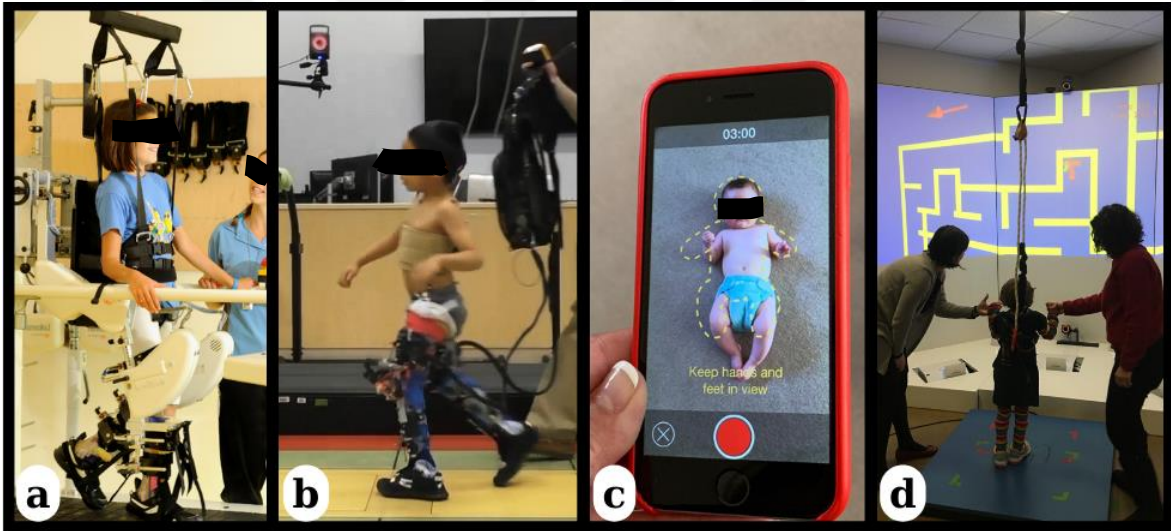
Aerobik egzersiz, büyük kas gruplarını ritmik bir şekilde kullanan ve kalp atış hızını uzun süre yüksek tutan herhangi bir aktiviteyi ifade etmektedir [62]. SP'li çocukların; tipik olarak gelişen akranları ile karşılaştırıldığında, kas kütlesi ve kuvvetindeki azalmaya ek olarak, belirgin şekilde normalin altında aerobik ve anaerobik (yüksek yoğunluklu, 1 dakikadan az süren kısa süreli egzersiz) kapasiteleri bulunmaktadır ve motor kontrolünün olmaması nedeniyle düşük güç çıkış seviyelerinde enerji harcaması yüksektir [43]. SP'li kişilerde aerobik egzersizlerin yararları için egzersizin kesin sıklığı, yoğunluğu, süresi ve türü kesin olarak belirlenmemiştir ve egzersiz eğitim programının tasarımının genel popülasyonla aynı ilkelere dayanması gerekmesine rağmen, kişinin fonksiyonel hareketlilik düzeyine, ilgili koşulların sayısına ve türüne ve egzersizin derecesine göre eğitim protokolünde değişiklikler yapılması gerekebilmektedir [42]. Aerobik aktivite türleri arasında kol bisikleti, sandalye aeroibiği, dans, koşu, bacak bisikleti, kürek çekme, yüzme, yürüyüş, su aeroibiği ve tekerlek sürme yer alabilmektedir. Güncel bir meta-analiz Aerobik egzersizlerin SP'li bireylerde aerobik kapasite, kaba motor fonksiyon, mobilite, denge ve katılım üzerinde yüksek derecede etkilerinin bulunduğu bildirmiştir [63].

2.6.2. Teknolojik Rehabilitasyon

Son on yılda SP rehabilitasyonu alanındaki teknoloji uygulamaları hızla artmıştır. Bu büyüme, güçlü mühendislik araştırmaları, nörorehabilitasyon ürünlerinin ticari gelişimi ve hızla genişleyen teknolojik ilerlemelerin sağlık hizmetleri alanına yönelik yeni uygulamaları yoluyla

sağlanmaktadır. Bununla birlikte serebral palsili kişiler bu uygulamaların birçoğundan faydalanmaktadır. Şu anda teknoloji, mobilitiyi artırmak, günlük yaşam aktivitelerine (GYA) yardım sağlamak, iletişimi optimize etmek ve rehabilitasyon yöntemlerinin etkinliğini geliştirmek için kullanılmaktadır [64].

Teknolojinin kullanımı ve nörorehabilitasyon için uygulanması kısmen nöroplastisite teorisine, yani sinir ağlarının davranışsal eğitim yoluyla restorasyonuna dayanmaktadır ve aynı zamanda alışlagelmiş egzersizleri daha ilgi çekici hale getirmek için de kullanılabilir [65]. Akıllı telefon ve tabletlerin ekonomik olması ve yaygın kullanımı, rehabilitasyon araçlarını daha erişilebilir hale getirerek hastalar ve aileleri için eşitleyici fırsatlar yaratmıştır. SP rehabilitasyonunda kullanılan teknolojik rehabilitasyon uygulamaları mobilite robotları(a), robotik dış iskeletler(b), günlük yaşam aktiviteleri ile ilgili mobil uygulamalar(c) ve sanal gerçeklik uygulamaları(d) olarak sıralanabilmektedir (Şekil 2-4) [66].



Şekil 2-4: Teknolojik Rehabilitasyon Uygulama Örnekleri

2.6.3. Sanal Gerçeklik Uygulamaları

Sanal gerçeklik sistemleri, çoklu duyuşsal uyarımı ve kullanıcı etkileşimini teşvik etmek için bilgisayar yazılımını ve donanımını kullanıcı-bilgisayar arayüzüne entegre ederek etkileşimli, gerçek zamanlı simülasyonlar kullanmaktadır [67]. Sanal gerçeklik deneyimlerinin, bir sanal gerçeklik oluşturmak için 4 temel kavramı entegre etmesi önerilmiştir.

- Gerçekçi deneyim: içine alma- gerçeğe yakın duyuşsal ipuçlarının sunumu;

- Etkileşim,- kullanıcıların görsel bedenle kendilerini tanımlamalarına olanak tanıyan görsel, dokunsal ve işitsel geri bildirim;
- Duyu-motor entegrasyon - sanal bedenin kullanıcının eylemlerine hızlı tepkisi;
- İllüzyonlar - alternatif veya hayali bir dünyada iken çevredeki fiziksel varlığın algılanmaması.

Sanal gerçeklik teknolojileriyle duyu-motor eğitimi, teoride, gerçek bedenle ilgili geri bildirim sağlanması yoluyla beynin motor ve algısal alanlarının devreye sokulmasıyla elde edilmektedir [68]. Sanal gerçeklik sistemleri, gerçek hayattaki bir görevi simüle ederek kullanıcının kaliteli hareketler ve yüksek sayıda tekrar uygulamasına olanak tanımakta; motor öğrenmenin sağlanabilmesi için, sanal gerçeklik sistemleri tüm vücudun veya bireysel uzuvların fonksiyonel hareketlerini hedeflemeye yardımcı olabilmektedir [69].

Rehabilitasyon kapsamındaki SG araştırmalarının fayda gösteren yönlerinden biri, standart fizik tedavi önlemlerine kıyasla daha fazla veriyi kaydetme ve ölçme yeteneğine sahip olmasıdır. Ancak bu verilerin bir rehabilitasyon ortamında kullanılabilmesine olanak sağlayabilmek için SG tekniklerine özgü geçerli ve güvenilir sonuç ölçümlerinin geliştirilmesi gereklidir. Ayrıca her birey için toplanan veriler kullanılarak sistemlerin yazılımları kolaylıkla programlanabilmekte ve her kullanıcıya göre uyarlanabilmektedir. Tedavinin bu şekilde kişiselleştirilmesi, terapistlerin her hastayla özel ihtiyaçları doğrultusunda çalışmasına ve iyileşmelerine yardımcı olacak bir araç olarak SG'yi kullanmasına olanak sağlamaktadır [70]. Ancak fizyoterapistlerin SG'yi rehabilitasyon planlarının bir parçası olarak dahil etmesinin genel bir uygulama haline gelmesi için daha fazla araştırmaya ihtiyaç bulunmaktadır.

SG teknolojileri fonksiyonel egzersiz ve performans eğitimlerinde rol oynamaktadır. VR yoğun ve motive edici eğitime olanak tanır. Birçok etkileşimli ortamın ve çoklu duysal geri bildirimlerin kullanılmasına olanak sağlamaktadır. SG, motor öğrenme ve motor kontrole ilişkin kriterleri karşılamaktadır. Yüksek düzeyde motivasyon, katılım ve kooperasyon motor öğrenmenin temel bileşenleridir ve aynı zamanda sanal gerçekliğin rehabilitasyona katkıları arasında yer almaktadır. SG tabanlı rehabilitasyonun bu özellikleri motor değişikliklerini ve nöral plastisiteyi desteklemektedir [71]. Bununla birlikte, sanal gerçeklik uygulamalarının en büyük dezavantajı, yan etkilerinden biri, kullanıcı için çok rahatsız edici olabilen ve katılım

düzeylerini değiştirebilen; hareket hastalığı, diğer adıyla siber hastalıktır [72]. Sanal gerçeklik tabanlı rehabilitasyonun avantaj ve dezavantajları Tablo 2-2’de listelenmiştir.

SP’li çocukların motor rehabilitasyonu alanında yürütülen araştırmayı incelemiş ve sanal gerçeklik müdahalelerini kullanan 19 çalışma analiz edilmiştir [73]. İncelenen çalışmaların çoğunluğu yürümeyi, üst ekstremitte hareketini ve dengeyi hedef almaktaydı. İnceleme, sanal gerçekliğin yürüyüş rehabilitasyonu üzerinde orta ila büyük bir etki büyüklüğüne sahip olduğunu ve denge rehabilitasyonu üzerinde büyük bir etki büyüklüğüne sahip olduğunu bildirmiştir. İncelemedeki sonuçlar ICF modeliyle kategorilere ayrıldığında, sanal gerçeklik müdahalelerinin aktivite bileşenine göre büyük, vücut yapısı ve fonksiyon bileşenine göre orta, katılım bileşenine göre küçük bir etki büyüklüğüne sahip olduğu bulunmuştur. Çalışma katılımcılarının ve çalışma protokollerinin heterojenliği, genel kanıtların kalitesini etkileyen faktörler olarak gösterilmiştir. Her ne kadar sanal gerçeklik farklı potansiyellere sahip bir rehabilitasyon yöntemi olarak tanımlansa da, uygulanma yöntemlerinin oldukça değişken olabildiği ve nörorehabilitasyon alanında konu üzerinde hala çalışmaya ihtiyaç bulunduğu bildirilmiştir [67].

Tablo 2-2: Sanal Gerçeklik Tabanlı Rehabilitasyonun Avantaj ve Dezavantajları

Avantaj	Dezavantajlar
Motivasyon Artışı	Maliyet
Motor öğrenmenin desteklenmesi	Etkilerinin kesinliğinin belirsizliği
Kortikal reorganizasyonun desteklenmesi	Teknoloji kullanım becerisi gereksinimi
Bireyin kendi motor öğrenme potansiyeline uygun deneyim sağlanabilmesi	Hareket hastalığı riski
İnteraktif tedavi sağlanması	Bireylerin tedaviye alışma ve kooperasyon süresi
Hedef odaklı fonksiyonların daha gerçekçi uyarlanabilmesi	Rehabilitasyon içeriğine göre ek yazılımsal ve donanımsal ihtiyaçların gerekliliği

Üzerinde çalışılan sanal gerçeklik sistemlerinin tasarımları ve kullanılabilirliği büyük farklılıklar göstermektedir [74]. Sanal gerçekliği rehabilitasyona uygulamadan ve hatta rehabilitasyon programına dahil etmeden önce, terapist hastalarıyla hangi SG türünü kullanmak

istediğini seçmelidir. Güncel nörorehabilitasyonda en yaygın olarak immersiv ve immersiv olmayan sanal gerçeklik türleri kullanılmaktadır. Genellikle başa takılan bir cihaz aracılığıyla sunulan immersiv sanal gerçeklik, kullanıcı için gerçekçi bir sanal ortam yaratmakta ve birey bu sanal ortamda genellikle interaksiyona girebilmektedir (Şekil 2-5.a).



Şekil 2-5: Sanal Gerçeklik İmmersiyon Türleri

Bununla birlikte, bu sanal gerçeklik en büyük yan etkilerinden biri, kullanıcı için çok rahatsız edici olabilen ve katılım düzeylerini değiştirebilen, ilişkili hareket hastalığı, diğer adıyla siber hastalıktır [75, 76]. İmmersiv olmayan sanal gerçeklik türü ise genellikle hali hazırda bulunan video oyun konsollarının dahili oyunları veya rehabilitasyon cihazları ile kombine edilmesi biçiminde kullanılmaktadır. Bu sistemler daha uygun maliyetlidir ancak immersiv sistemlerle aynı düzeyde yüksek düzeyde etkileşim yaratmamaktadır (Şekil 2-5.b) [76].

Bu doğrultuda SG teknolojileri immersiv olmayan ve immersiv olmak üzere iki genel kategoriye ayrılabilir. İmmersiyon türleri ve ilgili teknolojinin birkaç örneği Tablo 2-3'de listelenmektedir [77].

Tablo 2-3: Sanal Gerçeklik Uygulama Türleri

	İmmersiv olmayan	İmmersiv
Görüntü Yöntemi	Monitör, Televizyon	Başta takılabilen ekranlar
Maliyet	Düşük	Orta - Yüksek
Orada Olma Hissi	Düşük	Yüksek

2.6.3.1. Sanal Gerçeklik Tabanlı Rehabilitasyon ve Motor Öğrenme

SP'li bireylerde hem motor fonksiyonu iyileştirmek adına orta ila güçlü kanıtlar, rehabilitasyonda motor öğrenmeye dayalı yaklaşımları desteklemektedir [78]. Motor öğrenme, nispeten kalıcı motor değişikliklere yol açan uygulama veya deneyimle ilişkili nöroplastisite ilkelerine dayanan bir süreç olarak tanımlanabilmektedir [79]. Beynin kendini yeniden organize etme ve nöronlar arasında yeni bağlantılar oluşturma konusundaki doğal yeteneği, motor öğrenme ilkelerine dayalı terapötik rehabilitasyon yaklaşımlarıyla kullanılabilir. Motor öğrenmeye dayalı tedavi yaklaşımların temel bileşenleri arasında (1) çok sayıda görev tekrarı içeren yoğun rehabilitasyon müdahaleleri, (2) görev zorluğunda giderek artan artışlar ve (3) yer almaktadır [80]. Hareket kalitesi veya motor performansı hakkında dışsal geri bildirim sağlanması SP'li bireylerde azalmış içsel geri bildirim ve/veya işleme yeteneğini telafi edebilmekte ve motor öğrenmeyi destekleyebilmektedir [81]. Motor öğrenme ilkelerini SP rehabilitasyonunda klinik uygulamaya dahil etmenin zorlukları arasında (1) SP'de gözlenen duyu-motor bozuklukların heterojenliği konusunda tedavi yöntemi olarak cevap verebilirlik, (2) bireyin ihtiyaçlarına veya hedeflerine dayalı olarak müdahalelerin kişiselleştirilmesi ve (3) hem zorlayıcı hem de motivasyon sağlayıcı egzersizlerin sunulması yer almaktadır.

Teknolojinin kullanımı, yukarıda belirtilen motor öğrenme prensiplerini rehabilitasyona dahil etmeye yönelik zorlukların sanal gerçeklik tabanlı rehabilitasyon müdahaleleriyle çözümlenmesine yardımcı olmuştur. Sanal gerçekliğe dayalı müdahaleler, bireyin motor fonksiyonunu fasilite etmek için tasarlanan birçok sistem ile rehabilitasyonda yer almaya başlamıştır [82, 83]. Sanal gerçeklik tabanlı platformlar kullanan rehabilitasyon yöntemleri, çok modlu bir eğitim ortamında yüksek yoğunluklu eğitim verme olanağı sunmaktadır. Sanal gerçeklik müdahaleleri aynı zamanda mekansal ve zamansal kısıtlamaları ve bilişsel zorlukları değiştirerek görevin zorluk seviyelerini özelleştirmek ve standartlaştırmak için imkan sağlamaktadır. Uygulanan bir egzersizin sonucu ve kalitesi otomatik olarak kaydedilebilmekte; bu da hem klinisyenler hem de araştırmacılar için değerlendirme olanaklarında kolaylık sağlamaktadır [84]. Sanal gerçeklik teknolojisinin etkileşimli ve motivasyonel oyun özellikleri, tedavi motivasyonunu sürdürmeye odaklı bir eğitim ortamı sağlayabilecek temel bileşenleri sağlayabilmektedir [85]. Bu nedenle sanal ortamların motivasyon, tekrarlayan uygulama ve gelişmiş geri bildirim gibi özellikleri, onları motor öğrenme ilkelerinin SP'li bireylerin tedavisine dahil edilmesini fasilite etmek için tercih edilebilir bir yöntem haline getirmektedir.

2.6.4. Serebral Palsi’de Sanal Gerçeklik ile Kombine Rehabilitasyonun Kanıta Dayalı Etkinliği

Literatürde uygulanan sanal gerçeklik uygulamaları, basit bir kontrol çubuğu ve ekrandan başlayarak başa takılabilen ekranlar ve detaylı hareket sensörlerine kadar uzanan bir çeşitlilik göstermektedir. Literatürde farklı sürelerde, farklı seans sayılarında, farklı cihazlarla ve farklı immersiyon seviyelerinde birçok çalışma dizaynı ile karşılaşılabilmektedir. Ancak hangi yaklaşım türünün diğerlerine kıyasla daha etkili olduğu konusunda bir ortak fikre henüz varılamamıştır. Ancak farklı yaklaşım türleri ile uygulansa da SG’nin literatürde bulunan çalışmalarda motor fonksiyon, denge ve yürüme ile ilgili parametrelerde etkili olduğu gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda literatürde farklı popülasyonlardaki SG uygulamasının SP’li hastalarda farklı motor fonksiyonlara olan etkisini inceleyen 7 çalışmaya ait bilgiler özetlenmiş ve Tablo 2-4’de sunulmuştur.

Tablo 2-4: Sanal Gerçeklik Uygulamalarının Serebral Palsi Üzerindeki Etkisini İnceleyen Çalışmalar

Yazar (Yayın Yılı)	Örneklem Sayısı	Müdahale (Deney/Kontrol)	Sonuç Ölçütleri	Sonuçlar
Cho ve ark [86]. (2016)	n=18 DG:9 / KG:9	DG: 24 seans immersiv olmayan sanal gerçeklik ile kombine koşu bandı eğitimi (30 dk) KG: 24 seans konvansiyonel koşu bandı eğitimi (30 dk)	ED, KMFÖ, PDS, 10MYT, 2DYT	Tüm sonuç ölçütlerinde KG'ye kıyasla DG lehine, anlamlı bir fark bulunmuştur. (p<0.05)
Chen ve ark [87]. (2012)	n=28 DG:13 / KG:15	DG: 36 seans immersiv olmayan sanal gerçeklik ile kombine bisiklet eğitimi (40 dk) KG: 36 seans Konvansiyonel FTR (40 dk)	ED, BOMYT	Kas gücü konusunda DG daha iyi sonuçlar vermişken (p<0.05), BOMYT konusunda iki grup arasında anlamlı fark bulunamamıştır (p>0.05).
Gagliardi ve ark [88]. (2018)	n=16	DG: 20 seans immersiv sanal gerçeklik ile kombine koşu bandı eğitimi (30 dk)	KMFÖ, 6DYT	Tüm sonuç ölçütlerinde DG, istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme kaydetmiştir. (p<0.05)
Soudani ve ark [89]. (2023)	n=14 DG:7 / KG:7	DG: 2 seans immersiv sanal gerçeklik ile kombine koşu bandı eğitimi (45 dk) KG: 24 seans konvansiyonel koşu bandı eğitimi (45 dk)	EHA, MAS	İki grupta sonuç ölçütlerinde anlamlı gelişme gösterdi (p<0.05), ancak iki grubun birbirine karşı üstünlüğü yoktu (p>0.05).
Biffi ve ark [90]. (2017)	n=10	DG: 10 seans immersiv sanal gerçeklik ile kombine koşu bandı eğitimi (90 dk)	KMFÖ, 6DYT	Tüm sonuç ölçütlerinde DG, istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme kaydetmiştir (p<0.05).

10MYT: 10 Metre Yürüme Testi, 2DYT: 2 Dakika Yürüme Testi, BOMYT: Bruininks- Oseretsky Motor Yeterlik Testi, ED: El Dinamometresi, EHA: Eklem Hareket Açıklığı, FTR: Fizyoterapi ve Rehabilitasyon, KMFÖ: Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü, MAS: Modifiye Ashworth Skalası, PDS: Pediatrik Denge Skalası, PEDE: Pediatrik Engellilik Değerlendirme Envanteri, ZKYT: Zamanlı Kalk ve Yürü Testi, ZMİÇT: Zamanlı Merdiven İnip Çıkma Testi, ZOKT: Zamanlı Otur-Kalk Testi

3. YÖNTEM

3.1. Olgular

“Serebral Palsili Çocuklarda Tam İmmersiv Sanal Gerçeklik Uygulamalarının Fonksiyonel Kapasite Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması” başlıklı yüksek lisans tez çalışmamız, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Bilimleri Fakültesi Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü’nde Nisan 2024 ile Haziran 2024 tarihleri arasında yürütüldü. Olguların tedavi programları İstanbul’da bulunan bir özel eğitim ve rehabilitasyon merkezinde takip edildi. Çalışmaya serebral palsy tanısı almış ve dahil edilme kriterlerine uyan 36 gönüllü olgu dahil edildi, 31 olgu ile çalışma tamamlandı.

Bu yüksek lisans tez çalışması, İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu’nun 17.04.2024 tarihli toplantısında 2024/72 karar numarasıyla onay aldı ve İyi Klinik Uygulamalar ve Helsinki Deklarasyonu çerçevesinde yürütüldü. Çalışmaya katılmayı kabul eden çocuklara ve ebeveynlerine Bilgilendirilmiş Onam Formu imzalatılarak onamları alındı (EK.1).

Çalışma planlaması; ClinicalTrials.gov internet sitesinden ulaşılabilen klinik çalışmalar kayıt sistemine NCT06428292 numarası ile kaydedildi.

3.1.1. Araştırmanın Evreni ve Örneklem Büyüklüğünün Belirlenmesi

Araştırmamızın evrenini rehabilitasyon merkezine devam etmekte olan SP’li kız veya erkek çocuklar oluşturdu.

Örneklem büyüklüğünün hesaplanmasında G Power 3.1.9.7 kullanıldı. Örneklem büyüklüğünün hesaplanması için Ko ve arkadaşlarının serebral palsili grupta Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü’nün (KMFÖ) yaş ve hastalık şiddeti üzerindeki toplam puanın fonksiyonel değişime duyarlılığını değerlendirdiği çalışmaya ait etki büyüklüğü (Cohen’s $d=1.26$) kullanıldı [91]. Bu etki büyüklüğü ile çift yönlü bir hipotezi %95 güçle ($\alpha = .05$) araştırmak için toplamda en az 30 kişinin gerektiği hesaplandı. %15 terapiyi bırakma olasılığı düşünülerek çalışmamıza Sanal Gerçeklik ile Kombine Treadmil (SGKT) grubunda 18 kişi, Sanal Gerçeklik

ile Kombine Bisiklet (SGKB) grubunda 18 kişi olmak üzere toplam 36 olgunun dahil edilmesine karar verildi.

3.1.2. Çalışmaya Alınma Kriterleri:

- Spastik serebral palsi tanısı almış olmak
- 12 - 18 yaş aralığında olmak
- Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemine (KMFSS) göre Seviye 1 ve 2 düzeyinde olmak
- Türkçe anlamak ve konuşabilmek
- Medikal tedavide (botoks da dahil) son altı ayda kullanılmaması
- Uygulamalar esnasında iletişimi engelleyecek düzeyde görsel ve işitsel problemi olmaması
- Müdahalenin gerektiği uygulamaya ve uygulama kontrollerine uyum sağlayabilecek düzeyde kognitif beceriye sahip olunması

Çalışmadan Dışlanma Kriterleri:

- Çalışmaya katılımın etkilenmesine sebep olabilecek düzeyde şiddetli sekonder ortopedik ve nörolojik problem/problemlerin varlığı (ileri düzey eklem instabilitesi, şiddetli skolyoz, nistagmus vb.)
- Sanal gerçeklik uygulamaları esnasında atak geçirmesine neden olabilecek nörodejeneratif hastalığa sahip olmak
- Epilepsi varlığı
- Son 1 yıl içerisinde alt ekstremiteye ilişkin cerrahi geçirmiş olmak
- Ashworth Skalası referans alınarak 3 ve üstü spastisite varlığı
- Görsel uyaranlara karşı hipersensitivite varlığı
- Sanal gerçeklik cihazı kullanımı ile vestibüler problemlerin gelişmesi

3.1.3. Çalışmadan Çıkarılma Kriterleri

Müdahale süresince toplamda dört defa katılım göstermeyen hastalar çalışmadan çıkarıldı.

3.2. Olguların Randomizasyonu, Tedavi Grupları ve Körleme

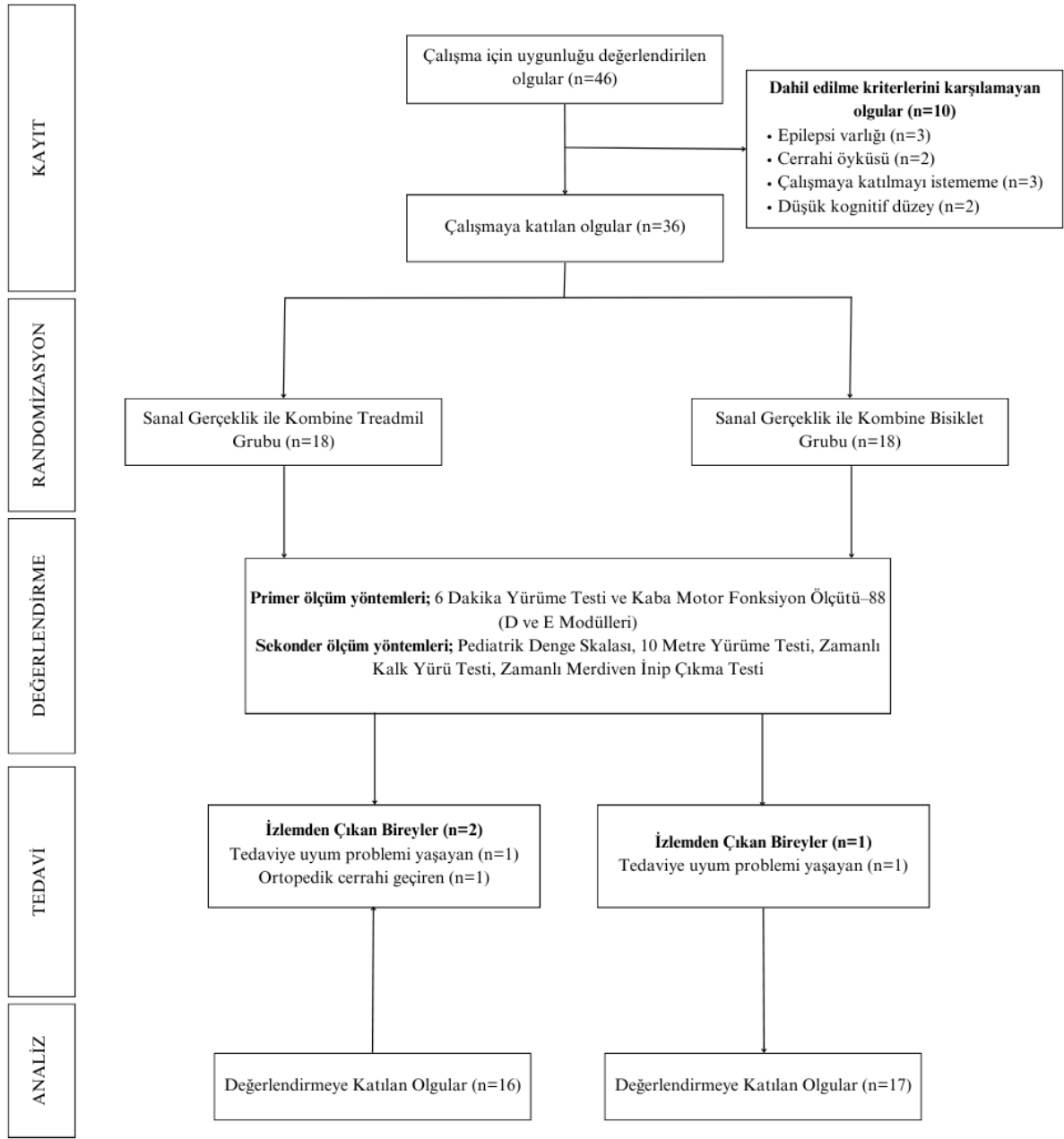
Olguların müdahale gruplarına yanlılık olmadan, rastgele atanması için <https://www.randomizer.org/> internet sitesinden ulaşılabilen; çevrimiçi bir randomizasyon uygulaması olan “Research Randomizer” kullanıldı. Uygulama kullanılarak katılımcılar için atanan 1’den 36’ya kadar olan sayılar, SGKT (n=18) ve SGKKB (n=18) olmak üzere rastgele iki müdahale grubuna dağıtıldı.

Çalışmanın körleme süreci, araştırmacılar ve katılımcılar arasında olası önyargılar ve yanlılığı azaltmak için uygulandı. Bu doğrultuda müdahaleye katılan olgulara; katılımcıyı ilgilendirmeyen çalışma bilgilerinin geçmesini önlemek amacıyla tek körleme (Single-blinding) yöntemi uygulandı. Tez çalışması sürecinde uygulama esnasında yaşanan pratik zorluklar nedeniyle çift körleme yöntemi tercih edilmedi. Çalışma sürecinde uygulayıcı fizyoterapist bazı bilgilere erişebilirken (tedavi gruplarının oluşturulması, bilgiye erişim süreci, kontrol grubunu sürdürme gibi), katılımcılara bu bilgilere erişim sağlanmadı. Katılımcılar buldukları gruba kör olarak dahil edildi. Müdahaleler üniversite araştırma kliniğinde bir fizyoterapist tarafından yapıldı. Değerlendirmeler tedaviden önce ve tedavi bitiminde fizyoterapist tarafından gerçekleştirildi.

Dilbade Özel Eğitim Rehabilitasyon Merkezi’nde SP tanı ve tedavisi ile izlenen 46 birey ile görüşüldü ve çalışmaya dahil edilme ölçütleri doğrultusunda gerekli değerlendirmeleri yapıldı. Bu katılımcılardan 36 tanesi dahil edilme ölçütlerine uygun bulunarak çalışmaya alındı. Çalışmaya dahil edilmeyen diğer 10 katılımcının dışlanma nedenleri ise şu şekildedir;

- Epilepsi varlığı; 3 birey
- Son 1 yıl içerisinde alt ekstremiteye ilişkin cerrahi geçirmiş olma; 2 birey
- Olguların veya veli/vasilerinin çalışmaya dahil olmak istememesi; 3 birey
- Çalışmanın gerekliliklerini karşılamayan kognitif beceri düzeyi; 2 birey

Çalışmanın akış diyagramı Şekil 3-1’de belirtildi.



Şekil 3-1: Akış Diyagramı

3.3. Değerlendirme

SP tanısı almış, haftada 2 seans düzenli tedavi gören ve çalışmaya dahil edilme ölçütlerine uygun bulunan olgular çalışmaya dahil edildi. Tedavi protokolü her iki grup dahilinde 8 hafta olmak üzere, haftada iki gün 16 seans olacak şekilde fizyoterapist tarafından yüz yüze gerçekleştirildi. Değerlendirmeler yüz yüze uygulandı ve ortalama 30 dakika sürdü. Birinci değerlendirmeler, olguların çalışmaya dahil edildiği ilk gün yapılırken; ikinci

değerlendirmeler tedavi bitiminde yapıldı. Her iki gruptaki katılımcıların fonksiyonel parametreleri ve denge değerlendirmeleri fizyoterapist tarafından değerlendirilerek tedavinin etkileri karşılaştırıldı.

Katılımcıların değerlendirmeleri; demografik ve klinik bilgiler, fonksiyonel kapasite, fonksiyonel mobilite, yürüme hızı ve denge seviyesini içeren testler ile gerçekleştirildi.

Primer ölçüm yöntemleri; 6 Dakika Yürüme Testi (6DYT) ve Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü – 88 (KMFÖ-88) (D ve E Modülleri) idi. Pediatrik Denge Skalası (PDS), 10 Metre Yürüme Testi (10MYT), Zamanlı Kalk Yürü Testi (ZKYT), Zamanlı Merdiven İnip Çıkma Testi (ZMİÇT) ise sekonder değerlendirme yöntemleri olarak belirlendi.

3.3.1. Demografik ve Klinik Bilgiler

Çalışmaya katılmak için gönüllü ve uygun olan tüm olguların demografik ve klinik bilgileri; hastanın adı-soyadı, yaşı, cinsiyeti, SP tipi, etkilenen ekstremitenin bilgisi, kullandığı cihaz bilgileri, tedavi öyküsü, güncel tedavi sıklığı ve KMFSS seviyesi değerlendirmeleri tarafımızca hazırlanan değerlendirme formu kullanılarak sorgulandı (EK.2).

3.3.2. 6 Dakika Yürüme Testi

Çalışmamıza dahil olan olgular fonksiyonel kapasite parametreleri 6 Dakika Yürüme Testi ile değerlendirildi. 6DYT, kontrollü koşullar altında 6 dakikada yürünen mesafenin ölçüldüğü, standartlaştırılmış, kişinin temposunu kendisi belirlediği, ucuz ve uygulaması kolay bir yürüme testidir. 6DYT, serebral palsili (SP) çocuklarda fonksiyonel kapasiteyi değerlendirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Testin ayrıca, günlük yaşam aktiviteleri açısından fonksiyonel kapasiteyi de yansıttığı bildirilmektedir [92].

6DYT, çalışmamızda, Amerikan Toraks Derneği'nin bildirdiği kurallarına mümkün olduğunca yakın bir şekilde uygulandı ve tüm prosedürler bir fizyoterapist tarafından gerçekleştirildi. Katılımcılar 30 metrelik parkur boyunca 6 dakika boyunca yürütüldü. Geri dönüş noktasını işaretlemek için her iki uçta 0,5 m içeride turuncu trafik konileri ve parkur boyunca 2 m aralıklarla uyarı bandı yerleştirildi. Süre tamamlandığında bireyin kaç metre mesafe katettiği kaydedildi. (EK.3).

3.3.3. Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü – 88

Çalışmamıza dahil olan olgular kaba motor fonksiyonel parametreleri KMFÖ-88 ile değerlendirildi. KMFÖ-88, kaba motor fonksiyondaki değişiklikleri değerlendiren, iyi bilinen

bir puanlama sistemidir. KMFÖ-88'in yaş sınırı yoktur ve: (A) yatma ve yuvarlanma, (B) oturma, (C) emekleme ve diz üstü, (D) ayakta durma ve (E) yürüme, koşma ve atlama olmak üzere beş kaba motor fonksiyon boyutuna ayrılan 88 maddeden oluşmaktadır. Her madde 4 puanlık bir ölçekte (0-1-2-3) puanlanmakta; bireyin daha yüksek puan alması motor fonksiyon açısından daha bağımsız olduğu şeklinde yorumlanmaktadır. KMFÖ-88 toplam puanı, beş boyut puanının hepsinin ağırlıklandırılmamış ortalamasıdır. Tüm puanlar %0 ile %100 arasında değişmektedir [91].

Çalışmamıza dahil olan olgulara, olguların Kaba Motor Fonksiyon Seviyeleri ve çalışmanın odağı göz önünde bulundurularak KMFÖ-88 testinin sadece D ve E modülleri uygulandı. Değerlendirmeler sırasında her bir değerlendirme maddesi katılımcılara fizyoterapist tarafından sözel ve görsel olarak açıklandı, gerektiği durumlarda imitasyonlara başvuruldu. Ardından katılımcıdan her bir maddeyi gerçekleştirmesi istendi. Maddeler bireyin gerçekleştirme performansına göre 0-3 aralığında puanlandı ve toplam puan kaydedildi (EK.4).

3.3.4. Pediatrik Denge Skalası

Çalışmamıza dahil olan olguların denge değerlendirmeleri Pediatrik Denge Skalası (PDS) kullanılarak değerlendirildi. Berg Denge Skalası'nın pediatrik popülasyona uyarlanmış bir versiyonu olan PDS, 14 maddelik, kriter referanslı bir ölçüm yöntemidir ve günlük görevler bağlamında fonksiyonel dengeyi incelemektedir. PDS'yi oluşturan 14 madde, bir çocuğun evde, okulda veya topluluk içinde güvenli ve bağımsız bir şekilde performans gösterebilmesi için gerçekleştirmesi gereken işlevsel etkinliklerin çoğunu; oturma dengesi, ayakta durma dengesi, oturmadan ayağa kalkma, ayakta durma, transferler, adım atma, ileri uzanmak, yere uzanmak, dönmek ve yüksek bir yüzeye çıkıp inmek gibi parametreler ile dengeyi değerlendirmektedir. Her madde 4 puanlık bir ölçekte puanlanmaktadır. Bireyin daha yüksek puan alması daha iyi denge parametrelerine sahip olduğu yönünde yorumlanmaktadır. Okullarda ve kliniklerde yaygın olarak bulunan ekipmanlar kullanılarak 20 dakikadan daha kısa bir sürede uygulanabilir ve puanlanabilmektedir [93].

Değerlendirmeler sırasında her bir değerlendirme maddesi katılımcılara fizyoterapist tarafından sözel ve görsel olarak açıklandı, gerektiği durumlarda imitasyonlara başvuruldu. Ardından katılımcıdan her bir maddeyi gerçekleştirmesi istendi. Maddeler bireyin gerçekleştirme performansına göre 0-4 aralığında puanlandı ve toplam puan kaydedildi (EK.5).

3.3.5. 10 Metre Yürüme Testi

Çalışmamıza dahil olan olguların yürüme hızlarının değerlendirilmesi için 10 Metre Yürüme Testi (10MYT) kullanıldı. 10MYT, SP'li çocuklarda yüksek test-tekrar test güvenilirliği ve kaba motor fonksiyonla yüksek korelasyona sahip, bireylerin yürüme hızını belirlemek için kullanılan bir testtir. Her katılımcı, 14 metrelik bir yürüyüş yolunda yardımcı veya yardımsız normal yürüyüş hızlarında yürümekte, başlangıç noktasından 2 m sonra ve bitiş noktasından 2 m önce işaretli 2 noktadan başlayarak her katılımcının 10 m'lik yürüme mesafesini kat etmesi için gereken süre ölçülmektedir. Süreyi ölçmek için bir kronometre kullanılmaktadır [94].

Testin uygulanması aşamasında bireylerden 14 metrelik mesafeyi bireylerin günlük yürüyüş hızında yürümesi istenildi. Bireylere “hazır ol, başla” şeklinde işaret verildi ve başlangıçtan 2 metre sonraya konulan işarete gelindiğinde kronometre başlatıldı. Bitiş noktasından 2 metre önceye konulan işarete ulaşıldığında kronometre durdurularak aradaki 10 metrelik mesafeyi kat ettiği süre kaydedildi (EK.6).

3.3.6. Zamanlı Kalk Yürü Testi

Çalışmamıza dahil olan olguların fonksiyonel mobilite değerlendirilmesi için ZKYT kullanıldı. ZKYT, SP'li çocuklarda fonksiyonel mobilite ile statik ve dinamik dengeyi değerlendirmek için kullanılan geçerli ve güvenilir bir test yöntemidir. Katılımcıların kalçaları, dizleri ve ayak bilekleri 90° bükülmüş başlangıç pozisyonundan; kol desteği olmayan bir sandalyeden kalkmaları, 3 metre yürüme, geri dönmeleri ve sandalyeye oturmaları istenmektedir. Süre, muayeneyi yapan kişi tarafından verilen sözlü işarettten itibaren kaydedilmekte ve birey tekrar sandalyeye oturduğunda durdurulmaktadır. Katılımcılar gerektiğinde test sırasında yardımcı cihazlarını kullanabilmektedirler [94].

Test uygulanırken bireylere kullandıkları ortez veya yardımcı cihazlar tahsis edildi, testin yönergeleri üzere pozisyonlandı ve “hazır ol, başla” talimatı verildi. Bireylerin ayağa kalkmasıyla süre başlatıldı ve toplamda 6 metrelik parkuru tamamlayıp tekrar oturmasına kadar geçen toplam süre kaydedildi (EK.7).

3.3.7. Zamanlı Merdiven İnip Çıkma Testi

Zamanlı Merdiven İnip Çıkma Testi, postürün kontrolüne katkıda bulunan kas-iskelet sistemi ve nöromüsküler sistemlerdeki gelişmeleri potansiyel olarak yansıtmak fonksiyonel bir sonuç ölçütü olarak geliştirilmiştir. ZMİÇT için denekten 10 basamaklı bir merdivenin alt

kısından 30 cm uzakta durması istenmektedir. Katılımcılara "Merdivenleri olabildiğince hızlı ama güvenli bir şekilde çıkmaları, en üst basamağa ulaşınca beklemeden dönüp her iki ayağı da alt basamağa inene kadar aşağıya inmeleri" talimatı verilmekte ve bu komutu gerçekleştirdikleri süre kaydedilmektedir [95].

Test uygulanırken katılımcıların merdivenleri çıkarken herhangi bir adım alma yöntemini seçmelerine izin verildi. Bu kapsam, adımların teker teker atılmasını veya bipedal merdiven çıkılmasını; basamak atlamayı veya başka herhangi bir kompensasyonu içermekteydi. Bununla birlikte, tüm katılımcıların basamakları çıkarken ve inerken yüzleri hareket yönüne dönük olmak zorunda olduğu talimatı verildi. ZMİÇT puanı, "başla" komutu verilmesinden; iki ayağın da başlangıç düzeyindeki zemine temas etmesine kadar geçen saniye cinsinden süre olarak kaydedildi (EK.8).

3.4. Rehabilitasyon Protokolü

Birincil değerlendirmelerin ardından eşit kişi sayısına sahip iki gruba randomize edilen katılımcılardan 1. grup SGKT grubunu, 2. Grup ise SGKB grubunu oluşturdu. Katılımcılarla;

1. Seans; Bakım veren ve katılımcılara bilgi verildi ve ilk değerlendirmeler uygulandı.

2.-17. Seans; Her iki grup katılımcılarına 16 seans tedavi fizyoterapist tarafından yüz yüze uygulandı.

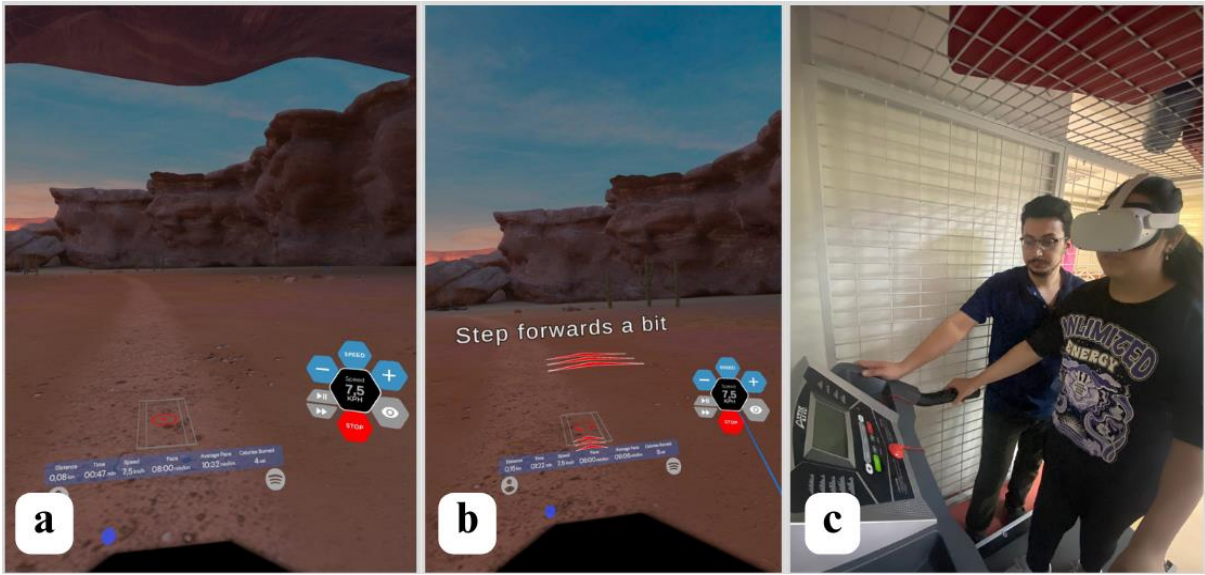
18. Seans: Bireylerin tedaviyi tamamlaması sonrası ikinci değerlendirmeler uygulandı.

Bu çalışmada tam immersiv sanal gerçeklik uygulaması Meta Quest 2 cihazı ile uygulandı. Meta Quest 2, bir sanal gerçeklik gözlüğüdür. Kişiler başa takılan bir cihaz ile farklı sanal ortamları deneyimleyebilir; ellerindeki iki kontrol kolu ile buldukları sanal ortamı manipüle edebilir ve sanal ortamda farklı nesnelere etkileşime girebilirler.

3.4.1. Sanal Gerçeklik ile Kombine Treadmil Programı

SGKT eğitimi Voit® marka Novafit model koşu bandı ile Meta® Quest 2 sanal gerçeklik gözlüğüne yüklenmiş Octonic® sanal gerçeklik spor uygulaması kombine edilerek uygulandı. Bireylerden sanal gerçeklik gözlüğü vasıtasıyla her seans farklı sanal çevrelerde yürümesi istendi. Sanal çevreler farklı elementler ile dolu gerçekçi sanal dış dünyaları içermekteydi, bireyin egzersiz eğitimini takip edebilmesi açısından egzersiz süresi, yürüme hızı ve mesafe

bilgilerinin verildiği bir sanal ekran oluşturuldu (Şekil 3-2.a). Bluetooth bağlantısı ile sanal gerçeklik gözlüğü ile koşu bandı arasında; gerçek dünyadaki yürüme hızı ve sanal dünyanın akış hızı arasında optimizasyon sağlandı. Bu sayede uygulayıcı fizyoterapist koşu bandının ve sanal çevrenin hız kontrolüne dışarıdan müdahale edebildi. Katılımcıların egzersiz eğitimi sırasında güvenliğini artırmak adına koşu bandının kollarını tutmasına müsaade edildi, otomatik durdurma kordonu katılımcılara bağlandı, sanal çevre koşu bandını kapsamayacak şekilde sınırlandırıldı ve bireyin koşu bandı sınırlarına yaklaşması dahilinde uygulama içerisinde bireyi uyuracak görsel ve işitsel uyarılar eklendi (Şekil 3-2.b).



Şekil 3-2: Sanal Gerçeklik ile Kombine Treadmil Uygulaması

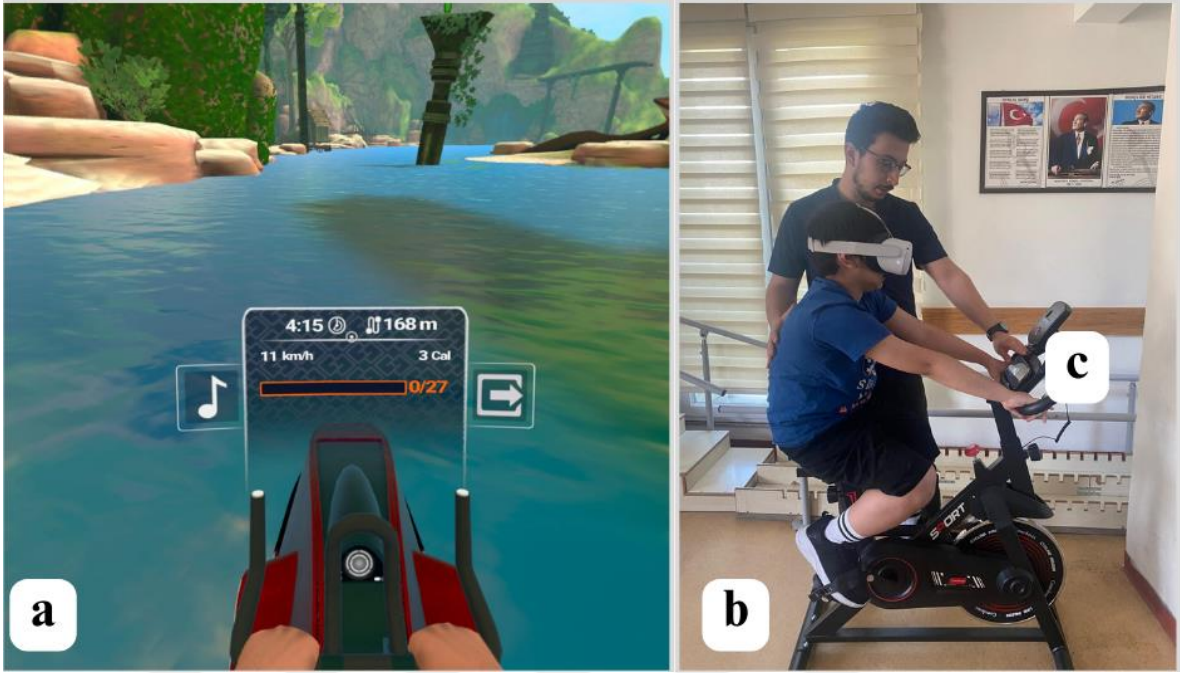
Eğitim öncesinde 10MYT sonuçları kullanılarak bir katılımcının ortalama yürüme hızı hesaplandı. Katılımcı daha sonra aşağıda açıklanan hesaplamalara göre hedef kalp atış hızının %60'ına eşdeğer bir yürüme hızında yürüyüş eğitimine başladı; kalp atış hızı hedef kalp atış hızının %80'ini aşmazsa yürüme hızı her 5 dakikada bir 0,1 km/saat artırıldı; kalp hızının hedef kalp hızını aşması durumunda egzersiz önceki hıza geri dönülerek gerçekleştirildi. Hedef kalp atım hızı SP'li bireylerde maksimum kalp atım hızını hesaplayan bir çalışmadan yola çıkarak 194 atım/dakika olarak belirlendi [96]. Bireyin kalp atış hızı ve oksijen doygunluğu, kablosuz parmak oksimetresi kullanılarak sürekli olarak takip edildi. Uygulayıcı fizyoterapist; eğitim esnasında katılımcının yürüyüşünün, normal yürüme siklusunun kinetik (eklem hareket açıklıkları) ve uzay-mekansal parametrelerine (adım uzunluğu, adım genişliği, yürüme hızı) uygunluğunu teşvik etmek için sözlü geri bildirim sağladı (Şekil 3-2.c). Eğitimin kesintiye uğraması için aşağıdaki kriterler önceden şu şekilde belirlendi: baş dönmesi, baş ağrısı, mide

bulantısı, anormal yorgunluk hissi, alt ekstremitelerde ağrı, karmaşık aritmi, katılımcının belirlenmiş maksimum değerinin üzerinde kalp atış hızı, ciddi nefes darlığı ve oksijen saturasyonunda düşüş. Bu doğrultuda tüm seanslarda; başlamadan önce eğitimi durdurma kriterlerinden birini yaşaması halinde terapiste bildirmesi söylendi ve katılımcılarda 10 dakika aralıklarla nefes darlığı ve alt ekstremitte ağrısı sorgulandı.

3.4.2. Sanal Gerçeklik ile Kombine Bisiklet Programı

SGKB eğitimi V-Fit[®] marka Spin Bike model sabit bisiklet ile Meta[®] Quest 2 sanal gerçeklik gözlüğüne yüklenmiş Holofit[®] sanal gerçeklik spor uygulaması kombine edilerek uygulandı. Sanal gerçeklik gözlüğü ile bireyin her seans farklı gerçekçi veya sürreal ortamlarda bisiklet sürmesi sağlandı, aynı şekilde bireyin egzersiz eğitimini takip edebilmesi için egzersiz süresi, bisiklet hızı ve mesafe bilgilerinin yer aldığı sanal bir bilgi ekranı oluşturuldu (Şekil 3-3.a). Bisikletin dahili bluetooth bağlantısı olmaması sebebiyle pedala takılan bir hız ölçer sayesinde bireyin pedal çevirme hızı aynı şekilde sanal bisiklet hızına entegre edildi. Katılımcıların egzersiz eğitimi sırasında güvenliği artırmak amacıyla bisikletin gidonunu tutmaları istendi, bireylerin ayakları pedallara sabitlendi ve fizyoterapist sürekli kişinin kontrolünü sağladı (Şekil 3-3.b).

Bireylerin bisiklet pedalını çevirme hızı şu formül kullanılarak hesaplandı; Öncelikle bireylerin adım uzunluğu ölçülerek 10MYT sonuçları ve katılımcıların adım uzunlukları ışığında saniyede attıkları adım sayıları hesaplandı. Saniyede atılan adım uzunluğunun; saniyede çevirilen pedal sayısına uyarlanması sonucu bisiklet ile yapabilecekleri maksimum hız belirlendi. Bireylerin bisiklet eğitimi boyunca; pedal çevirme hızının, maksimum bisiklet hızının %60-80 aralığında olması belirlendi.



Şekil 3-3: Sanal Gerçeklik ile Kombine Bisiklet Uygulaması

Katılımcı daha sonra aşağıda açıklanan hesaplamalara göre hedef kalp atış hızının %60'ına eşdeğer bir kalp hızında bisiklet eğitimine başladı; kalp atış hızı hedef kalp atış hızının %80'ini aşmazsa yürüme hızı her 5 dakikada bir ortalama 0,1 km/saat artırıldı; kalp hızının hedef kalp hızını aşması durumunda egzersiz önceki hıza geri dönülerek gerçekleştirildi. Hedef kalp atım hızı SP'li bireylerde maksimum kalp atım hızını hesaplayan bir çalışmadan yola çıkarak 194 atım/dakika olarak belirlendi [96]. Bireylerin pedal çevirme hızı, sanal gerçeklik gözlüğünün mobil uygulaması vasıtasıyla uygulanan ekran yansıtma özelliği ile eğitim boyunca takip edildi (Şekil 3-3.c). Belirlenen aralığın dışına çıkmaları durumunda sözlü geri bildirim verilip istenilen hız aralığına dönüş yapmaları sağlandı. Eğitimin kesintiye uğraması için aşağıdaki kriterler önceden şu şekilde belirlendi: baş dönmesi, baş ağrısı, mide bulantısı, anormal yorgunluk hissi, alt ekstremitelerde ağrı, karmaşık aritmi, katılımcının belirlenmiş maksimum değerinin üzerinde kalp atış hızı, ciddi nefes darlığı ve oksijen saturasyonunda düşüş. Bu doğrultuda tüm seanslarda; başlamadan önce eğitimi durdurma kriterlerinden birini yaşaması halinde fizyoterapistte bildirmesi söylendi ve katılımcılarda 10 dakika aralıklarla nefes darlığı ve alt ekstremitte ağrısı sorgulandı.

Egzersiz eğitim programlarının prensiplerinin benzer ve farklı yönleri karşılaştırmalı olarak Tablo 3-1'de verildi.

Tablo 3-1: SGKT ve SGKB Tedavi Grubunun Egzersiz Eğitim Prensipleri

Gruplar Özellikler	SGKT Grubu	SGKB Grubu
Hız	10MYT yürüme testi sonuçları	
Hedef Kalp Hızı	194	
Müdahale Kalp Hızı Aralığı	%60–80 aralığında	
Program Süresi	40 dk	
Isınma ve Soğuma Periyotları	5'er dakika olmak üzere toplamda 10 dakika maksimum yürüme hızının %60'ı	
Tedavi	Hedef kalp atış hızının %80'ini aşmazsa yürüme hızı her 5 dakikada bir 0,1 km/saat artırıldı; kalp hızının hedef kalp hızını aşması durumunda egzersiz önceki hıza geri dönülerek gerçekleştirildi.	Bisiklet submaksimal dirence ayarlandı, Hedef kalp atış hızının %80'ini aşmazsa yürüme hızı her 5 dakikada bir 0,1 km/saat artırıldı; kalp hızının hedef kalp hızını aşması durumunda egzersiz önceki hıza geri dönülerek gerçekleştirildi.

10MYT: 10 Metre Yürüme Testi, SGKB: Sanal Gerçeklik ile Kombine Bisiklet, SGKT: Sanal Gerçeklik ile Kombine Tredmil

3.5. İstatistiksel Analiz

Elde edilen verilerin analizinde SPSS (Statistical Package for the Social Sciences 27.0.1 SPSS Inc., Chicago, USA) programından yararlanıldı. Kategorik değişkenler sayı (n) ve yüzde (%) olarak, sürekli değişkenler ise ortalama ve standart sapma, minimum ve maksimum değerleriyle özetlendi. Bulguların istatistiksel analizi öncesinde verilerin gruplar arasında normal dağılımı Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi. Demografik verilerin gruplar arası karşılaştırmasında; kategorik değişkenlerde Ki-kare Testi, sürekli değişkenlerde ise Bağımsız Örneklem t Testi kullanıldı. Grup içi sürekli değişkenlerin karşılaştırması Bağımlı Örneklem t Testi ile yapıldı. Bağımlı Örneklem t Testi'ne yönelik etki büyüklüğünün hesaplanmasında Cohen's d (%95 güven aralığı) değeri kullanıldı ve etki büyüklükleri 0,2-0,5 "küçük", 0,51-0,80 "orta" ve 0,81

ve üzeri “büyük” olarak yorumlandı. Gruplar arası değerlendirme parametrelerinin karşılaştırmasında ana faktörler, müdahale grupları ve zaman (müdahale öncesi ve sonrası değerlendirme) olmak üzere “2x2 Mixed Model Repeated Measures ANCOVA” testi kullanıldı. Bağımlı değişken olarak 6DYT, KMFÖ, PDS, 10MYT, ZKYT, ZİMÇT ile ayrı ANCOVA testleri yapıldı. Katılımcıların KMFSS seviyeleri kontrol değişkeni olarak girildi. Gruplar arasındaki etki büyüklükleri parsiyal eta kare kullanılarak hesaplandı; etki büyüklüğü 0,10 küçük, 0,25 orta ve 0,40 büyük olarak kabul edildi. Etki büyüklüğü ω^2 ile ifade edildi. Tüm analizlerde $p < 0.05$ değeri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.



4. BULGULAR

Çalışmaya olgulardan tedaviye katılım oranı %80'nin altında kalan iki olgu çalışma dışı bırakıldı ve tedavi sonrası değerlendirmeye dahil edilmedi. Tedavi boyunca SGKT grubundaki 1 olgu müdahaleler başladıktan sonra ortopedik cerrahi geçirmesi nedeniyle çalışmadan dışlandı. SGKT grubu 16 olgu ve SGKB grubu 17 olgu olmak üzere toplam 33 olgu ile çalışma tamamlandı ve istatistiksel analizleri yapıldı. Müdahaleler boyunca hiçbir olguda tedaviye bağlı istenmeyen etkiler gözlenmedi.

4.1. Grupların Demografik ve Klinik Özelliklerinin Karşılaştırması

Olgulara ait demografik ve klinik özelliklere ait karşılaştırmalar Tablo 4-1'de sunuldu. Yaptığımız karşılaştırmalarda SGKT ve SGKB grubu arasında cinsiyet, etkilenen taraf, KMFSS seviyesi ve SP tipinde istatistiksel olarak bir anlamlılık saptanmadı ($p>0.05$). Olguların yaş, boy, kilo, vücut kitle indeksi ve katıldıkları seans sayısında gruplar arasında istatistiksel olarak bir anlamlılık bulunmadı ($p>0.05$). SGKT ve SGKB grupları demografik ve klinik özelliklerde homojenlik gösterdi.

4.2. SGKT ve SGKB Gruplarındaki Katılımcıların Grup İçi ve Gruplar Arası Sonuçlarının Karşılaştırması

Olguların tedavi öncesi ve sonrasına ait sonuçlar, SGKT ve SGKB'deki grup içi ve gruplar arası karşılaştırmalar Tablo 4-2'de gösterildi.

SGKT ve SKGB gruplarına ait tedavi öncesi değerlendirme sonuçlarının karşılaştırılmasında 6DYT, KMFÖ, PDS, 10MYT, ZKYT, ZİMÇT sonuç ölçütlerinde istatistiksel açıdan bir anlamlılık saptanmadı. Tedavi öncesi verilerin iki gruba dağılımı homojenlik gösterdi ($p>0,05$). SGKT grubunun tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırmalarının analizinde 6DYT, 10MYT ve ZKYT değişkenlerinde istatistiksel olarak anlamlı fark bulundu ($p<0,001$, $p=0,038$, $p=0.045$). SGKB grubunun tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırılmasında hiçbir parametrede istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$).

SGKT ve SGKB gruplarına ait tedavi sonrası sonuçlar karşılaştırıldığında 6DYT, ZKYT parametrelerinde istatistiksel açıdan SGKT grubu lehine anlamlı bir farklılık saptandı ($p<0,001$, $p=0,022$).

Tablo 4-1:Olgulara Ait Demografik ve Klinik Özelliklerinin Karşılaştırılması

Özellikler	SGKT grubu (n=16) (n, %) (ort±SS)	SGKB grubu (n=17) (n, %) (ort±SS)	p değeri
Cinsiyet (Kadın/Erkek)	6 (37,5)/10 (62,5)	9(52,9)/8(47,1)	0,373*
Yaş	14,75±2,46	14,53±2,32	0,793**
Dominant Taraf (Sağ/Sol)	10 (68,7)/5 (31,3)	9 (52,9)/8 (47,1)	0,353*
SP tipi (Hemiparetik/Diparetik)	8(50,0)/8(50,0)	11(64,7)/6(35,3)	0,393*
FTR (Yıl)	13,06±3,13	13,18±1,87	0,899**
KMFSS seviyesi	1	6 (37,5)	10 (58,8)
	2	7 (43,8)	5 (29,4)
	3	3 (18,8)	2 (11,8)
Ortez Kullanımı(var/yok)	8 (50)/ 8 (50)	8 (47,1)/ 9 (52,9)	0,866*
Boy	162,94±12,40	160,94±8,18	0,587**
Kilo	60,00±11,13	59,00±8,20	0,559**
VKİ kg/m ²	22,42±2,16	22,35±2,47	0,930**

*: Ki-Kare Testi, **: Bağımsız Örneklem t Testi, FTR: Fizyoterapi ve Rehabilitasyon, KMFSS: Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi, SGKB: Sanal Gerçeklik ile Kombine Bisiklet, SGKT: Sanal Gerçeklik ile Kombine Treadmil, VKİ: Vücut Kitle İndeksi,

Grup içi etki büyüklüklerinin karşılaştırılmasında SGKT grubunda 6DYT sonuç ölçütünde yüksek; 10MYT ve ZKYT sonuç ölçütlerinde orta; KMFÖ-D, KMFÖ-E, PDS ve ZİMÇT sonuç ölçütlerinde ise düşük etki büyüklüğüne sahip olduğu saptandı. SGKB grubunda ise tüm değerlendirme parametrelerinde düşük etki büyüklüğüne sahip olduğu saptandı.

Gruplar arası etki büyüklüklerinin karşılaştırılmasında 6DYT ölçütünde yüksek; ZKYT, KMFÖ, PDS, 10MYT ve ZİMÇT sonuç ölçütlerinde düşük etki büyüklüğü saptandı.

Tablo 4-2: Katılımcıların Grup İçi ve Gruplar Arası Sonuçlarının Karşılaştırılması

Ölçümler	SGKT grubu n=16			SGKB grubu n=17			Grup içi etki büyüklüğü		Gruplar arası <i>p</i> değeri		Gruplar arası etki büyüklüğü
	TÖ Ort±SS	TS Ort±SS	<i>p</i>	TÖ Ort±SS	TS Ort±SS	<i>p</i>	SGKT	SGKB	TÖ	TS	ω^2
6DYT (m)	249,95±131,36	331,38±110,56	<0,001	266,25±102,57	259,29±86,74	0,486	2,27	0,17	0,693	<0,001	0,53
KMFÖ-D	29,75±8,04	30,19±7,57	0,130	31,47±5,75	32,00±5,05	0,217	0,40	0,31	0,483	0,072	0,10
KMFÖ-E	51,63±16,74	54,25±16,28	0,111	55,53±14,41	58,47±11,85	0,069	0,42	0,47	0,477	0,386	0,02
10MYT (sn)	17,63±10,26	16,83±9,91	0,038	16,38±7,47	15,52±5,94	0,328	0,56	0,24	0,690	0,321	0,03
PDS	42,38±12,15	44,50±11,29	0,129	46,29±10,12	47,12±10,01	0,069	0,40	0,47	0,321	0,238	0,04
ZKYT (sn)	16,49±11,17	14,41±8,43	0,045	14,27±9,21	12,66±8,92	0,068	0,54	0,47	0,537	0,022	0,16
ZİMÇT	39,80±28,54	37,24±30,45	0,116	31,66±19,29	30,98±18,90	0,058	0,36	0,49	0,342	0,700	0,05

6DYT: 6 Dakika Yürüme Testi, 10MYT: 10 Metre Yürüme Testi, KMFÖ-D: Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü D Bölümü, KMFÖ-E: Kaba Motor Fonksiyon Ölçütü E Bölümü, Ort: Ortalama, PDS: Pediatrik Denge Skalası, SGKB: Sanal Gerçeklik ile Kombine Bisiklet, SGKT: Sanal Gerçeklik ile Kombine Treadmil, SS: Standart Sapma, TÖ: Tedavi Öncesi, TS: Tedavi Sonrası, ZİMÇT: Zamanlı Merdiven İnip Çıkma Testi, ZKYT: Zamanlı Kalk ve Yürü Testi

5. TARTIŞMA

SP'li çocuklarda tam immersiv sanal gerçeklik ile kombine uygulanan iki farklı eğitim yönteminin etkilerini karşılaştıran çalışmamızda; sekiz haftalık tedavi sonrasında treadmill eğitiminin fonksiyonel kapasite ve fonksiyonel mobilite parametrelerini geliştirmede bisiklet eğitiminden daha etkili olduğu gösterilmiştir. Motor fonksiyon, yürüme hızı ve denge parametrelerinde iki grup arasında anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir.

Bu çalışma, literatürde immersiv sanal gerçeklik ile kombine treadmill ve bisiklet uygulamalarının etkinliğini SP'li çocuklarda değerlendiren ilk araştırma olduğundan metodolojinin oluşturulmasında literatürden alabileceğimiz bir örnek ya da sonuçları karşılaştırabileceğimiz bir çalışma bulunmamaktadır. Biz de çalışma yönteminin temelini, var olan teorik çerçevelerden ve benzer çalışmalardan yola çıkarak oluşturduk.

Literatürde SP'li çocuklarda alt ekstremitte kullanımını etkileyen bozuklukların motor fonksiyonda sınırlamalarına sebep olabileceği, çocuğun okula ve topluma katılımını kısıtlayabileceği, sağlıklı akranlarına göre spor veya motor aktivitelere yönelik öz saygılarının daha düşük olduğu gösterilmiştir. Çalışmamızda dış sanal çevreler seçerek yapılandırdığımız egzersiz programının içeriği bireylere katılım hissi verebilmek amacıyla hazırlandı.

Literatürde çocuk ve erişkinlerde yapılan SG çalışmalarında rehabilitasyon süresinin 30-90 dakika aralığında değiştiği görüldü [86, 90]. Seans sayısının ise 2-36 arası değişkenlik gösterdiği görüldü, 36 seanslık çalışma ev temelli rehabilitasyon uygulamalarını içerdiğinden metodoloji belirlenirken dışlanarak hesaplanan ortalama seans sayısı 16 bulundu [87, 89]. Ayrıca bir meta-analiz SP'li çocuklarda sanal gerçeklik uygulamalarının seans başına 20-30 dakikalık, haftada ≤ 4 kez, ≥ 8 hafta boyunca uygulanmasının yürüme parametrelerinin ve fonksiyonunun iyileştirilmesinde en etkili doz-yanıt uygulama biçimi olduğunu bildirmiştir [97]. Bu doğrultuda çalışmamızda bireylere uygulanan sanal gerçeklik rehabilitasyonunun 30 dakika, haftada 2 kez ve 8 hafta boyunca uygulanmasına karar verildi.

Literatürdeki SG tabanlı rehabilitasyonu aerobik egzersiz eğitiminde kullanan çoğu çalışma SG'nin treadmill ile kombine edilmesini içerdiğinden SGKT grubu için yöntemi belirlemek daha kolaydı. Ancak SGKKB grubuna yönelik literatürde sadece iki adet çalışma

bulunmaktaydı [89]. Uygulamalara bakacak olursak çalışmalardan sadece bazıları metodolojilerini maksimum kalp hızlarını belirleyerek oluşturmuş; diğerleri sadece rehabilitasyon süreci belirtmişlerdi. Çalışmamızda motor kapasiteyi de geliştirmeyi amaçlamamızdan ötürü çalışmamızın yöntemini oluştururken maksimum kalp hızını metodolojisine dahil eden çalışmalar referans alınmıştır. Maksimum kalp hızının belirlenmesinde Verschuren ve arkadaşlarının çalışması referans alınarak 194 atım/dakika olarak belirlenmiş [96]; rehabilitasyon sürecinde korunması gereken maksimum kalp hızı aralığı ise yöntemi referans alınan çalışmalar ve Verschuren ve arkadaşlarının derlemesi referans alınarak %60-80 aralığında olması gerektiğine karar verildi [42].

Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar SG ile kombine edilmiş treadmill eğitiminin SG ile kombine edilmiş bisiklet eğitimine kıyasla daha etkili olduğunu gösterse de iki yaklaşımdan hangisinin daha etkili olduğuna dair literatürde yeterli kanıt bulunmamaktadır. Literatür incelendiğinde treadmill ve sabit bisiklet temelli egzersiz eğitimlerinin SP'li çocuklarda motor fonksiyon üzerine etkilerini inceleyen bir çalışma bulundu [98]. Çalışmanın sonucunda hem bisiklet grubunda hem de treadmill grubunda motor KMFÖ – 88 D bölümünde istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler elde edildi. Çalışmada; çalışmamızın sonucuna benzer biçimde KMFÖ – 88 E bölümünde gelişmeler gözlemlendi ancak bu gelişmeler anlamlılık seviyesine ulaşmadı. Schindl ve ark. 12 hafta boyunca 36 treadmill egzersiz eğitimi seansından sonra KMFÖ-88-E skorlarında önemli iyileşmeler bulmuştur [99]. Bu nedenle, yürüme yeteneğinde istatistiksel olarak anlamlı gelişmeler elde etmek için daha uzun süreli aerobik egzersiz eğitiminin gerekli olabileceğini düşünmekteyiz.

Motor öğrenme, sinir sisteminin uyaranlara yanıt olarak yapıyı, işlevi ve bağlantıları yeniden düzenleme yeteneğine dayalı işlevsel ve yapısal değişiklikleri yansıtan kalıcı performans iyileştirmeleri olarak tanımlanmaktadır [100]. Bu nedenle optimal rehabilitasyon, aktif katılımı vurgulayan yüksek yoğunluklu, uzun süreli eğitimi içermelidir. Eğitim zorlayıcı ve progresif olmalı ve birey için motivasyon ve ödül sağlamalıdır. Eş zamanlı olarak, eğitimin organizasyonu ve diğer faaliyetlerle bağlantılı olarak konsolidasyon da dikkate alınmalıdır. Motor öğrenme yeteneğinin yaşla birlikte nasıl geliştiğini belirlemeye odaklanan bir çalışma motor öğrenmenin iki tepe noktasından birinin 6-18 yaş arasında daha belirgin hale geldiğini bildirmiştir [101]. Buna ek olarak, sanal çevreye optimum uyum sağlanması, rehabilitasyon sürecinin koordine yönetilebilmesi ve sanal ortamın kişinin ihtiyaçlarına yönelik modifiye

edilebilmesi için kullanıcıların minimum 12 yaşında olmasını tavsiye edilmiştir [102]. Bizim örneklem grubumuz da bu doğrultuda 12-18 yaş aralığını kapsıyordu.

Çocukların müdahale programına motivasyonu ve aktif katılımı, motor öğrenme sürecinde temel bir rol oynamaktadır ve bu bileşenler başarılı tedavi sonuçlarının temel faktörlerindedir. Sanal ortam, hastanın motivasyonunu artırarak daha ilgi çekici ve rekabetçi koşullar sağlayabilir. Bu sayede aktif katılımın sağlanması, böylece motor becerilerin yeniden kazanılması için daha az zaman kullanılması sağlanabilir [103]. Çalışmamızın tedavi sürecinde de sanal gerçeklik uygulamalarının katılımcıların motivasyon ve tedaviye katılımını artırdığına birinci gözden tanık olduk. Birçok ebeveyn ve bakım veren, çocukların çalışmaya dahil olduktan sonra rehabilitasyon seansına gelmek için sabırsızlandıklarını; evde oldukları süreçte sık sık ne zaman bir sonraki seansa gideceklerini sorduklarını belirtti. Bizler de çocuklardan tedavi bittikten sonra birçok kez uygulama süresinin biraz daha uzatılması talebi aldık. Benzer biçimde Miller ve Rei yaptıkları çalışmada sanal gerçeklik tabanlı rehabilitasyonun çocukların ilgisini çektiğini; motivasyonlarının arttığını ve katılımlarının yükseldiğini bildirmiştir [104]. Yüksek düzeyde motivasyon, katılım ve kooperasyon bir sanal gerçeklik sisteminin temel bileşenleridir. Eğitimin bu özellikleri davranış değişikliklerini ve nöral plastisiteyi desteklemektedir [105]. Bu bağlamda sanal gerçeklik tabanlı rehabilitasyonun bireylerde katılımı ve rehabilitasyona olan motivasyona olumlu etkilerinin olabileceğini düşünüyoruz.

Sanal gerçeklik tabanlı rehabilitasyon motivasyonu ve rehabilitasyona aktif katılımı destekleyen bir rehabilitasyon biçimi olsa da, terapistler, SG'nin rehabilitasyona dahil edilmesi sürecinde çeşitli zorluklarla karşılaşabilmektedir. Bu zorluklardan biri hastaların sanal gerçeklik tabanlı rehabilitasyona uyum sağlayabilme yeteneğidir. Sanal gerçeklik terapisinin optimum etkisi için hastaya SG'ye alışması için zaman tanınması ve hastanın bunu kabul etmesine ve içinde rahat hissetmesine olanak sağlamak için yavaş yavaş bu ortama dahil edilmesi gerekmektedir [106]. Bu doğrultuda çalışmamızın dizaynında SGKT grubuna sanal gerçeklik uygularken bireyin kontrolü elinde hissedebilmesi adına katılımcının kalça seviyesinden aşağı bölümünde sanal çevre devre dışı bırakıldı. Bu sayede çalışmalardaki bireyler sanal çevre ile gerçek çevre arasında bir geçiş imkanı sağlandı. SGKB grubunda ise bireyler sabit bisiklette oturur pozisyonda egzersiz eğitimini sürdürdüklerinden; tedaviye uyumları ve sanal çevreye olan güven hislerinin artması SGKT grubuna kıyasla daha hızlı oldu.

Rehabilitasyon süreci boyunca motivasyonu korumak, SG destekli rehabilitasyon çözümlerini kullanmanın avantajlarından biri gibi görünse de, uygulanan sanal gerçeklik tabanlı

egzersizlerin bireye özgü ayarlanması terapistin seansa aktif katılımına bağlıdır. Sanal ortamın kendisi, ortamda bulunan çok karmaşık veya gerçekçi unsurlar bir katılımcının ilgisini çekebilirken, bir diğer katılımcıyı irrite edebilmektedir [107]. Tedavi süreci ilerledikçe hem SGKT hem de SGKB grubundaki bireyler egzersiz eğitimi boyunca bazı sanal ortamlar daha çok tercih ettikleri gözlemlendi. Kendilerine tercihlerinin sebebi sorulduğu zaman; diğer sanal ortamların sıkıcı olduğu, diğer sanal ortamların fazla uyaran içerdiği, diğer sanal ortamdaki bir unsurun katılımcıyı irrite ettiğine yönelik farklı bireylerden farklı cevaplar aldık. Bu doğrultuda sanal gerçeklik rehabilitasyonunda; hastanın sanal çevreyle olan etkileşiminin önemi kadar, terapistin de hasta ile sanal çevre arasındaki uyumu sorgulamasının ve aldığı cevaba göre stratejiler uygulamasının da önemli olduğunu düşünmekteyiz.

Literatürdeki 6DYT'yi sonuç ölçeği olarak kullanan sanal gerçeklik temelli çalışmalar incelendiğinde, SP'li çocuklarla yapılan sanal gerçekliğin treadmill ile kombine edildiği çalışmanın sonuçları bizim sonuçlarımızla benzerlik göstermiş ve 18 seanslık SG uygulamasının, kontrol grubuna kıyasla 6DYT'de anlamlı fark sağladığı bulunmuştur [108]. Benzer biçimde; SP rehabilitasyonunda sanal gerçeklik uygulamalarının treadmillle kombine edildiği bir başka çalışmada; SG uygulaması ile 6DYT sonuçlarında SG lehine anlamlı bir fark elde edildiği bildirilmiştir [90]. SGKT grubu 6DYT'de istatistiksel olarak anlamlı bir gelişme kaydederken SGKB grubunun anlamlı bir değişim göstermemesinin; eğitim metodunun ve bu eğitim metodunu değerlendirme yönteminin iki grup adına aynı benzerlik seviyesini göstermiyor olmasından kaynaklanmış olabileceğini düşünüyoruz. SGKT grubunda bireylerin yürüme eğitimi alıyor olması ve bu eğitimin 6DYT'nin değerlendirme yönteminin yürüme kapasitesi olması nedeniyle, eğitimin içeriğinin testin içeriğiyle uyuşması ve bu nedenle bu parametrelerdeki gelişimi gösterme becerisinin daha fazla olması sonuçları etkilemiş olabilir.

Çalışmamıza dahil ettiğimiz tüm olgularımızın mobil bireyler olmasını dahil etme kriteri olarak belirlediğimiz için motor fonksiyonlarını değerlendirme sonuç ölçütü olarak KMFÖ-88 ölçeğinin ayakta durma ve yürüme bölümleri olan D ve E bölümlerini çalışmamıza dahil ettik. SG'nin bisiklet ile kombine edildiği çalışmalar incelendiğinde kaba motor fonksiyonu değerlendiren bir çalışma bulundu ve çalışmamızdaki sonuçlara benzer biçimde SG ile kombine bisiklet eğitiminin kaba motor fonksiyon becerilerinde anlamlı bir farklılık bildirilmemiştir [87]. Ancak literatürdeki çalışmalar incelendiğinde SG'nin treadmill ile kombine edildiği çalışmalarda kaba motor fonksiyonda anlamlı gelişmeler elde edildiği görülmektedir. Bu çalışmaların kaba motor fonksiyon seviyelerinde etkili olmasının; tedavide

seans sayısının daha fazla olması [86] veya seans sıklığının fazla olması sonucu akut bir doz-yanıt etkisi görülmüş olması [108] sebebiyle kaynaklandığını düşünmekteyiz. Bu ölçeğin sonuçlarının her iki grup için de anlamlı bir fark göstermemesinin sebebi KMFÖ-D ve KMFÖ-E bölümlerinin test içeriğinin birbirinden farklı fonksiyonel becerileri farklı seviyelerde değerlendirmekte olması olabilir. Tedavi programının ölçek kriterlerine kıyasla sadece yürüyüş ve bisiklet becerileri üzerinde duruyor olması bu ölçek bazında anlamlı bir farklılığa ulaşılmamış olmasının sebebi olduğunu düşünüyoruz.

Bireylerin yürüme hızlarını değerlendirmek adına kullandığımız 10MYT sonuç ölçeğinde sadece SGKT grubu grup içi anlamlı bir farklılığa ulaşmışken; gruplar arası değerlendirmede iki grup arasında anlamlı bir fark elde edilmedi. Bu durumun sebebi SGK grubunun anlamlı bir farklılık seviyesine ulaşmasa da tedaviden olumlu etki almış olması olabilir. Cho ve ark. çalışması incelendiğinde; çalışmamızdaki sonuçlara benzer biçimde sanal gerçeklik ile kombine treadmill eğitiminin 10MYT sonuçların anlamlı bir etki ortaya koyduğu görülmüştür [86]. 2022 yılında yayınlanan bir meta-analiz sanal gerçeklik ile kombine treadmill eğitiminin yürüme hızında anlamlı bir iyileşme sağladığını bildirmiştir [109]. Literatürdeki diğer çalışmalar incelendiğinde; bir çalışmada sanal gerçeklik ile kombine bisiklet eğitiminin SP'li bireylerde yürüme hızını anlamlı biçimde artırdığı bildirilmiştir [73]. Çalışmada uygulanan seans sıklığı ve tedavi süresi çalışmamızdan yüksek olması sebebiyle bu etki tedavi süresinin uzunluğu ve yoğunluğundan kaynaklanabileceğini düşünüyoruz.

Çalışmamızda her iki grup da PDS'te anlamlı bir farklılık seviyesine ulaşmamasının nedeninin; olguların çoğunluğunun başlangıç değerlendirmelerinde PDS adına yüksek skorlar elde etmesinden kaynaklandığını düşünmekteyiz. Olguların çoğunluğunun yüksek skor alması tavan etkisi yaratmış olabilir ve elde edilen gelişmeler bu neden istatistiksel anlamlılığa ulaşmamış olabilir. Ek olarak; PDS'nin minimal klinik anlamlılık değeri 3,66-5,83 aralığında bildirilmiştir ve çalışmamızın sonuçları incelendiğinde her iki gruptaki katılımcılar bu fark değerini elde etmemiştir [110]. Literatürdeki diğer çalışmalar incelendiğinde benzer metodolojiye sahip olan ve PDS'yi sonuç ölçütlerine dahil eden bir çalışmaya rastlandı [86]. Çalışmada sanal gerçeklik ile kombine treadmill eğitiminin etkileri incelenmiş ve PDS ölçütünde sanal gerçeklik lehine anlamlı sonuçlar bildirilmiştir. Çalışmamızda bireylerin PDS skorlarının, literatürdeki diğer çalışmadaki katılımcılara kıyasla daha yüksek olduğu görüldü. Tedavi öncesi ve sonrası ortalama farklar incelendiğinde test skorlarında iki çalışmada benzer ilerlemeler kaydedilmişken literatürdeki diğer çalışmadaki olguların daha düşük denge

seviyelerinden ilerleme kaydetmiş olmasının istatistiksel bir anlamlılık ortaya çıkarmış olabileceğini düşünüyoruz.

Literatürde benzer metodolojiye sahip olan ve ZKYT testini sonuç ölçütlerine dahil eden başka bir çalışma bulunmamaktadır. Serebral Palsi tanılı çocuklarda ZKYT testinin duyarlılığını inceleyen bir çalışma; çocuklarda klinik olarak anlamlı değişim miktarının 0.22 ile 5.31 saniye arasında değiştiğini bildirmiştir [111]. Çalışmamızda SGKT grubu ortalama $2,08 \pm 2.74$; SGKB grubu ise ortalama $1,61 \pm 0,29$ değişim göstermiştir. Her iki grupta klinik olarak anlamlı değişim miktarı aralığında olsa da ortalama farkların incelenmesi sonucu SGKT grubunun daha fazla gelişim gösterdiği istatistiksel olarak anlamlı farka ulaşmış olmasından da anlaşılmaktadır. Testteki anlamlı iyileşme ile yürüme hızındaki anlamlı iyileşme arasında ilişki olduğunu düşünmekte, testlerdeki daha iyi hale gelmiş olan skorların bireylerin oturma kalkma fonksiyonunda gelişen bir iyileşmeden daha çok bu nedenle ortaya çıktığı düşünülmektedir.

Çalışmamızda uygulanan tedavi yöntemi; merdiven inme ve çıkma fonksiyonlarının iyileşmesi için başlıca gereken kalça diz fleksiyonu artışı, kalça ve diz ekstansiyonu kas kuvveti artışı gibi parametrelere anlamlı derecede etki etmemiş olabilir. Bu nedenle ZMİÇT testinde her iki grubun da anlamlı farklılığa ulaşmamış olabileceğini düşünmekteyiz. ZMİÇT'nin SP'li çocuklar için ortalama tamamlama süresi 40.17 saniye olarak bildirilmiştir [112]. Çalışmamızdaki iki gruptaki olgular ortalama olarak bu ortalama süreden daha iyi performans göstermişlerdir. Bu durum çalışmamızdaki olguların KMFSS seviyeleri her iki grupta da normal dağılım göstermesine rağmen KMFSS I ve II seviyesindeki olguların çoğunluğu oluşturmasından kaynaklanıyor olabilir. KFMSS'ye mobilite düzeyi yüksek çocukları çalışmaya dahil etmemiz test adına tavan etkisi yaratmış ve var olan gelişmelerin istatistiksel anlamlılığa ulaşmamasına neden olmuş olabilir.

Serebral Palsi'li çocukların yürüyüş paternindeki bozulmalar, anormal kas tonusuna bağlı olarak proksimal ve distal kasların kokontraksiyonu nedeniyle verimsiz bir kinetik mekanizmanın kullanılmasıyla ilişkilidir [113]. Bununla birlikte, tredmil kullanılarak yapılan tekrarlı yürüyüş eğitimleri, omuriliğin santral patern jeneratörlerini aktive ederek serebral palsili çocuklarda otomatik ve ritmik yürüyüşü teşvik etmekte ve alt ekstremitelerdeki agonist-antagonist kasların koordinasyonunu geliştirmektedir [114]. Ayrıca tredmil egzersiz eğitimleri bireyin vücut ağırlığını taşıması ile bacak kaslarının güçlendirilmesinde olumlu etki etmekte ve serebral palsili çocuklarda kas sinerjisini teşvik ederek etkili hareket paternlerinin gelişmesine

katkıda bulunmaktadır [115]. Çalışmamızda tredmil eğitiminin bisiklet eğitimine kıyasla daha olumlu sonuçlar vermesinin, bahsedilen mekanizmalar ile ilişkili olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızda SG'nin SP'li çocuklarda motor fonksiyon üzerindeki etki büyüklüğü güncel literatürle uyum sağlamaktadır. 2024 yılında yayınlanan bir meta-analiz SG'nin SP'li çocuklar motor fonksiyonları üzerinde düşük etki büyüklüğüne sahip olduğunu bildirmiş; çalışmamızda da 6DYT hariç diğer sonuç ölçütlerinde SG'nin düşük etki büyüklüğüne sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır [116]. Çalışmamızda 6DYT yürüme testinde büyük etki büyüklüğüne ulaşılmasının sebebi bireylerin test ölçeğinde yüksek ölçüde ilerleme kaydetmiş olmasıdır. Bu ilerlemenin sebebinin, daha önce belirtildiği üzere, çalışmamızda uygulanan müdahale programının çocuklarda özellikle yürüme fonksiyonunu geliştirmeye odaklanması ve müdahalenin çalışmamızdaki yürüme fonksiyonu ve kapasitesine yönelik başlıca test olan 6DYT'nin sonuçlarına doğrudan yansması olduğunu düşünmekteyiz.

Çalışmamızın bazı limitasyonları ise objektif değerlendirme yöntemlerinin kullanılamaması, katılımcıların etkilenim topografyasının standardize edilememesi olarak sıralanabilir. Ek olarak, çalışmamızda bireylerin EHA'ları ölçülmemiş; dolayısıyla bireylerde var olan eklem kontraktürü gibi çalışma sonucunu etkileyebilecek faktörler gruplar arası eşit dağıtılmamış veya dışarıda bırakılamamıştır. Farklı KMFSS seviyesindeki çocuklar çalışmaya dahil edilmesine rağmen kovaryans analizi sayesinde bu heterojenite istatistiksel olarak ortadan kaldırılmıştır.

Çalışmamızın güçlü yönü, SP'li çocuklarda immersiv sanal gerçeklik ile kombine tredmil ve bisiklet egzersiz eğitiminin etkinliğini inceleyen ilk çalışma olmasıdır. Çalışmamız ayrıca farklı aerobik egzersiz eğitim müdahalelerini kıyaslayan birkaç çalışmadan biri olması nedeniyle literatüre katkı sağlamaktadır.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmamızdan elde edilen sonuçlar; SGKT'nin fonksiyonel kapasite ve fonksiyonel mobilite parametrelerini geliştirmede SGKB grubuna kıyasla daha etkili olduğunu; ancak SGKB'ye kıyasla yürüme hızında ek bir etkinliğinin olmadığını gösterdi.

Yaptığımız çalışma sonrası elde ettiğimiz sonuçlar şunlardır:

- SGKT eğitimi; fonksiyonel kapasite, yürüme hızı ve fonksiyonel mobilite parametrelerini geliştirme konusunda etkilidir.
- SGKT eğitimi; kaba motor fonksiyonlarda ve denge parametrelerini geliştirme konusunda etkili değildir.
- SGKB eğitimi; kaba motor fonksiyon, yürüme parametreleri ve denge üzerinde etkili değildir.

Bu çalışmanın planlanmasından, yöntemin belirlenmesine kadar yapılan literatür araştırmaları ve elde ettiğimiz sonuçlar sonrası verdiğimiz öneriler şunlardır:

- Sanal gerçeklik tabanlı rehabilitasyon programlarının treadmill ile kombine edildiği uygulamalar adına tedavi süresi, sıklığı ve protokollerin standartlaştırılması için ve sanal gerçeklik ile kombine treadmill eğitiminin etkinliğinin belirlenmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.
- Sanal gerçeklik tabanlı rehabilitasyon programlarının bisiklet ile kombine edildiği uygulamalar adına tedavi süresi, sıklığı ve protokollerin standartlaştırılması için ve sanal gerçeklik ile kombine bisiklet eğitiminin etkinliğinin belirlenmesi için daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.
- Sanal gerçeklik uygulamalarının immersiyon seviyelerinin karşılaştırılması literatür için faydalı olabilir. Treadmil veya bisiklet eğitiminin farklı immersiyon seviyelerinin tedavi sürecine olan etkisini incelemek sanal gerçeklik uygulamalarını standardize etmemize ve optimum uygulama türünü sağlamamıza yardımcı olabilir.
- Farklı KMFSS seviyesindeki bireylerin tedaviye olan yanıt seviyelerini anlamak için seviyeleri farklı olan SP'li çocuklarda sanal gerçeklik tabanlı rehabilitasyonun etkinliğini karşılaştırmalı olarak değerlendirecek çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Koman, L.A., B.P. Smith, and J.S. Shilt, *Cerebral palsy*. Lancet, 2004. **363**(9421): p. 1619-31.
2. Graham, H.K., et al., *Cerebral palsy*. Nat Rev Dis Primers, 2016. **2**: p. 15082.
3. Oskoui, M., et al., *An update on the prevalence of cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis*. Dev Med Child Neurol, 2013. **55**(6): p. 509-19.
4. Keawutan, P., et al., *Systematic review of the relationship between habitual physical activity and motor capacity in children with cerebral palsy*. Res Dev Disabil, 2014. **35**(6): p. 1301-9.
5. Carlon, S.L., et al., *Differences in habitual physical activity levels of young people with cerebral palsy and their typically developing peers: a systematic review*. Disabil Rehabil, 2013. **35**(8): p. 647-55.
6. Maltais, D.B., et al., *Health-related physical fitness for children with cerebral palsy*. J Child Neurol, 2014. **29**(8): p. 1091-100.
7. Das, S.P. and G.S. Ganesh, *Evidence-based Approach to Physical Therapy in Cerebral Palsy*. Indian J Orthop, 2019. **53**(1): p. 20-34.
8. Das, S.P. and G.S.J.I.j.o.o. Ganesh, *Evidence-based approach to physical therapy in cerebral palsy*. 2019. **53**: p. 20-34.
9. Machado, F.R.C., et al., *Virtual reality technology for rehabilitation of cerebral palsy: a literature review*. 2014. **22**(3): p. 565-577.
10. Weiss, P.L., E. Tirosh, and D.J.J.o.c.n. Fehlings, *Role of virtual reality for cerebral palsy management*. 2014. **29**(8): p. 1119-1124.
11. Massetti, T., et al., *Motor learning through virtual reality in cerebral palsy—a literature review*. 2014. **1**: p. 302-306.
12. Fandim, J.V., et al., *Effectiveness of virtual reality in children and young adults with cerebral palsy: a systematic review of randomized controlled trial*. 2021. **25**(4): p. 369-386.
13. Liu, C., et al., *The effects of virtual reality training on balance, gross motor function, and daily living ability in children with cerebral palsy: systematic review and meta-analysis*. 2022. **10**(4): p. e38972.
14. Raasch, C.C. and F.E.J.J.o.n. Zajac, *Locomotor strategy for pedaling: muscle groups and biomechanical functions*. 1999. **82**(2): p. 515-525.
15. Pickering, D.M., et al., *Adapted bikes—what children and young people with cerebral palsy told us about their participation in adapted dynamic cycling*. 2013. **8**(1): p. 30-37.
16. Organization, W.H., *International Classification of Functioning, Disability, and Health: Children & Youth Version: ICF-CY*. 2007: World Health Organization.
17. Panteliadis, C.P., *Cerebral palsy: a multidisciplinary approach*. 2018: Springer.
18. Nelson, K.B.J.C.o. and gynecology, *Causative factors in cerebral palsy*. 2008. **51**(4): p. 749-762.
19. Gowda, V.K.J.K.P.J., *Recent advances in cerebral palsy*. 2020. **35**(1): p. 4-18.

20. Goldsmith, S., et al., *An international survey of cerebral palsy registers and surveillance systems*. Dev Med Child Neurol, 2016. **58 Suppl 2**(Suppl 2): p. 11-7.
21. Serdaroglu, A., et al., *Prevalence of cerebral palsy in Turkish children between the ages of 2 and 16 years*. Dev Med Child Neurol, 2006. **48**(6): p. 413-6.
22. Bax, M., et al., *Proposed definition and classification of cerebral palsy, April 2005*. 2005. **47**(8): p. 571-576.
23. Sadowska, M., B. Sarecka-Hujar, and I. Kopyta, *Cerebral Palsy: Current Opinions on Definition, Epidemiology, Risk Factors, Classification and Treatment Options*. Neuropsychiatric Disease and Treatment, 2020. **16**(null): p. 1505-1518.
24. Shapiro, B.K.J.T.J.o.p., *Cerebral palsy: a reconceptualization of the spectrum*. 2004. **145**(2): p. S3-S7.
25. Pakula, A.T., et al., *Cerebral palsy: classification and epidemiology*. 2009. **20**(3): p. 425-452.
26. Agarwal, A. and I. Verma, *Cerebral palsy in children: An overview*. J Clin Orthop Trauma, 2012. **3**(2): p. 77-81.
27. Ogoke, C.C.J.C.P.-C. and T. Aspects, *Clinical classification of cerebral palsy*. 2018.
28. Rosenbaum, P.J.B., *Cerebral palsy: what parents and doctors want to know*. 2003. **326**(7396): p. 970-974.
29. Morris, C., D.J.D.m. Bartlett, and c. neurology, *Gross motor function classification system: impact and utility*. 2004. **46**(1): p. 60-65.
30. Schiariti, V., et al., *Comparing contents of outcome measures in cerebral palsy using the International Classification of Functioning (ICF-CY): a systematic review*. 2014. **18**(1): p. 1-12.
31. Novak, I., et al., *A systematic review of interventions for children with cerebral palsy: state of the evidence*. 2013. **55**(10): p. 885-910.
32. Beckung, E., et al., *The natural history of gross motor development in children with cerebral palsy aged 1 to 15 years*. 2007. **49**(10): p. 751-756.
33. Rosenbaum, P.L., et al., *Prognosis for gross motor function in cerebral palsy: Creation of motor development curves*. 2003. **58**(3): p. 166-168.
34. Schmidt, R.A. and C.A. Wrisberg, *Motor learning and performance: A situation-based learning approach*. 2008: Human kinetics.
35. Harvey, A., et al., *A systematic review of measures of activity limitation for children with cerebral palsy*. 2008. **50**(3): p. 190-198.
36. O'Neil, M.E., et al., *Reliability and validity of objective measures of physical activity in youth with cerebral palsy who are ambulatory*. 2016. **96**(1): p. 37-45.
37. Schenker, R., W. Coster, and S. Parush, *Participation and activity performance of students with cerebral palsy within the school environment*. Disability and Rehabilitation, 2005. **27**(10): p. 539-552.
38. Imms, C., et al., *Diversity of participation in children with cerebral palsy*. 2008. **50**(5): p. 363-369.
39. Beckung, E., G.J.D.m. Hagberg, and c. neurology, *Neuroimpairments, activity limitations, and participation restrictions in children with cerebral palsy*. 2002. **44**(5): p. 309-316.
40. Voorman, J.M., et al., *Activities and participation of 9- to 13-year-old children with cerebral palsy*. 2006. **20**(11): p. 937-948.
41. Santos, K.P., et al., *Physical condition in children and adolescents with cerebral palsy: Systematic review and meta-analysis*. Journal of Bodywork and Movement Therapies, 2023. **35**: p. 158-163.

42. Verschuren, O., et al., *Exercise and physical activity recommendations for people with cerebral palsy*. Dev Med Child Neurol, 2016. **58**(8): p. 798-808.
43. Verschuren, O. and T. Takken, *Aerobic capacity in children and adolescents with cerebral palsy*. Res Dev Disabil, 2010. **31**(6): p. 1352-7.
44. Soares, E.G., C.H.V. Gusmão, and D.O. Souto, *Efficacy of aerobic exercise on the functioning and quality of life of children and adolescents with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis*. Dev Med Child Neurol, 2023. **65**(10): p. 1292-1307.
45. Saether, R., et al., *Clinical tools to assess balance in children and adults with cerebral palsy: a systematic review*. 2013. **55**(11): p. 988-999.
46. Liao, H.-F., A.-W.J.P. Hwang, and m. skills, *Relations of balance function and gross motor ability for children with cerebral palsy*. 2003. **96**(3_suppl): p. 1173-1184.
47. Dewar, R., et al., *Exercise interventions improve postural control in children with cerebral palsy: a systematic review*. 2015. **57**(6): p. 504-520.
48. Morgan, P. and J.L. McGinley, *Cerebral palsy*. Handb Clin Neurol, 2018. **159**: p. 323-336.
49. Günel, M.K., et al., *Physical management of children with cerebral palsy*. 2014. **19**: p. 29.
50. Patel, D.R.J.T.I.J.o.P., *Therapeutic interventions in cerebral palsy*. 2005. **72**: p. 979-983.
51. Martin, L., et al., *A systematic review of common physiotherapy interventions in school-aged children with cerebral palsy*. 2010. **30**(4): p. 294-312.
52. Anttila, H., et al., *Effectiveness of physical therapy interventions for children with cerebral palsy: a systematic review*. 2008. **8**: p. 1-10.
53. Wiart, L., J. Darrah, and G.J.P.p.t. Kembhavi, *Stretching with children with cerebral palsy: what do we know and where are we going?* 2008. **20**(2): p. 173-178.
54. Pin, T., P. Dyke, and M. Chan, *The effectiveness of passive stretching in children with cerebral palsy*. Developmental Medicine & Child Neurology, 2006. **48**(10): p. 855-862.
55. Dodd, K.J., N.F. Taylor, and D.L. Damiano, *A systematic review of the effectiveness of strength-training programs for people with cerebral palsy*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2002. **83**(8): p. 1157-1164.
56. Ross, S.M., M. MacDonald, and J.P. Bigouette, *Effects of strength training on mobility in adults with cerebral palsy: A systematic review*. Disability and Health Journal, 2016. **9**(3): p. 375-384.
57. Graham, J.V., et al., *The Bobath concept in contemporary clinical practice*. 2009. **16**(1): p. 57-68.
58. Raine, S., L. Meadows, and M. Lynch-Ellerington, *Bobath concept: theory and clinical practice in neurological rehabilitation*. 2013: John Wiley & Sons.
59. Zanon, M.A., et al., *Neurodevelopmental treatment (Bobath) for children with cerebral palsy: a systematic review*. 2019. **34**(11): p. 679-686.
60. Wright, P.A., et al., *Neuromuscular electrical stimulation for children with cerebral palsy: a review*. 2012. **97**(4): p. 364-371.
61. Salazar, A.P., et al., *Neuromuscular electrical stimulation to improve gross motor function in children with cerebral palsy: a meta-analysis*. Brazilian Journal of Physical Therapy, 2019. **23**(5): p. 378-386.
62. Rogers, A., et al., *A systematic review of the effectiveness of aerobic exercise interventions for children with cerebral palsy: an AACPD evidence report*. 2008. **50**(11): p. 808-814.

63. Soares, E.G., et al., *Efficacy of aerobic exercise on the functioning and quality of life of children and adolescents with cerebral palsy: A systematic review and meta-analysis*. 2023. **65**(10): p. 1292-1307.
64. Reyes, F., C. Niedzwecki, and D. Gaebler-Spira, *Technological Advancements in Cerebral Palsy Rehabilitation*. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 2020. **31**(1): p. 117-129.
65. Kleim, J.A. and T.A. Jones, *Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage*. 2008.
66. Anderson, K. and S. Olson, *Roundtable on the promotion of health equity and the elimination of health disparities board on population health and public health practice*. 2012, National Academies Press.
67. Perez-Marcos, D.J.J.o.n. and rehabilitation, *Virtual reality experiences, embodiment, videogames and their dimensions in neurorehabilitation*. 2018. **15**: p. 1-8.
68. Adamovich, S.V., et al., *Sensorimotor training in virtual reality: a review*. 2009. **25**(1): p. 29-44.
69. Galvin, J. and D.J.D.n. Levac, *Facilitating clinical decision-making about the use of virtual reality within paediatric motor rehabilitation: describing and classifying virtual reality systems*. 2011. **14**(2): p. 112-122.
70. Proffitt, R. and B.J.P.t. Lange, *Considerations in the efficacy and effectiveness of virtual reality interventions for stroke rehabilitation: moving the field forward*. 2015. **95**(3): p. 441-448.
71. Gunel, M.K., et al., *Virtual reality in rehabilitation of children with cerebral palsy*. 2014. **273**: p. 301.
72. Weech, S., S. Kenny, and M.J.F.i.p. Barnett-Cowan, *Presence and cybersickness in virtual reality are negatively related: a review*. 2019. **10**: p. 415654.
73. Chen, Y., H.D. Fanchiang, and A.J.P.t. Howard, *Effectiveness of virtual reality in children with cerebral palsy: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials*. 2018. **98**(1): p. 63-77.
74. Booth, A.T., et al., *Immediate effects of immersive biofeedback on gait in children with cerebral palsy*. 2019. **100**(4): p. 598-605.
75. Mousavi, M., Y.H. Jen, and S.N.B. Musa. *A review on cybersickness and usability in virtual environments*. in *Advanced engineering forum*. 2013. Trans Tech Publ.
76. Holden, M.K. and T.J.J.o.N.P.T. Dyar, *Virtual environment training: a new tool for neurorehabilitation*. 2002. **26**(2): p. 62-71.
77. Dascal, J., et al., *Virtual reality and medical inpatients: a systematic review of randomized, controlled trials*. 2017. **14**(1-2): p. 14.
78. Novak, I., et al., *State of the evidence traffic lights 2019: systematic review of interventions for preventing and treating children with cerebral palsy*. 2020. **20**: p. 1-21.
79. Schmidt, R.A., et al., *Motor control and learning: A behavioral emphasis*. 2018: Human kinetics.
80. Krakauer, J.W.J.O.t.o.n., *The applicability of motor learning to neurorehabilitation*. 2015. **1**: p. 55-64.
81. Robert, M.T., et al., *Extrinsic feedback and upper limb motor skill learning in typically-developing children and children with cerebral palsy*. 2017. **35**(2): p. 171-184.
82. Leal, A.F., et al., *The use of a task through virtual reality in cerebral palsy using two different interaction devices (concrete and abstract)—a cross-sectional randomized study*. 2020. **17**: p. 1-10.

83. Ökmen, B.M., et al., *Effect of virtual reality therapy on functional development in children with cerebral palsy: A single-blind, prospective, randomized-controlled study*. 2019. **65**(4): p. 371.
84. Snider, L., A. Majnemer, and V.J.D.n. Darsaklis, *Virtual reality as a therapeutic modality for children with cerebral palsy*. 2010. **13**(2): p. 120-128.
85. Levac, D.E. and H. Sveistrup, *Motor learning and virtual reality*, in *Virtual reality for physical and motor rehabilitation*. 2014, Springer. p. 25-46.
86. Cho, C., et al., *Treadmill training with virtual reality improves gait, balance, and muscle strength in children with cerebral palsy*. 2016. **238**(3): p. 213-218.
87. Chen, C.-L., et al., *Muscle strength enhancement following home-based virtual cycling training in ambulatory children with cerebral palsy*. 2012. **33**(4): p. 1087-1094.
88. Gagliardi, C., et al., *Immersive virtual reality to improve walking abilities in cerebral palsy: a pilot study*. 2018. **46**: p. 1376-1384.
89. Soudani, M., et al., *Acute effects of virtual reality exercise bike games on psychophysiological outcomes in college North-African adolescents with cerebral palsy: A randomized clinical trial*. 2023. **12**: p. 1597.
90. Biffi, E., et al., *An immersive virtual reality platform to enhance walking ability of children with acquired brain injuries*. 2017. **56**(02): p. 119-126.
91. Ko, J.J.P. and m. skills, *Sensitivity to functional improvements of GMFM-88, GMFM-66, and PEDI mobility scores in young children with cerebral palsy*. 2014. **119**(1): p. 305-319.
92. Maher, C.A., M.T. Williams, and T.S.J.I.J.o.R.R. Olds, *The six-minute walk test for children with cerebral palsy*. 2008. **31**(2): p. 185-188.
93. Yi, S.-H., et al., *Validity of pediatric balance scales in children with spastic cerebral palsy*. 2012: p. 307-313.
94. Chrysagis, N., et al., *Validity and clinical utility of functional assessments in children with cerebral palsy*. 2014. **95**(2): p. 369-374.
95. Zaino, C.A., V.G. Marchese, and S.L.J.P.P.T. Westcott, *Timed up and down stairs test: preliminary reliability and validity of a new measure of functional mobility*. 2004. **16**(2): p. 90-98.
96. Verschuren, O., D.B. Maltais, and T. Takken, *The 220-age equation does not predict maximum heart rate in children and adolescents*. *Dev Med Child Neurol*, 2011. **53**(9): p. 861-864.
97. Ghai, S. and I.J.F.i.n. Ghai, *Virtual reality enhances gait in cerebral palsy: a training dose-response meta-analysis*. 2019. **10**: p. 421514.
98. Bryant, E., et al., *Can a six-week exercise intervention improve gross motor function for children with cerebral palsy? A randomized controlled trial*. 2013. **27**(2): p. 150-159.
99. Schindl, M.R., et al., *Treadmill training with partial body weight support in nonambulatory patients with cerebral palsy*. 2000. **81**(3): p. 301-306.
100. Dayan, E. and L.G.J.N. Cohen, *Neuroplasticity subserving motor skill learning*. 2011. **72**(3): p. 443-454.
101. Dennis, M., et al., *Age, plasticity, and homeostasis in childhood brain disorders*. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 2013. **37**(10, Part 2): p. 2760-2773.
102. Glegg, S.M. and D.E. Levac. *Enhancing clinical implementation of virtual reality*. in *2017 International Conference on Virtual Rehabilitation (ICVR)*. 2017. IEEE.
103. Brüttsch, K., et al., *Influence of virtual reality soccer game on walking performance in robotic assisted gait training for children*. *J Neuroeng Rehabil*, 2010. **7**: p. 15.
104. Miller, S., D.J.C. Reid, and Behavior, *Doing play: competency, control, and expression*. 2003. **6**(6): p. 623-632.

105. Holden, M.K., *Virtual environments for motor rehabilitation: review*. *Cyberpsychol Behav*, 2005. **8**(3): p. 187-211; discussion 212-9.
106. Riva, G. and B.K.J.P.J. Wiederhold, *Emerging Trends in CyberTherapy. Introduction to the Special Issue*. 2006. **4**(2): p. 121-128.
107. Holden, M.K. and E. Todorov, *Use of virtual environments in motor learning and rehabilitation*, in *Handbook of virtual environments*. 2002, CRC Press. p. 1039-1066.
108. Gagliardi, C., et al., *Immersive Virtual Reality to Improve Walking Abilities in Cerebral Palsy: A Pilot Study*. 2018. **46**: p. 1376 - 1384.
109. Hao, J., et al., *Virtual reality augments effectiveness of treadmill walking training in patients with walking and balance impairments: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials*. 2023. **37**(5): p. 603-619.
110. Chen, C.-l., et al., *Validity, responsiveness, minimal detectable change, and minimal clinically important change of Pediatric Balance Scale in children with cerebral palsy*. *Research in Developmental Disabilities*, 2013. **34**(3): p. 916-922.
111. Carey, H., et al., *Reliability and Responsiveness of the Timed Up and Go Test in Children With Cerebral Palsy*. *Pediatric Physical Therapy*, 2016. **28**(4).
112. Carey, H., et al., *Reliability and responsiveness of the timed up and go test in children with cerebral palsy*. 2016. **28**(4): p. 401-408.
113. Hashiguchi, Y., et al., *Number of synergies is dependent on spasticity and gait kinetics in children with cerebral palsy*. 2018. **30**(1): p. 34-38.
114. Grecco, L.A., et al., *Effect of treadmill gait training on static and functional balance in children with cerebral palsy: a randomized controlled trial*. 2013. **17**: p. 17-23.
115. Drew, T., J. Kalaska, and N.J.T.J.o.p. Krouchev, *Muscle synergies during locomotion in the cat: a model for motor cortex control*. 2008. **586**(5): p. 1239-1245.
116. Ren, Z. and J. Wu, *The Effect of Virtual Reality Games on the Gross Motor Skills of Children with Cerebral Palsy: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials*. *Int J Environ Res Public Health*, 2019. **16**(20).

EKLER

EK.1.GÖNÜLLÜ ONAM FORMU

Sizi İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa merkezinde Prof. Dr. İpek Yeldan ve Fzt. Ömer Ayhan yürütücülüğünde gerçekleştirilecek olan “Serebral Palsili Çocuklarda Tam İmmersiv Sanal Gerçeklik Uygulamalarının Fonksiyonel Kapasite Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması” başlıklı projeye davet ediyoruz. Siz bu araştırmanın gönüllü grubu içinde yer alacaksınız. Sizden ve diğer katılımcılardan elde edilecek bilgiler veya verilerle bilimsel bir sonuca ulaşılabilecektir. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce araştırmanın niçin, nasıl, ne yöntemle yapılacağı ve sizden ne istendiği katılmanın size getireceği faydaları, riskleri ve rahatsızlıkları bilmeniz gerekmektedir.

Bu nedenle, bu formun okunup anlaşılması önemlidir. Anlamadığımız ve sizin için açık olmayan şeyler varsa açıklanmasını talep ediniz. Araştırmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra çıkma hakkına sahiptir. Proje ile ilgili olarak aşağıdaki konularda özellikle bilgi alınız:

- Projenin niteliği,
- Amacı,
- Bilime katkıları,
- Yapılacak işlem (kan alma, anket vb.),
- Nasıl uygulanacağı,
- Hangi yöntem/yöntemlerle gerçekleştirileceği (intravenöz, soru, röportaj vb.),
- Süresi,
- Yaklaşık katılımcı sayısı (Çok merkezli ise toplam katılımcı kurum ve katılımcı sayısı).
- Riskler, ortaya çıkabilecek istenmeyen etkiler ve tedavi edilebilirliği,

Bu proje kapsamında yapılacak her türlü işlem için sizden herhangi bir ücret talep edilmeyecektir. Bu proje sizin sosyal güvenli kurumu veya diğer sağlık sigortası kuruluşlarıyla ilgili ödemelerinize herhangi bir yük getirmeyecektir.

Sonuçlarınız ve kimliğiniz gizli tutulacaktır. Ancak istemeniz halinde elde edilen sonuçlar rapor halinde size verilecektir.

Bu katıldığımız çalışma bilimsel bir araştırmadır. Bu araştırmanın amacı, serebral palsi tanısı olan çocuklarda sanal gerçeklik ile kombine egzersiz eğitimi uygulamak ve bireyin fonksiyonlarına olan etkisini incelemektir. Sanal gerçeklik tabanlı rehabilitasyon başa takılan bir cihaz veya bir ekran vasıtası ile farklı sanal ortamları deneyimlendiği; ellerdeki kontrol kolu ile bulunan sanal ortamın manipüle edilebildiği ve sanal ortamda farklı nesnelere etkileşime girilebildiği bir rehabilitasyon yöntemi sağlar.

EK.1 (Devam)

Sanal gerçeklik tabanlı rehabilitasyon farklı hastalık gruplarında ve serebral palsili çocuklarda uygulandığı görülmektedir. Serebral Palsi tanılı çocuklarda sanal gerçeklik tabanlı rehabilitasyonun, denge ve motor becerilerin geliştirilmesi için umut verici bir müdahale olduğu bildirilmiştir. Bu doğrultuda yaklaşımlar gelişmeye devam etmektedir, bu nedenle serebral palsi tedavisindeki sanal gerçekliğin yerinin kesin olarak belirlenmesi için uzun süreli takip ve daha fazla araştırma yapılması gerekmektedir. Biz de bu projede bunu araştırarak bu konuda bilime katkı sağlamayı planlıyoruz.

Bu çalışmaya çocuğunuzun gönüllü olarak katılmasını kabul ederseniz, çocuğunuz fizyoterapist Ömer Ayhan tarafından Özel Yıldız Çocuk Dilde Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezinde değerlendirmeye alınacaktır. Çocuğun kişisel bilgileri, hastalığın başlangıcı ve seyri ile ilgili klinik bilgileri, kullandığı ilaçları, geçirdiği operasyonları sizin söylediğiniz bilgilerle varsa hastane raporlarıyla kaydedeceğiz. Daha sonra çocuğunuzun motor fonksiyonlarını, yürüme becerisi, hızı ve kapasitesini ve dengesini değerlendireceğiz. Toplamda bu değerlendirmeler 30-40 dakika sürecek. Değerlendirmelerden sonraki haftalarda çocuğunuza sekiz haftalık bir tedavi planlayacağız. 16 seans tamamlandığında ilk yaptığımız testleri tekrarlayacağız ve ilk sonuçlarla karşılaştıracacağız. Bu projeye yaklaşık 36 çocuğun katılmasını planlıyoruz ve elde edilen sonuçlarla çocuğunuzla aynı problemlere sahip hastaların tedavisi konusunda bilime katkı sağlayacağımızı düşünüyoruz.

Çalışmamız boyunca yaptığımız değerlendirmelerin ve tedavinin herhangi bir istenmeyen etki ve riski bulunmamaktadır. Hatta değerlendirmeler sayesinde çocuğunuzun fonksiyonel durumuna dair geribildirimler almış olursunuz. Çocuğunuzun bu araştırmada yer alması tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Çocuğunuzun araştırmada yer almasını reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz, bu durum herhangi bir cezaya ya da sizin yararlarımıza engel duruma yol açmayacaktır.

Araştırmacı bilginiz dahilinde veya isteğiniz dışında, uygulanan çalışma şemasının gereklerini yerine getirmemeniz, çalışma programını aksatmanız vb. nedenlerle sizi araştırmadan çıkarabilir. Araştırmanın sonuçları bilimsel amaçla kullanılacaktır; çalışmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda, sizle ilgili tıbbi veriler de gerekirse bilimsel amaçla kullanılabilir. Çocuğunuza ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayımlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın izleyicileri, etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

EK.1 (Devam)

Tarih:

“Serebral Palsili Çocuklarda Tam İmmersiv Sanal Gerçeklik Uygulamalarının Fonksiyonel Kapasite Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması” başlıklı projenin Gönüllü Onam Formunu okudum. Bana ayrıca Özel Yıldız Çocuk Dilbade Özel Eğitim ve Rehabilitasyon Merkezindeki çalışma hakkında gerekli bilgiler sözlü olarak açıklanmış olup, açıklamaları tamamen anladım. Yapılacak çalışma ile ilgili soru sorma hakkım anlatıldı. Sorularına açıklayıcı ve anlaşılır yanıtlar verildi. Bana çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları da açıklandı. Çalışmaya katılmamam halinde hiçbir sorumluluk altına girmeyeceğim ve herhangi bir zamanda çalışmadan ayrılabilceğim açıkça söylendi. Bu koşullar altında projeye kendi rızamla hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Çalışmadan elde edilen bilgilerin kimliğim gizli kalmak koşulu ile yayın ve arşivleme dahil bilimsel çalışmalarda kullanımına onay veriyorum.

Gönüllünün

Adı - Soyadı

Adresi (Telefon No)

İmzası

Velayet veya vesayet altında bulunanlar için veli veya vasinin

Adı – Soyadı

Adresi (Telefon No)

İmzası

Açıklamaları yapan araştırmacı

Ömer Ayhan

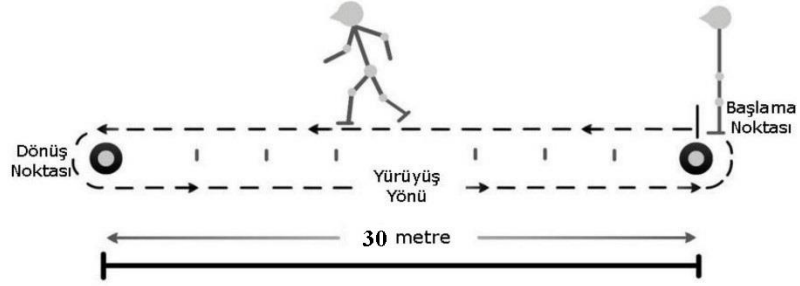
İletişim No

İmzası

EK.2. DEMOGRAFİK BİLGİLER FORMU**Ad – Soyad:****Yaş:****Boy:****Kilo:****Cinsiyet** Erkek Kadın**Kardeş Sayısı:****Birey Kaçınıcı Çocuk:****Doğumdaki Gestasyonel Yaşı:** Preterm Normal Term**Serebral Palsi Tipi** Quadriparetik Hemiparetik Diparetik Diskinetik Ataksik**Etkilenen Taraf:** Sağ Sol**Dominant Taraf:** Sağ Sol**Kaba Motor Fonksiyon Sınıflandırma Sistemi Düzeyi:** 1 2 3**Heyet Raporunda Kognitif Etkilenim Varlığı:** Var Yok**Farmakolojik Tedavi Alıyor Mu?** Evet Hayır**Kaç Yıldır Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Uygulanıyor?****Haftada Kaç Seans Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Uygulanıyor?****Fizyoterapi ve Rehabilitasyon İçeriği?**

.....

Ortez Kullanımı Var Yok**Bugüne kadar aldığınız tedaviden memnuniyet düzeyiniz? (1- Hiç Memnun Değilim 5- Çok Memnunum)** 1 2 3 4 5

EK.3. 6 DAKİKA YÜRÜME TESTİ

Tarih: .../.../.....

Katedilen Mesafe: metre

Tarih: .../.../.....

Katedilen Mesafe: metre

Tarih: .../.../.....

Katedilen Mesafe: metre

EK.4. KABA MOTOR FONKSİYON ÖLÇEĞİ – 88 D ve E BÖLÜMLERİ

KMFÖ serebral palsili çocuklarda zaman içinde değişen kaba motor fonksiyonları ölçmek için düzenlenmiş ve geçerliliği kabul edilmiş standartize gözleme dayalı bir ölçüttür. Puanlama anahtarı genel kılavuz anlamına gelir. Her ne kadar birçok maddenin seçilen her skoru için spesifik tanımlama olsa da her maddenin puanlaması için el kitapçığı içindeki kılavuzun kullanılması zorunludur.

PUANLAMA ANAHTARI	0 = başlatamıyor
	1 = başlatabiliyor
	2 = kısmen tamamlayabiliyor
	3 = tamamlayabiliyor
	9 (veya boş bırakın) = test edilmedi (TE) [KMYH-2 puanlaması için*]

Madde	D: AYAKTA DURMA	PUAN	TE
*	52. ZEMİN ÜSTÜNDE: GENİŞ BİR SIRADA, TUTUNARAK AYAĞA KALKMA	0□ -1□ 2□ 3□	52.
*	53. AYAKTA DURMA: KOL DESTEKSİZ 3 SANİYE DURABİLME	0□ -1□ 2□ 3□	53.
*	54. AYAKTA DURMA: GENİŞ BİR SIRAYI TEK ELLE TUTARKEN SAĞ AYAĞI KALDIRMA 3 SANİYE	0□ -1□ 2□ 3□	54.
*	55. AYAKTA DURMA: GENİŞ BİR SIRAYI TEK ELLE TUTARKEN SOL AYAĞI KALDIRMA 3 SANİYE	0□ -1□ 2□ 3□	55.
*	56. AYAKTA DURMA: KOL DESTEKSİZ 20 SANİYE DEVAM ETTİRME	0□ -1□ 2□ 3□	56.
*	57. AYAKTA DURMA: KOL DESTEKSİZ SOL AYAĞI KALDIRIR, 10 SANİYE	0□ -1□ 2□ 3□	57.
*	58. AYAKTA DURMA: KOL DESTEKSİZ SAĞ AYAĞI KALDIRIR, 10 SANİYE	0□ -1□ 2□ 3□	58.
*	59. KÜÇÜK SIRADA OTURMA: KOLLARI KULLANMADAN AYAĞA KALKMA	0□ -1□ 2□ 3□	59.
*	60. DİZÜSTÜ: SAĞ BACAK ÖNDE YARIM DİZ ÜSTÜ POZİSYONDAN KOLLARI KULLANMADAN AYAĞA KALKMA	0□ -1□ 2□ 3□	60.
*	61. DİZÜSTÜ: SOL BACAK ÖNDE YARIM DİZ ÜSTÜ POZİSYONDAN KOLLARI KULLANMADAN AYAĞA KALKMA	0□ -1□ 2□ 3□	61.
*	62. AYAKTA DURMA: ZEMİNE DOĞRU TURMAK İÇİN KONTROLLÜ ALÇALMA, KOLLAR SERBEST	0□ -1□ 2□ 3□	62.
*	63. AYAKTA DURMA: KOL DESTEKSİZ ÇÖMELME	0□ -1□ 2□ 3□	63.
*	64. AYAKTA DURMA: KOL DESTEKSİZ YERDEN BİR OBJE ALARAK AYAĞA KALKMA	0□ -1□ 2□ 3□	64.

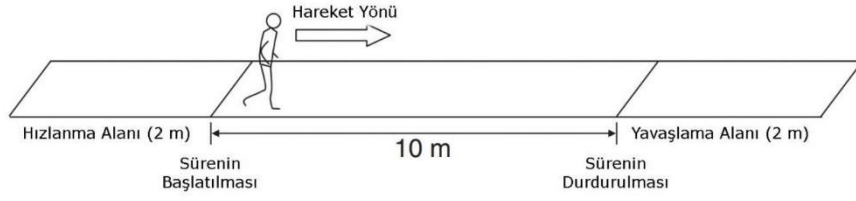
TOPLAM D BÖLÜMÜ

Madde	E: YÜRÜME, KOŞMA VE ZIPLAMA	PUAN	TE
*	65. AYAKTA DURMA, 2 EL GENİŞ SIRA ÜSTÜNDE, SAĞ TARAFA 5 YAN ADIM ALMA	0□ -1□ 2□ 3□	65.
*	66. AYAKTA DURMA, 2 EL GENİŞ SIRA ÜSTÜNDE: SOL TARAFA 5 YAN ADIM ALMA	0□ -1□ 2□ 3□	66.
*	67. AYAKTA DURMA, 2 ELDEN TUTULARAK: İLERİYE DOĞRU 10 ADIM YÜRÜME	0□ -1□ 2□ 3□	67.
*	68. AYAKTA DURMA, 1 ELDEN TUTULARAK: İLERİYE DOĞRU 10 ADIM YÜRÜME	0□ -1□ 2□ 3□	68.
*	69. AYAKTA DURMA: İLERİYE DOĞRU 10 ADIM YÜRÜME	0□ -1□ 2□ 3□	69.
*	70. AYAKTA DURMA: İLERİ DOĞRU 10 ADIM YÜRÜME, DURMA, 180° DÖNME, GERİ GELME	0□ -1□ 2□ 3□	70.
*	71. AYAKTA DURMA: GERİYE DOĞRU 10 ADIM YÜRÜME	0□ -1□ 2□ 3□	71.
*	72. AYAKTA DURMA: BÜYÜK BİR NESNEYİ 2 ELLE TAŞIYARAK 10 ADIM İLERİ YÜRÜME	0□ -1□ 2□ 3□	72.
*	73. AYAKTA DURMA: PARALEL ÇİZGİLER ARASINDA (20 cm (8") ARDİŞİK 10 ADIM ATARAK İLERİYE YÜRÜME	0□ -1□ 2□ 3□	73.
*	74. AYAKTA DURMA: DÜZ ÇİZGİDE ARDİŞİK 10 ADIM ATARAK İLERİYE YÜRÜME	0□ -1□ 2□ 3□	74.
*	75. AYAKTA DURMA: DİZ HIZASINDAKİ ENGELDEN SAĞ AYAKLA ÖNE ADIM ALMA	0□ -1□ 2□ 3□	75.
*	76. AYAKTA DURMA: DİZ HIZASINDAKİ ENGELDEN SOL AYAKLA ÖNE ADIM ALMA	0□ -1□ 2□ 3□	76.
*	77. AYAKTA DURMA: KOŞMA (4,5 m), DURUP GERİ DÖNME	0□ -1□ 2□ 3□	77.
*	78. AYAKTA DURMA: Sağ ayağı ile topa vurma	0□ -1□ 2□ 3□	78.
*	79. AYAKTA DURMA: Sol ayağı ile topa vurma	0□ -1□ 2□ 3□	79.
*	80. AYAKTA DURMA: Her iki ayak AYNI ANDA 30 cm (12") yukarı zıplama	0□ -1□ 2□ 3□	80.
*	81. AYAKTA DURMA: Her iki ayak AYNI ANDA 30 cm (12") ÖNE DOĞRU zıplama	0□ -1□ 2□ 3□	81.
*	82. SAĞ AYAK ÜZERİNDE DURMA: 60 cm (24") İlk çember içinde sağ ayağı üzerinde 10 KEZ zıplama	0□ -1□ 2□ 3□	82.
*	83. SOL AYAK ÜZERİNDE DURMA: 60 cm (24") İlk çember içinde sağ ayağı üzerinde 10 KEZ zıplama	0□ -1□ 2□ 3□	83.
*	84. AYAKTA DURMA 1 BARDAN TUTUNMA: 4 basamak merdiven çıkma, 1 BARDAN TUTARAK, alternatif ayak ile	0□ -1□ 2□ 3□	84.
*	85. AYAKTA DURMA 1 BARDAN TUTUNMA: 4 basamak merdiven inme, 1 BARDAN TUTARAK, alternatif ayak ile	0□ -1□ 2□ 3□	85.
*	86. AYAKTA DURMA: 4 BASAMAK MERDİVEN ÇIKMA alternatif ayak ile	0□ -1□ 2□ 3□	86.
*	87. AYAKTA DURMA: 4 BASAMAK merdiven inme (4 adım) alternatif ayak ile	0□ -1□ 2□ 3□	87.
*	88. AYAKTA DURMA: 15 cm bir basamakta AYAKTA DURMA: her iki ayakla AYNI ANDA AŞAĞI zıplama	0□ -1□ 2□ 3□	88.

TOPLAM E BÖLÜMÜ

EK.5. PEDIATRİK DENGE SKALASI

Tarih	___/___/___	___/___/___	___/___/___
Hızlı Puanlama Tablosu	Puan (0-4)	Puan (0-4)	Puan (0-4)
Oturur durumdayken ayağa kalkma	-----	-----	-----
Ayaktayken oturma pozisyonuna geçme	-----	-----	-----
Yer değiştirme	-----	-----	-----
Desteksiz ayakta durma	-----	-----	-----
Desteksiz oturma	-----	-----	-----
Gözler kapalı olarak ayakta durma	-----	-----	-----
Ayaklar bitişik olarak ayakta durma	-----	-----	-----
Bir ayak önde ayakta durma	-----	-----	-----
Tek ayaküstünde ayakta durma	-----	-----	-----
360 derece dönme	-----	-----	-----
Geriye bakmak için dönme	-----	-----	-----
Yerden nesne alma	-----	-----	-----
Diğer ayağı tabureye koyma	-----	-----	-----
Ayaktayken kollar gergin öne uzanma	-----	-----	-----
Toplam Puan	-----	-----	-----

EK.6.10 METRE YÜRÜME TESTİ

Tarih: .../.../.....

Tamamlama Süresi: sn

Yürüyüş Hızı: m/sn

Tarih: .../.../.....

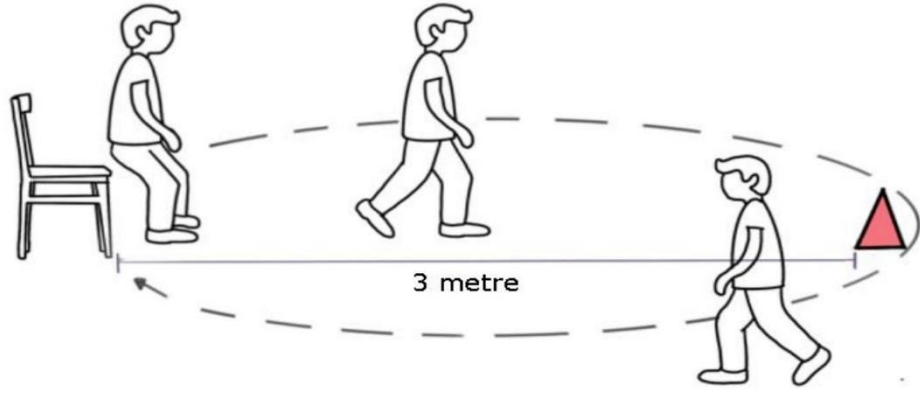
Tamamlama Süresi: sn

Yürüyüş Hızı: m/sn

Tarih: .../.../.....

Tamamlama Süresi: sn

Yürüyüş Hızı: m/sn

EK.7. ZAMANLI KALK VE YÜRÜ TESTİ

Tarih: .../.../.....

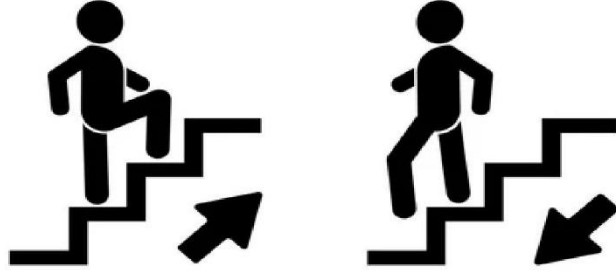
Tamamlama Süresi: sn

Tarih: .../.../.....

Tamamlama Süresi: sn

Tarih: .../.../.....

Tamamlama Süresi: sn

EK.8. ZAMANLI MERDİVEN İNİP ÇIKMA TESTİ

Tarih: .../.../.....

Tamamlama Süresi: sn

Tarih: .../.../.....

Tamamlama Süresi: sn

Tarih: .../.../.....

Tamamlama Süresi: sn

İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

SEREBRAL PALSİLİ ÇOCUKLARDA TAM İMMERSİV SANAL GERÇEKLİK UYGULAMALARININ FONKSİYONEL KAPASİTE ÜZERİNE ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

ORJİNALLİK RAPORU

% 12 BENZERLİK ENDEKSİ	% 10 İNTERNET KAYNAKLARI	% 5 YAYINLAR	% 4 ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ
----------------------------------	------------------------------------	------------------------	--------------------------------

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	www.openaccess.hacettepe.edu.tr:8080 İnternet Kaynağı	% 2
2	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	% 2
3	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Öğrenci Ödevi	% 1
4	acikerisim.medipol.edu.tr İnternet Kaynağı	% 1
5	dergipark.org.tr İnternet Kaynağı	<% 1
6	nek.istanbul.edu.tr:4444 İnternet Kaynağı	<% 1
7	9lib.net İnternet Kaynağı	<% 1
8	Submitted to TechKnowledge Turkey Öğrenci Ödevi	<% 1

KURUM İZİNİ YAZILARI

- Kurum izni gerekmektedir.
 Kurum izni gerekmemektedir.

Ömer AYHAN

İÜC Tarih ve Sayı: 01.02.2024-904457



T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
Sağlık Bilimleri Fakültesi Dekanlığı



Sayı : E-60350273-900-904457
Konu : Araştırma İzni / Prof. Dr. İpek YELDAN

01.02.2024

FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON BÖLÜM BAŞKANLIĞINA

İlgi : 31.01.2024 tarihli ve E-38981562-900-903564 sayılı yazı

Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü Öğretim Üyesi Prof. Dr. İpek YELDAN'ın danışmanlığımı yapmakta olduğu Nörolojik Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Tezli Yüksek Lisans Programı öğrencisi Ömer AYHAN'ın "Serebral Pasili Çocuklarda Tam İmmersiv Sanal Gerçeklik Uygulamalarının Fonksiyonel Kapasite Üzerine Etkileri" adlı tez çalışmasını Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümünde yürütmesi Dekanlığımızca uygun görülmüştür.
Bilgilerini ve gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Ahmet AKGÜL
Dekan

Ek:2 Sayfa

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : BSESD1DNUZ

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/istanbul-universitesi-cerrahpasa-ebys>

Adres: Istanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa Sağlık Bilimleri Fakültesi Büyükçekmece Yerleşkesi Alkent
2000 Mah. Yigittürk Cad. No:5/9/1 R-2 Blok Büyükçekmece/İstanbul
Telefon:0212 866 37 00 Faks:0212 866 38 31
e-Posta:sabif@iuc.edu.tr Web:<https://sabif.iuc.edu.tr>
Kep Adresi:iuc@hs01.kep.tr

Bilgi için: Fatma Nur SÜZEN



Bu belge,güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.