

Akut hemiplejili hastalarda yarı sürükleyici sanal gerçeklik uygulamasının mobilite, fonksiyonellik, denge, düşme korkusu üzerine etkisi

The effects of semi-immersive virtual reality applications on mobility, functionality, balance, fear of falling in patients with acute hemiplegia

Nuray AYTAN AKCA ^{1*}, Seçil ÖZKURT ², Ayhan KÖKSAL ³

¹ Fizyoterapi ve Rehabilitasyon, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul Arel Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

nuray_tan@hotmail.com

² Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Sağlık Bilimleri Fakültesi, İstanbul Arel Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

secilozkurt@arel.edu.tr

³ İstanbul Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İstanbul, Türkiye.

ayhan.koksal@sbu.edu.tr

Geliş Tarihi/Received: 05.06.2023

Bölüm/Section: Sağlık Bilimleri/Fiziksel Tıp ve Rehabilitasyon

Kabul Tarihi/Accepted: 24.07.2023

Araştırma Makalesi/Research Article

Özet

Akut hemiplejili hastalarda yarı sürükleyici sanal gerçeklik uygulamasının mobilite, fonksiyonellik, denge, düşme korkusu üzerine etkisi amaçlanarak, klinik çalışma gerçekleştirildi. Çalışmaya Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi'nde nöroloji servisinde yatan 19 hasta çalışma grubu ve 19 hasta kontrol grubu olmak üzere 38 akut hemiplejili hasta randomize olarak dahil edildi. Çalışma grubuna; sanal gözlükle 5 gün/2 hafta, günde 30 dakika ortalama 7.8 seans sanal gerçeklik uygulandı. Kontrol grubuna uygulama yapılmadı. Hastalar tedavi öncesi ve tedavi sonrasında; motor değerlendirme Brunnstrom hemipleji alt ve üst ekstremitte motor evrelemesi, fonksiyonellik Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (FBÖ), denge Berg Denge Ölçeği (BDÖ), düşme korkusu Uluslararası Düşme Etkinliği Ölçeği (UDEÖ), mobilite Fonksiyonel Ambulasyon Sınıflaması (FAS) ile değerlendirildi. Tedavi sonrası çalışma ve kontrol grubu değerlendirildiğinde FAS, FBÖ, UDEÖ, BDÖ ölçeklerinde anlamlı farklılık bulunurken ($p < 0.05$), Brunnstrom alt ve üst ekstremitte motor evrelemesinde anlamlı farklılık ($p > 0.05$) bulunmadı. Tedavi sonunda çalışma grubunun kontrol grubuna tüm değişkenlerde istatistiksel olarak üstünlüğü bulunmadı ($p > 0.05$). Akut hemiplejili hastalarda hem yarı sürükleyici sanal gerçeklik uygulamasının hem kontrol grubunun mobilite, fonksiyonellik, denge ve düşme korkusu üzerine olumlu etkisi olduğu gözlemlendi. Her iki grupta Brunnstrom alt ve üst ekstremitte motor değerlendirmesinde iyileşme gözlenmedi. Tedavi sonunda çalışma grubunun kontrol grubuna üstünlüğü bulunmamıştır.

Anahtar Kelimeler: Akut hemipleji, ambulasyon, denge, düşme korkusu, fonksiyonellik, sanal gerçeklik.

Abstract

It was investigated the effect of semi-immersive virtual reality application on mobility, functionality, balance and fear of falling in patients with acute hemiplegia. 19 patients in the study group and 19 patients as the control group on total 38 patients with acute hemiplegia hospitalized in the neurology services of Başakşehir Çam and Sakura City Hospital were included randomly in the study. Study group; 7.8 sessions of virtual reality video were applied with virtual glasses for 5

¹ Bu makale Nuray Aytan Akca'nın "Akut hemipleji hastalarında sanal gerçeklik uygulamalarının mobilite, fonksiyonellik, denge, düşme korkusunun üzerindeki etkileri" başlıklı Yüksek Lisans tezinden üretilmiştir.

* Yazışılan yazar/Corresponding author: Nuray AYTAN AKCA

¹ orcid.org/0000-0002-5881-1418; ² orcid.org/0000-0002-7135-1938; ³ orcid.org/0000-0003-4664-2167

DOI: <https://doi.org/10.56723/dyad.1309756>

days/2 weeks, 30 minutes a day. No application was made to the control group. Motor evaluation of patients before and after treatment Brunnstrom hemiplegia lower and upper extremity motor staging, functional Functional Independence Scale (FIM), balance Berg Balance Scale (BDS), fear of falling International Fall Efficiency Scale (IFES), mobility Functional Ambulation Classification (FAS) evaluated with. When the study and control groups were evaluated after the treatment, there was a significant difference in the FAC, FIM, IFES and BDS ($p<0.05$), while no significant difference was found in Brunnstrom hemiplegia lower and upper extremity motor staging ($p>0.05$). At the end of the treatment, the study group was not statistically superior to the control group in all variables ($p>0.05$). It was observed that both semi-immersive virtual reality application and control group had a positive effect on mobility, functionality, balance, fear of falling in patients with acute hemiplegia. No improvement was observed in Brunnstrom lower and upper extremity motor assessment in either group. At the end of the treatment, the study group was not superior to the control group.

Keywords: Acute hemiplegia, ambulation, balance, fall, functionality, virtual reality.

1. Giriş

Dünya Sağlık Örgütü'nün tanımına göre inme; hızla gelişen, 24 saat ya da daha uzun süren ve ölümle sonuçlanabilen serebral işlevlerin fokal ya da global bozukluğuna bağlı bulgular olarak tanımlanmıştır [1].

Yaşamları devam eden inme hastalarının birçoğu günlük hayatlarında başka birilerine bağımlı olarak yaşarlar ya da sosyal aktivitelerini bağımsız gerçekleştirmede kısıtlılıklar yaşarlar. İnme hastalarında postüral kontrolün bozulması, duyuşal değişiklikler, kas atrofisi ve anormal kas tonusu vb. sorunlar hastaların denge ve yürüyüş sorunlarına, günlük yaşam aktivitelerinde azalmaya sebep olmaktadır [2]. Postüral kontrolün bozulması sonucu düşme görülebilir [3]. Hastanın fonksiyonel yeteneklerinin ve inme sonrası düşme riskinin majör belirleyicisi denge bozukluklarıdır [4].

İnme hastalarının birçoğu yürürken düştüklerini ifade etmişlerdir dolayısıyla inme geçiren hastalarda düşme riski, yaşamları boyunca yüksek potansiyel gösterir [5]. İnme sonrası görülen alt ekstremit motor problemleri, denge ve yürüme becerilerinde bozulmaya ve bunlarla ilişkili olarak düşme ve kalça kırığı riskinde artış gibi ikincil komplikasyonlara sebep olup, aktivite ve mobilite kısıtlılıklarına yol açmaktadır [6].

Karmaşık motor görev içeren yürüme, nöral sistemle bağlantılı olarak kas iskelet sisteminde etkili görevi üstlenir [7]. İnme nedeniyle oluşan üst motor nöron sendromu, atrofi, anormal kas sinerjileri bozulmuş selektif motor kontrol, spastisite, eklem kontraktürleri ve propriozeptif desifit gibi yürüyüşün önemli özelliklerinde birtakım bozukluklara yol açar [8]. İnme sonrasında hemiparetik yürüyüş gerçekleşir bu yürüyüşte etkilenen tarafla birlikte etkilenmeyen alt ekstremit hareketlerinin paternlerinde de bozulma görülür [7].

İnme sonrası akut dönemde hastaların çoğunluğunda haftalar ve aylar içinde bazı fonksiyonel iyileşmeler meydana gelmektedir [9]. Ancak hasarın beyindeki lokalizasyonuna bağlı olarak üst ve alt ekstremit için farklı prognozlar, buna bağlı olarak farklı fonksiyonel kazanımlardan bahsetmek mümkündür. Bununla beraber literatürde alt ekstremitdeki fonksiyonel kazanımlar daha fazla iken üst ekstremitdeki motor fonksiyonların iyileşmesinin daha zayıf olduğu belirtilmiştir [9]-[11].

İnme sonrası fonksiyonel gelişiminin sağlanabilmesi için temel koşul nöroplastisitenin oluşturulmasıdır [12], [13]. İnme sonrası ilk aylarda nöroplastisitenin hemen gelişmeye başladığı düşünüldüğünde akut dönemde yapılan müdahaleler önem kazanmaktadır [14]-[16]. Dolayısı ile özellikle akut dönem içerisinde yapılan müdahalelerin uygun sıklık, yoğunluk ve etkinlikte yapılıp kanıt dayalı olması önemlidir [17]-[20]. Yapılan bazı çalışmalarda inme rehabilitasyonunda tedavinin yoğun ve sık yapılmasının kişinin fonksiyonel durumunun iyileşmesine katkıda bulunduğu görülmüştür [21]-[24].

İnme rehabilitasyonunda, hemiplejik hastaların hastanedeki iyileşme sonuçlarını günlük yaşama ulaştırmayı hedefleyen motor ve kognitif çoklu hedefleri içeren, kişiye özel, motor öğrenme ve plastisite prensiplerini içeren tedavi programları önemli yere sahiptir. Nörogelişimsel tedavi yöntemleri, gelişen teknoloji ile birlikte teknoloji bazı yöntemler rehabilitasyon alanında çoğunlukla kullanılmaktadır. İnme rehabilitasyonuna kazandırdığı pek çok avantaj nedeniyle sanal gerçeklik, en çok kabul gören teknoloji tabanlı rehabilitasyon yöntemidir [25], [26].

Sanal gerçeklik, oluşturulan donanım ekipmanları ve yazılım programlarıyla gerçek ortamdaki aktivitelerin gelişmiş bilgilerini sağlayabilir bunun sonucu olarak doğal feed-back sağlar. Rehabilitasyon yönteminde kullanılan sanal gerçeklik, görsel geribildirim sağladığı için yaygın olarak kullanılır [23].

Sanal gerçeklik yaklaşım olarak; fonksiyonel işlevlerin geleneksel terapiden daha yüksek oranda feed-back almasına olanak sağlayan, yeni bir klinik yöntemli yaklaşımdır [26].

Yarı sürükleyici sanal gerçeklik, kullanıcının fiziksel çevrelerine bağlanırken farklı bir gerçeklikte sanal tura izin veren bir uygulamadır [27].

Hemiplejik hastalar, gün içerisinde sıklıkla gerçekleştirdikleri görevleri yerine getirme ilgilerinin azalmalarıyla çok çabuk tedaviyi terk ederler; ilgi azalması, tedavinin etkisini azaltabilir. Hastaların geri bildirimini arttırmak için, direkt olarak video oyunları ile eşleştirilen geribildirim egzersizleri, rehabilitasyon programlarında yer almıştır. Böylece eğlenceli

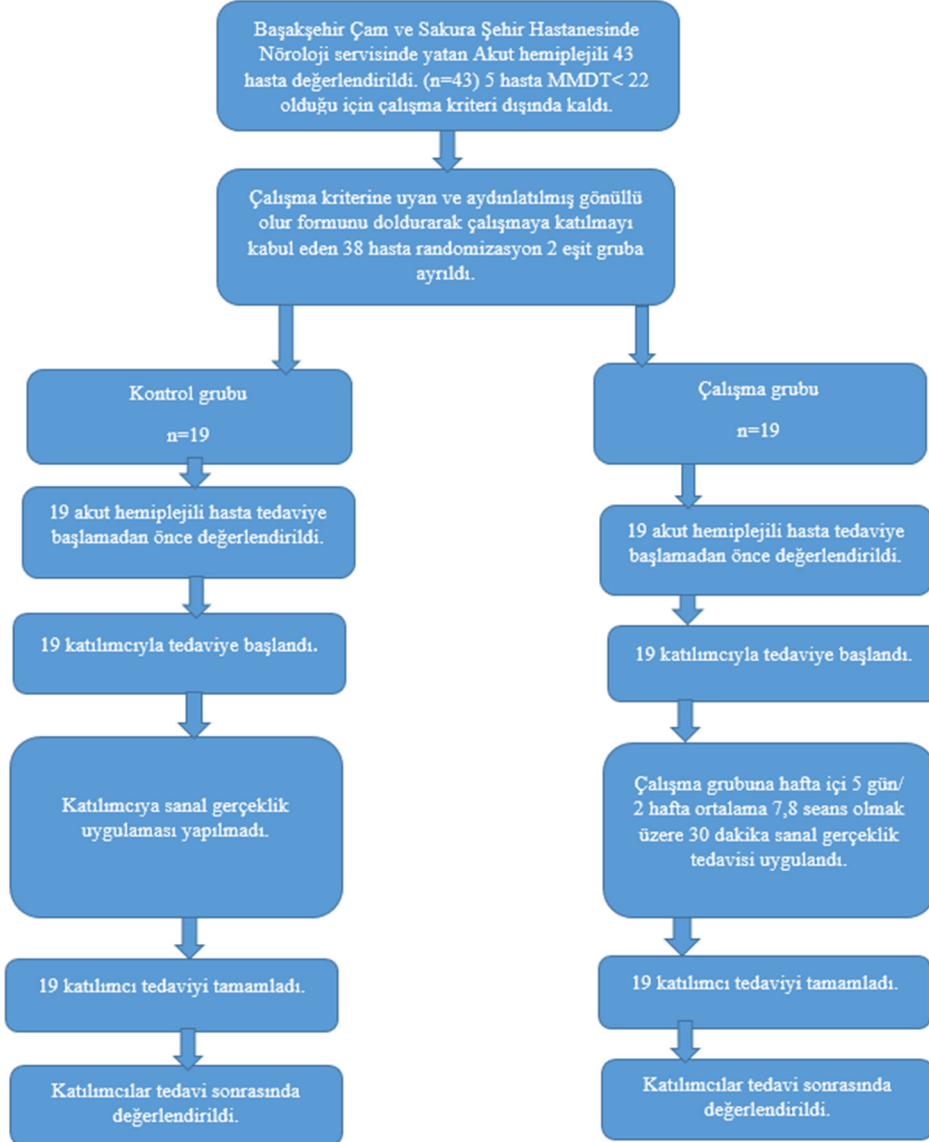
sisteme bağlı olan sanal gerçeklik, hastaların tedaviye katılımlarını arttırarak hem motive edebilir ve hem de daha olumlu yönde tedavi sonuçları ortaya çıkarır [28].

Bu çalışmayı gerçekleştirmemizdeki temel amaç incelediğimiz literatüre göre, akut hemipleji hastalarında yarı sürükleyici sanal gerçeklik uygulamalarının mobilite, fonksiyonellik, denge, düşme korkusu üzerindeki etkilerini araştırmaktır. Klinik olarak birçok hastalıklar üzerinde yapılan çalışmalar gözlenmektedir. Fakat akut hemipleji hastalarında yetersiz sayıda kaynağa sahip olduğu için bu hastalık grubunda çalışmanın gerçekleşmesi planlanmıştır.

2. Yöntem

2.1. Bireyler

G*Power 3.1.9.7 programı kullanılarak bağımsız gruplarda T- Testi uygulanarak yapılan analizde örneklem büyüklüğü 0.05 hata payı ve % 80 güçte alındı. Deneysel çalışmalarda her grupta en az 15'er katılımcının olması, sonuçları geçerli kılmaktadır [29]. Lee ve arkadaşlarının çalışması referans alınarak örneklem büyüklüğü 38 olarak hesaplanmıştır [30]. Bu sonuçlara göre her bir grup için 19 birey olmak üzere, totalde 38 birey ile çalışılması gerektiği tespit edildi. Çalışma Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi Nöroloji bölümü yataklı servisinde gerçekleştirildi. Serviste takip edilen akut hemiplejili 43 hasta değerlendirildi. Çalışma kriterlerine uyan 38 hasta çalışmaya dahil edildi. Blok randomizasyon yöntemiyle çalışma grubu (n=19) ve kontrol grubu (n=19) olarak iki eşit gruba ayrıldı. Çalışmaya 18 yaş ve üzeri, akut hemipleji (ilk 4 hafta) tanılı olan, Mini Mental Durum Testi (MMDT) ≥ 22 'den büyük, FAS ≤ 4 olan, görsel, işitsel, iletişim probleminin olmayan ve çalışmaya katılmak için bilgilendirilmiş onam formunu imzalayan hastalar dahil edildi. Çalışma 13.04.2022 tarihinde Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na KAEK/2022.04116 karar numarasıyla onaylandı. Akış diyagramı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Akış şeması.

2.2. Değerlendirmeler

Çalışmamıza katılanlara çalışmamız konusunda bilgi verildi ve çalışmamıza gönüllü olarak katılmayı kabul edenlerden imzaları alınarak aydınlanılmış onam formu alındı. Hastaların değerlendirilmesi tedavi öncesinde ve tedavinin sonrasında olmak üzere 2 kez yapıldı ve hastaların tedaviye başlamadan önce demografik bilgileri öğrenildi. Her iki hasta grubuna Brunnstrom hemipleji alt üst ekstremité motor evrelemesi, Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği (FBÖ), Fonksiyonel Ambulasyon Sınıflaması (FAS), Berg Denge Ölçeği (BDÖ) ve Uluslararası Düşme Etkinliği Ölçeği (UDEÖ) değerlendirildi.

Çalışma grubundaki sanal gerçeklik uygulaması için 1 tane sanal gözlük (Everest VR-0022 Box 3D markalı) kullanıldı (Şekil 2). Bu sanal gözlüğün içerisine akıllı telefon yerleştirilebilir ve telefona takılan kulaklıkla ses dinlenebilir. Bizim hastalara izlettirdiğimiz video ses içermektedir. Bu sesler doğa sesleriydi, çalışmamızda hastalarımıza hoparlör üzerinden sesleri dinletildi. Akıllı telefona sanal gerçeklik uygulaması indirip, hastalar dinlenme halindeyken günlük 30 dakika 3 boyutlu video izletildi. Videoda vaka ormanda hafif tempo ile ($\approx 4-5$ km/s) yürüdüğünü hissettiği 3 boyutlu bir ortamdıydı (Şekil 3). Sanal gerçeklik uygulanan katılımcının dikkatinin dağılmaması için odasının sessiz olması ve uygulama başlamadan hastaların yatma ya da oturma pozisyonunda olmaları sağlandı. Kontrol grubundaki hastalara, sanal gerçeklik ya da egzersiz uygulanmadı. Çalışma grubundaki hastalar, her bir hasta hastanede hafta içi 5 gün/2 hafta boyunca ortalama 7,8 seans olmak üzere her gün 30 dakika sanal gerçeklik uygulamasına tabi tutuldu. Her iki grubun ölçümleri tedavinin ilk ve son günü gerçekleştirildi.



Şekil 2. Sanal gerçeklik gözlüğü.



Şekil 3. Sanal gerçeklik uygulamasından kareler.

Çalışmaya dahil edilme kriterleri;

- Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi Nöroloji Anabilim tarafından inme tanılı hastalar
- 18 yaş ve üzerinde inme tanılı hasta olmak
- İnme tedavisinin akut döneminde olmak (inme süresinin ilk 4 haftayı geçmemiş olması)
- Pulmoner emboli riskinin olmaması
- MMDT \geq 22 olması
- FAS \leq 4 olması
- Görsel, İşitsel ve iletişim problemi olmamak
- Çalışmaya katılmayı kabul etmek

Çalışmaya dahil edilmeme kriterleri;

- Akut dahili problemleri, ek nörolojik hastalıkları veya yürümeye engel olabilecek ortopedik problem bulunmak
- İki tarafta etkilenime sahip olmak
- Hastanın tedavi sürecinde ya da tedavi öncesindeki 6 ay süre zarfında botulizm toxin tedavisi alması
- Afazi, apraksi ve neglect sendromu olması
- Hemiplejik tarafta duyu kaybı
- Vestibüler sistem problemleri veya vestibüler sistemi etkileyecek ilaç kullanımı
- Çalışmayı gerçekleştirebilmek için katılımcıya engel olabilecek tıbbi sorunların olması (MS, parkinson, spinal kord yaralanması, kontraktür, kırık sonrası deformite vb.)
- Çalışmaya katılmayı onaylamamak

Çalışmadan çıkarılma kriterleri;

- Hasta için belirlenmiş tedaviye düzenli olarak katılmamak ya da katılamamak
- Hasta için belirlenmiş tedavi süresince tedaviye devam etmemek ya da edememek

2.2.1. Mini mental durum testi (MMDT)

Bilişsel seviyenin belirlenmesinde kullanılan bir testtir. Yaptığımız bu testte katılımcıdan dikkat, hafıza, oryantasyon, hatırlama, hesap yapabilme ve lisan durumunu ölçmeye yarayan sorulara cevap vermesi istenildi. Toplam skor 30 puandır. 24 ile 30 arası puan; kognitif fonksiyonların normal olduğunu, 24 puanın altı ise kognitif fonksiyonların düşük olduğunu göstermektedir [31]. Beyin travması hasarı ve normal popülasyondakilerde Türkçeye uyarlanmış geçerlilik ve güvenilirlik çalışması gerçekleştirilmiştir [32], [33].

2.2.2. Sosyo-demografik bilgiler

Çalışmaya dahil edilen tüm hastaların yaş, cinsiyet, boy, vücut ağırlığı, eğitim durumu, kronik hastalıkları, medeni durumu ve meslek gibi tanımlayıcı parametreleri kaydedildi.

2.2.3. Brunnstrom alt ve üst ekstremité motor evrelemesi

İyileşme süreci 6 evrede tanımlandı. Brunnstrom evrelemesinde üst, alt ekstremité ve el birbirinden bağımsız olarak değerlendirilir. En düşük evre, evre 1 (flask, hiçbir hareketin olmadığı evre); en yüksek evre ise, evre 6 (normal motor fonksiyonun olduğu evre) olarak belirlenmiştir. Evre sayısı yükseldikçe motor iyileşmede artış gözlemlenir [26].

2.2.4. Fonksiyonel bağımsızlık ölçeği (FBÖ)

Kognitif ve motor olarak engelliliğin belirlenmesini ve sınıflandırılmasını sağlayan, gündelik yaşamda bağımsızlığı belirleyen, bir ölçektir. Kişinin performansını, gündelik yaşam aktivitelerinde ölçmeye yarayan bir ölçümdür [32]. Motor ve kognitif fonksiyon olmak üzere 2 bölümden oluşur. Maddeler 1'den 7'ye kadar puanlanmaktadır. (1= tam yardım, 7= tam bağımsız). Toplam puan 18-126 arasında olmaktadır. 18 puan tamamen bağımlı, 126 puan ise tamamen bağımsız olduğunu gösterir [34], [32]. Ölçeğin Türk popülasyonuna adaptasyonu, geçerlilik ve güvenilirlik çalışmaları yapılmıştır [33].

2.2.5. Fonksiyonel ambulasyon sınıflaması (FAS)

Hastaların ambulasyon yeteneğini değerlendiren bir sınıflamadır. Dereceleri 0-5 arasında olmak üzere 6 kategoride sınıflandırılır. FAS 0: ambulasyonun olmadığı, FAS 1-2: Yardımcı bir kişinin desteği olmadan yürüyemez, FAS 3-5: Hasta yalnız başına 6 metre yürüyebilir [35].

2.2.6. Berg denge ölçeği (BDÖ)

BDÖ, denge değerlendirmesinde kullanılan 14 maddeden oluşan hastaların fonksiyonel aktivite sırasında dengesini devam ettirebilme yetisini ölçen bir testtir. Yeterlilik seviyesi ölçülürken her madde için 0 ile 4 arasında olmak üzere 5 puan üzerinden ölçüm yapılmaktadır. 0 en kötü, 4 ise en iyi performansı göstermektedir [26]. Ölçeğin Türk popülasyonuna geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır [36].

2.2.7. Uluslararası düşme etkinliği ölçeği (UDEÖ)

Hastaların gündelik yaşam faaliyetlerini gerçekleştirirken düşmeye karşı gelişen korkuyu değerlendirir. Sorular 0 ile 4 puan arasında puanlanır. Puanların yüksek olması sonucun kötü olduğunu gösterir. Ölçeğin Türk popülasyonuna göre geçerlilik ve güvenilirlik çalışması yapılmıştır [37].

2.3. İstatiksel analiz

Araştırmamızda toplanılan verilerin analizi, Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) 26 (IBM SPSS Statistics for Windows, Version 26; Chicago, USA) programında incelenmiştir. Araştırma verilerinin çarpıklık ve basıklık değerleri kontrol edilerek normal dağılıma sahip olduğu tespit edilmiş ve parametrik analiz yöntemleri kullanılmıştır. Demografik ve bazı özelliklerin, hasta-kontrol grubuna göre farklılık gösterip göstermediğini tespit edebilmek için bağımsız örneklem T-Testi uygulanmıştır. Çalışma öncesi hasta- kontrol grubuna göre farklılık gösterip göstermediğini tespit etmek için Mann Whitney-U Testi ve çalışma sonrası verilerin, hasta-kontrol grubuna göre farklılık gösterip göstermediğini tespit edebilmek için bağımsız örneklem T-Testi uygulanmıştır. Hasta-Kontrol grubuna ait araştırma verilerinin, çalışma öncesi ve çalışma sonrasına göre farklılık gösterip göstermediğini tespit edebilmek için eşleştirilmiş T-Testi uygulanmıştır. Araştırma raporu oluşturulurken, anlamlılık düzeyi için % 95 güven aralığı ($p<.05$) kullanılmıştır.

3. Bulgular

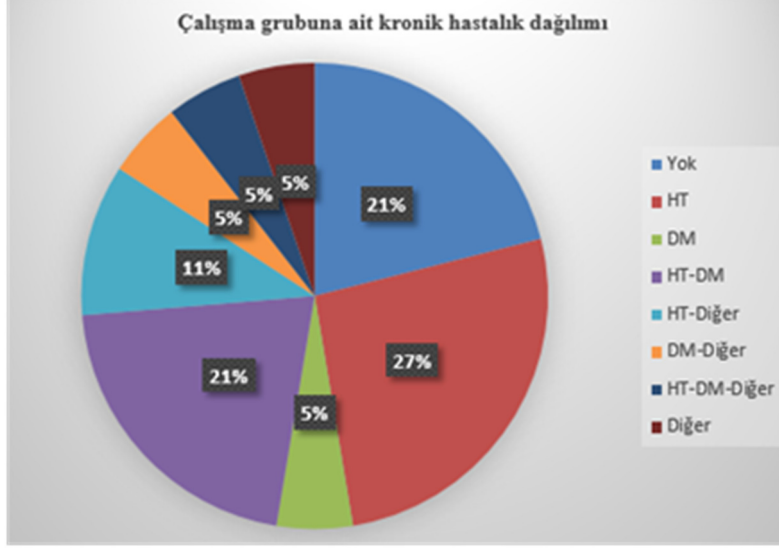
Katılımcıların cinsiyet, medeni durum, eğitim, meslek, sigara kullanımı, alkol kullanımı, kronik hastalık, ilaç kullanımı, kilo, boy, BKİ, MMDT ve tedavi gün sayısı gibi demografik özellikleri Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Katılımcıların demografik özellikleri.

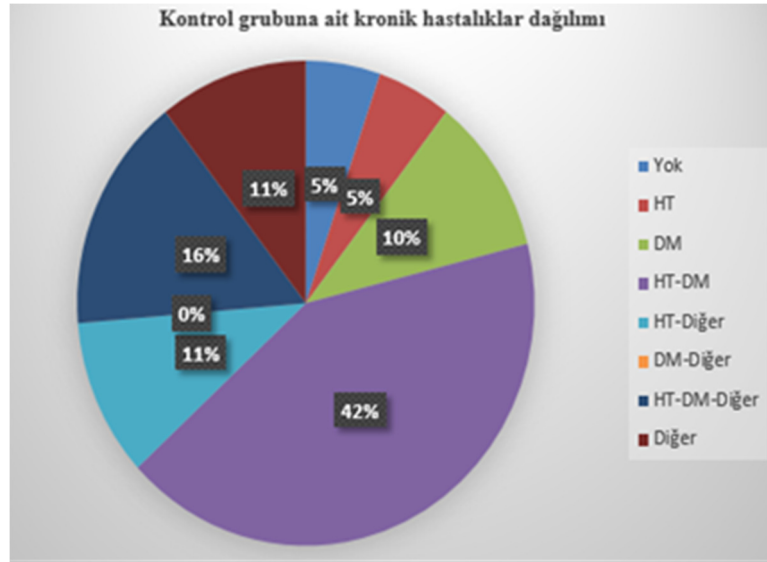
Demografik ve Bazı Özellikler	Cevaplar	Çalışma Grubu (n=19)		Kontrol Grubu (n=19)		p
		n	%	n	%	
Cinsiyet	Kadın	7	36.8	6	31.6	.732 ^a
	Erkek	12	63.2	13	68.4	
Medeni Durum	Evli	19	100	19	100	
Eğitim	Okumamış	3	15.8	3	15.8	.792 ^a
	İlkokul	12	63.2	13	65.8	
	Lise	3	15.8	3	15.8	
	Üniversite	1	5.3	0	0.0	
Meslek	Emekli	13	68.4	14	73.7	.914 ^a
	Ev Hanımı	4	21.1	3	15.8	
	Çalışıyor	2	10.5	2	10.5	
Sigara Kullanımı	Var	6	31.6	7	36.8	.732 ^a
	Yok	13	68.4	12	63.2	
Alkol Kullanımı	Var	2	10.5	2	10.5	1.000 ^a
	Yok	17	89.5	17	89.5	
Kronik Hastalık	Var	15	78.9	18	94.7	.150 ^a
	Yok	4	21.1	1	5.3	
İlaç Kullanımı	Var	15	78.9	17	89.5	.374 ^a
	Yok	4	21.1	2	10.5	
		Ort±SS		Ort±SS		p
Yaş (yıl)		66.58±11.36		63.58±9.93		.392 ^b
Kilo (kg)		78.42±10.80		80.89±11.88		.506 ^b
Boy (cm)		165.26±10.91		168.42±10.25		.364 ^b
BKİ (kg/m ²)		28.98±4.83		28.62±4.08		.808 ^b
MMDT (puan)		26.00±2.18		26.68±1.63		.282 ^b
Tedavi gün sayısı		7.68±0.94		7.58±1.01		.743 ^b

^a Ki-Kare Testi; ^b Bağımsız Örneklem T-Testi; $p<.05$

Çalışma ve kontrol grubundaki hastaların cinsiyet, medeni durum, eğitim, meslek, sigara kullanımı, alkol kullanımı, kronik hastalık, ilaç kullanımı, kilo, boy, BKİ, MMDT ve yatış günü gibi özelliklerin istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir ($p>0.05$) (Tablo 1).



Şekil 4. Kronik hastalıkların çalışma ve kontrol grubuna göre dağılımı.



Şekil 5. Kronik hastalıkların kontrol grubuna göre dağılımı.

Demografik bilgileri incelenen katılımcılara ait kronik hastalıkların, çalışma ve kontrol grubuna göre dağılımını belirtmek amaçlı yapılan analiz sonuçları Şekil 4 ve 5'te gösterilmiştir.

Çalışma öncesi araştırma değişkenlerinden FBÖ, çalışma ve kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). Çalışma grubunun FBÖ ortalamasının (Med=100), kontrol grubunun FBÖ ortalamasından ($X=116$) daha az olduğu görülmektedir. Çalışma öncesi FAS, FES, BERG değişkenlerine ait değerlerin, çalışma ve kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir ($p>0.05$) (Tablo 2).

Tablo 2. Tedavi öncesi çalışma ve kontrol grubunun karşılaştırması.

Çalışma Öncesi Araştırma Değişkenleri	Çalışma Grubu (n=19)		Kontrol Grubu (n=19)		P	
	n	%	n	%		
Üst	Evre 2	1	5.3	0	0.0	.351 ^a
	Evre 4	2	10.5	0	0.0	
	Evre 5	1	5.3	1	5.3	
	Evre 6	15	78.9	18	94.7	

Tablo 2. (devam).

Alt	Evre	Çalışma Öncesi		Çalışma Sonrası		p
		n	%	N	%	
Alt	Evre 3	1	5.3	0	0.0	.218 ^a
	Evre 4	1	5.3	0	0.0	
	Evre 5	0	0.0	1	5.3	
	Evre 6	17	89.5	18	94.7	
		Medyan	Min-Maks	Medyan	Min-Maks	p
FAS		3	0-5	4	2-4	.061 ^b
FBÖ		100.00	53-122	116	67-122	.015 ^b
UDEÖ		41	21-22	32	22-60	.751 ^b
BDÖ		40	0-47	39	5-46	.863 ^b

^a Ki-Kare Testi; ^b Mann Whitney-U Testi; **p<.05**

Çalışma grubuna ait araştırma değişkenlerinden FAS, FBÖ, UDEÖ, BDÖ çalışma öncesi ve sonrasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). Çalışma öncesindeki FAS ortalamasının ($X=2.63$), çalışma sonrası FAS ortalamasından ($X=3.68$) daha az olduğu görülmektedir. Çalışma öncesindeki FBÖ ortalamasının ($X=92.74$), çalışma sonrası FBÖ ortalamasından ($X=104.42$) daha az olduğu görülmektedir. Çalışma öncesindeki UDEÖ ortalamasının ($X=40.79$), çalışma sonrası UDEÖ ortalamasından ($X=33.42$) daha fazla olduğu görülmektedir. Çalışma öncesindeki BDÖ ortalamasının ($X=30.63$), çalışma sonrası BDÖ ortalamasından ($X=37.16$) daha az olduğu görülmektedir (Tablo 3).

Tablo 3. Çalışma grubunun tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırması.

Çalışma Grubu Araştırma Değişkenleri	Çalışma Öncesi		Çalışma Sonrası		p	
	n	%	N	%		
Üst	Evre 2	1	5.3	0	0.0	.484 ^a
	Evre 3	0	0.0	1	5.3	
	Evre 4	2	10.5	1	5.3	
	Evre 5	1	5.3	0	0.0	
	Evre 6	15	78.9	17	89.5	
Alt	Evre 2	1	5.3	0	0.0	.668 ^a
	Evre 3	2	10.5	2	10.5	
	Evre 4	1	5.3	0	0.0	
	Evre 5	1	5.3	2	10.5	
	Evre 6	14	73.7	15	78.9	
		Ort±SS		Ort±SS	p	
FAS		2.63±1.49		3.68±1.25	.001 ^b	
FBÖ		92.74±21.99		104.42±18.06	.001 ^b	
UDEÖ		40.79±17.39		33.42±15.57	.001 ^b	
BDÖ		30.63±15.96		37.16±10.17	.007 ^b	

^a Ki-Kare Testi; ^b Eşleştirilmiş T-Testi; **p<.05**

Kontrol grubuna ait araştırma değişkenlerinden FAS, FBÖ, UDEÖ, BDÖ çalışma öncesi ve sonrasına göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$). Çalışma öncesindeki FAS ortalamasının ($X=3.52$), çalışma sonrası FAS ortalamasından ($X=4.00$) daha az olduğu görülmektedir. Çalışma öncesindeki FBÖ ortalamasının ($X=109.00$), çalışma sonrası FBÖ ortalamasından ($X=112.42$) daha az olduğu görülmektedir. Çalışma öncesindeki UDEÖ ortalamasının ($X=35.74$), çalışma sonrası UDEÖ ortalamasından ($X=32.74$) daha fazla olduğu görülmektedir. Çalışma öncesindeki BDÖ ortalamasının ($X=36.26$), çalışma sonrası BDÖ ortalamasından ($X=38.84$) daha az olduğu görülmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Kontrol grubu tedavi öncesi ve sonrası karşılaştırması.

Kontrol Grubu Araştırma Değişkenleri	Çalışma Öncesi		Çalışma Sonrası		p	
	n	%	n	%		
Üst	Evre 5	1	5.3	1	5.3	1.00 ^a
	Evre 6	18	94.7	18	94.7	
Alt	Evre 6	19	100.0	19	100.0	
		Ort±SS		Ort±SS		p
FAS		3.52±0.77		4.00±0.88		.003 ^b
FBÖ		109.00±17.33		112.42±16.70		.001 ^b
UDEÖ		35.74±10.50		32.74±11.07		.001 ^b
BDÖ		36.26±9.18		38.84±9.74		.001 ^b

^a Ki-Kare Testi; ^b Eşleştirilmiş T-Testi; **p<.05**

Tedavi sonrası Brunnstrom alt ve üst ekstremite motor evrelemesi, FAS, FBÖ, UDEÖ, BDÖ'nün çalışma ve kontrol grubu karşılaştırması gösterilmiştir. Çalışma sonrası araştırma değişkenlerine ait değerlerin, çalışma ve kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir (p>0.05) (Tablo 5).

Tablo 5. Tedavi sonrası çalışma ve kontrol grubu karşılaştırması.

Çalışma Sonrası Araştırma Değişkenleri	Çalışma Grubu (n=19)		Kontrol Grubu (n=19)		p	
	n	%	n	%		
Üst	Evre 3	1	5.3	0	0.0	.387 ^a
	Evre 4	1	5.3	0	0.0	
	Evre 5	0	0.0	1	5.3	
	Evre 6	17	89.5	18	94.7	
Alt	Evre 3	2	10.5	0	0.0	.107 ^a
	Evre 4	2	10.5	0	0.0	
	Evre 6	15	78.9	19	100	
		Ort±SS		Ort±SS		p
FAS		3.68±1.25		4.00±0.88		.374 ^b
FBÖ		104.42±18.06		112.42±16.70		.165 ^b
UDEÖ		33.42±15.57		32.74±11.07		.877 ^b
BDÖ		37.16±10.17		38.84±9.74		.605 ^b

^a Ki-Kare Testi; ^b Bağımsız Örneklem T-Testi; **p<.05**

4. Tartışma

Çalışmada akut hemipleji hastalarında sanal gerçeklik uygulamalarının mobilite, fonksiyonellik, denge, düşme korkusu üzerindeki etkilerini araştırdık. Çalışma sonucuna göre çalışma ve kontrol grupları tedavi sonrası tedavi öncesine göre iyileşme gösterirken, tedavi sonrası gruplar arasında anlamlı farklılıklar bulunmamaktadır.

İnme riski yaşla birlikte artar, 45 yaşından sonra her 10 yılda bir yaklaşık 2 katına çıkar [38]. Bizim çalışmamızda yaş ortalaması çalışma grubu için 66.58 yıl, kontrol grubu için 63.58 yıl olduğu görülerek yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir.

Alzahrani ve arkadaşları, 42 hemiplejik bireyi değerlendirdikleri çalışmada, BKİ değerinin 26.4 kg/m² olarak bulmuşlardır [39]. Bizim çalışmamız literatür ile benzerlik göstererek çalışma grubundaki beden kitle indeksinin ortalaması 28.98 kg/m², kontrol grubundaki beden kitle indeksinin ortalaması 28.62 kg/m² olduğu bulunmuştur.

Chen ve arkadaşları, inme hastalarına ev tabanlı bir rehabilitasyon ortamı sağlamak amacıyla ayna terapisi konsepti ile oyunlaştırılmış egzersizlerle birlikte sanal gerçekliğe uygulanmış "Rehago" yazılımını geliştirmiştir. Bu çalışmada, 48 inme hastası Rehago ile tüm tedavi sürecini tamamlayıp, tedavi öncesi ve tedavi sonrası fonksiyonel performansları

araştırılmıştır. Rehago ile haftada beş gün olmak üzere, totalde altı hafta ve günde otuz dakika sürmek üzere tedavi planlanılmıştır. Tedavinin ilerlemesi, terapistleri tarafından her 14 günde bir, müdahale başlamadan önce değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, yaşam kalitesinde ve fonksiyonel bağımsızlık skorunda iyileşme gözlemlenmiştir, bu da Rehago'yu ev tabanlı bir rehabilitasyon aracı olarak kullanan hastalar için faydalı olduğun gösterilmiştir [40]. Bizim çalışmamızda Rehago kullanılmadı, literatürdeki gibi hemiplejili hastalara yarı sürükleyici sanal gerçeklik tabanlı gözlük kullanıldı ve tedavi sonrası hastalarda fonksiyonellik skorunda iyileşme gözlemlendi. Fonksiyonellik değerlendirilmesinde çalışma ile bizim çalışmamızın sonuçları benzerlik göstermektedir.

Luque-Moreno ve arkadaşları sanal gerçeklik uygulamasının inme sonrasında alt ekstremitte fonksiyonelliği, yürüyüş, denge ve gövde kontrolü üzerindeki etkilerini inceledikleri çalışmada, 2 gruba ayrılan 20 inme hastasından ilk gruba 3 hafta boyunca haftada 5 gün her gün 1 saat sanal gerçeklik tedavisi ve 1 saat konvansiyonel fizyoterapi uygulanırken; ikinci gruba 3 hafta boyunca haftada 5 gün her gün 2 saat konvansiyonel fizyoterapi uygulanmıştır. FAS, FBÖ, Fugl-Meyer (FM), Berg Denge Ölçeği (BDÖ), ve Gövde Kontrol Testi (GKT) ölçekleriyle hastalar değerlendirilmiştir. Sanal gerçeklik ve konvansiyonel fizyoterapinin birlikte kullanıldığı 1. Grupta FAS'ta belirgin iyileşme gözlenmiştir. FBÖ, sadece konvansiyonel fizyoterapi grubunda belirgin olmayan bir iyileşme gözlenmiştir, sanal gerçeklik ve konvansiyonel fizyoterapinin birlikte olduğu grupta belirgin iyileşme gözlenmiştir. FM ve BDÖ'de her iki grupta da belirgin iyileşme gözlenmiştir. Gövde Kontrol Testinde (GKT) her iki grupta da belirgin bir iyileşme olmamıştır [41]. Bizim çalışmamızda literatürdeki çalışma gibi tedavi yöntemi olarak sanal gerçeklik kullanıldı ve yalnızca akut hemipleji hastalarına uygulandı. Çalışmamızda tedavi sonrası gruplar arasında FBÖ, FAS, UDEÖ ve BDÖ de anlamlı farklılık gözlenmedi. Tedavi sonrasında her iki grupta FBÖ, FAS, UDEÖ ve BDÖ değerlerinde anlamlı iyileşme gözlemlendi. Tedavi öncesi çalışma ve kontrol grubu karşılaştırıldığında FBÖ ölçeğinde kontrol grubu lehine anlamlı farklılık görüldü. Sonuç olarak, tedavi sonunda FBÖ istatistiksel olarak gruplar arasında farklılık gözlenmemiştir.

Afşar ve arkadaşları yapmış olduğu çalışmada subakut inme hastalarında Microsoft Xbox 360 Kinetict video oyun sisteminin üst ekstremitte motor fonksiyonlarına etkisini incelemişlerdir. Çalışmaya 19 sanal gerçeklik grubu, 16 kontrol grubu olmak üzere 35 kişi katılmıştır. Tüm hastalara toplamda 4 hafta, haftada 5 kez olmak üzere üst ekstremitte için 60 dakika konvansiyonel tedavi uygulanmıştır. Sanal gerçeklik grubu, buna ek olarak günde 30 dakikalık Xbox kinetict oyun sistemi almıştır. Hastalar rehabilitasyon öncesi ve 4 hafta sonrası rehabilitasyon sonrasında değerlendirilmiştir. Ölçek olarak Kutu Blok Test, Fonksiyonel bağımsızlık ölçümü öz bakım skoru, Brunnstorm evrelemesi ve Fugl-Meyer üst ekstremitte motor fonksiyon skalası kullanılmıştır. Brunnstrom evrelemesi ve Fugl-Meyer üst ekstremitte puanları, Kutu Blok Testi ve Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği, hem deney hem de kontrol gruplarında tedavi sonrası önemli ölçüde iyileşme gözlenmiştir. Deney grubu için Brunnstrom evre-üst ekstremitte ve Kutu Blok Testi, kontrol grubuna kıyasla anlamlı derecede üstünken, Brunnstrom evre-üst ekstremitte, Fonksiyonel Bağımsızlık Ölçeği ve Fugl-Meyer gruplar arasında benzer bulunmuştur [42]. Bizim çalışmamız akut hemipleji hastalara uygulandı çalışma sonrası Brunnstrom evre üst araştırma değişkenlerine ait değerler, literatürdeki çalışma ile benzerlik göstermeyerek çalışma ve kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermediği tespit edilmiştir ($p>0.05$). Sanal gerçeklik ya da egzersiz uygulanmayan kontrol grubundaki hastalarda, çalışma öncesi ve sonrasında değerlendirildiğinde Brunnstrom hemipleji alt ve üst ekstremitte motor evrelemesi, fonksiyonel bağımsızlık ölçeğinde anlamlı bir farklılık gözlenmedi.

Santos ve arkadaşlarının yapmış olduğu çalışmada inme sonrası hemiparetik hastaların denge eğitimi için sanal gerçeklik uygulamasının etkilerini araştırmak amaçlanmıştır. Çalışmaya 7 hemiparetik hasta katılmıştır. Hemiparetik innmeli hastaların tedavi öncesi ve sonrası fonksiyonel mobilite (zamanla kalk yürü testi), yürüme hızı (10 metre), bilateral femoral kuadriceps kas kuvveti, berg denge ölçeği ve inme sonrası öz yeterlilik değerlendirilmiştir. Tedavi için sensörlü denge tahtası, mikro denetleyici sistemle çalıştırılan bilgisayar sistemi kurulmuştur. Tedavi sonucuna göre paretik olmayan taraftaki kuadriceps kasının gücü dışında tüm değişkenler anlamlı olarak farklılık göstermiştir [43]. Bizim çalışmamızda sanal gözlük yalnızca akut hemipleji hastalarına uygulandı gruplar arası bir farklılık gözlenmedi. Tedavi sonrası gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır. FBÖ'de gruplar arasında anlamlı bir fark gözükmezken, çalışma öncesinde kontrol grubu çalışma grubuna üstündü. Çalışma ve kontrol grubuna ait FBÖ, çalışma öncesi ve sonrasında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlemlendi. Tedavi sonrası gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Fan ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen çalışmada sanal gerçeklik tedavisini tedavide uygulanabilirliğini teşvik etmek ve iyileştirmeyi sağlamak için ülkelerden gelen yayınları değerlendirerek özetlemeyi amaçlamışlardır. SCIE (Science Citation Index Expanded) veritabanı, sanal gerçeklik (VR) uygulamasıyla ilgili yayınlar 20 Ocak 2022'de taranmış. 1617 makale ve 46116 referans kullanarak bir grup oluşturulmuştur. CiteSpace V (Drexel Üniversitesi) ve VOSviewer (Leiden Üniversitesi), Ülkeler, kurum, dergiler, anahtar kelime, referanslar araştırma aracı olarak kullanılmıştır. Sonuç olarak, 63 ülke ve 1921 enstitü yayına katkıda bulunmuş. Amerika Birleşik Devletleri 663 yayın sayısı ile bu alanda lider olurken, en fazla yayına sahip olduğu gözlenmiştir. Sırasıyla Kanada, Avustralya, İngiltere takip ettiği görülmüştür. İlk 10' da Türkiye'nin bulunmadığı görülmüştür [44]. Bizim çalışmamız, ülkemizde YÖKTEZ, PEDro ve Dergipark tabanlı veri kaynaklarına göre akut innmeli hastalarda yapılmış ilk çalışmadır.

Campo-Prieto ve arkadaşları yapmış olduğu meta-analizde, yaşlı erişkinlerde üç boyutlu sanal gerçeklik kullanılarak yaşlıların fiziksel aktiviteleri analiz edilmiştir. Meta-analiz sonuçlarına göre sanal gerçeklik teknolojisi kullanılan video

görüntüleri yaşlıları fiziksel harekete teşvik edici terapatik tedavi için kullanımına uygun görülmüştür. Kümülatif verilere göre yaşlılarda terapatik amaçlı üç boyutlu sanal gerçeklik kullanımının erken aşamada klinik gelişim gözlenmiş ve sağlık, rehabilitasyon, aktif yaşam için tamamlayıcı bir araç olduğunu bulmuşlardır [45]. Çalışmamız erişkin hemiplejili hastalarda gerçekleştirilen meta-analizle benzerlik göstererek sanal gerçeklik tabanlı video görüntüleri hastalara izletildi. Literatürde gözüken erken klinik dönemde hastalardaki gelişim bizim çalışmamızda benzerlik göstererek hastalarda ambulasyon, denge, fonksiyonellik, motor evreleme, düşme korkusu üzerinde olumlu etkileri olduğu gözlenmiştir.

Meta-analiz yapılan bir çalışmada Parkinson, multiple skleroz, hemipleji, travmatik beyin hasarı ve serebral palsili tanılardan birini içeren sanal gerçeklik rehabilitasyonu yaklaşımı 97 makale incelenmiştir. Sanal gerçeklik ve geleneksel rehabilitasyon birleştirildiğinde denge ve yürüyüş paterninde iyileşme gözlenmiştir fakat incelenen birçok çalışmada düşük metodolojik kalite sunulmuştur [46]. Bizim çalışmamız literatürdeki çalışmayla benzerlik göstererek çalışmada yer alan hemiplejik hastalara sanal gerçeklik uygulandı. Yalnızca sanal gerçeklik uyguladığımız grupta berg denge ölçeğinde anlamlı olarak iyileşme gözlendi.

Akinladejo ve Felix'in yapmış olduğu çalışmada akut inmeli hastalarda ayaktan eğitimle sanal gerçeklik uygulamasını araştırmışlardır. Sanal ortamda kazanılan becerilerin gerçek dünyaya aktarılıp aktarılmadığını öğrenmek istenmiştir. Sanal gerçeklik uygulaması haftada 5 gün günde 30 dakika olmak üzere totalde 4 hafta sürmüştür [47]. Bizim çalışmamız akut hemiplejili hastalara, haftada 5 gün ve 30 dakika sanal gerçeklik uygulaması yapıldı bu yönüyle yapılan çalışmayla benzerlik göstermiştir. Toplamda 10 seans olarak planladığımız çalışmamız, çalışmayı gerçekleştirdiğimiz Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi'nde akut hemipleji hastalarının sirkülasyonun fazla olmasından dolayı ortalama 7.8 gün süre zarfında gerçekleşmiştir.

5. Sonuçlar

Sonuç olarak, akut hemiplejili hastalarda yarı sürükleyici sanal gerçeklik uygulamasının mobilite, fonksiyonellik, denge ve düşme korkusu üzerine etkisi incelenen çalışmamızda tedavi sonrası hem çalışma hem de kontrol grubunda FAS, FBÖ, UDEÖ, BDÖ ölçeklerinde anlamlı farklılık bulunurken ($p<0,05$), Brunnstrom alt ve üst ekstremit motor evrelemede anlamlı farklılık ($p>0,05$) bulunmamıştır. Tedavi sonunda çalışma grubunun kontrol grubuna tüm değişkenlerde istatistiksel olarak üstünlüğü bulunmamıştır ($p>0,05$).

6. Öneriler

- Akut hemipleji hastalarında sanal gerçeklik gözlüğü ile gerçekleştirdiğimiz çalışmayı, subakut veya kronik hemipleji tanılı hastalarda sanal gerçeklik gözlüğü ile gerçekleştirilmesi durumunda farklı sonuçlar elde edebileceğimizi düşünmekteyiz.
- Akut hemipleji hastalarında gerçekleştirdiğimiz çalışmanın tedavi uygulama süresinin daha uzun sürede olması durumunda farklı sonuçlar elde edinilebilirdi.
- Çalışmamızı planlama sırasında istatistiksel anlamlılık için gerekli olan vaka sayısı power analizinde hesaplanıp ona göre alınmış olmasına rağmen daha fazla örneklem büyüklüğü ile gerçekleştirilebilirdi.
- Çalışma grubundaki sanal gerçeklik tedavisi uyguladığımız hastalarda tedavi, uygulamaları bittikten sonra hastalardan ruhen kendini daha iyi hissettikleri bildirimlerini aldık. Bu çalışmamızda uyguladığımız anketler dışında depresyon ölçeği testi uygulanabilirdi.
- Çalışma grubuna uyguladığımız sanal gerçeklik uygulamasında hastalar pasif durumdadır, hastanın aktif katılımlı olduğu sanal gerçeklik uygulamaları uygulanabilirdi.

7. Yazar katkı beyanı

Çalışmada araştırmanın tasarımı ve hipotezi Nuray AYTAN AKCA, Seçil ÖZKURT; veri toplanması Nuray AYTAN AKCA, Ayhan KÖKSAL; veri analizi, yorumlanması, tartışma ve yazımı Nuray AYTAN AKCA; revizyonu Seçil ÖZKURT tarafından yapılmıştır.

8. Etik kurul onayı ve çıkar çatışması beyanı

Çalışma 13.04.2022 tarihinde Başakşehir Çam ve Sakura Şehir Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nca KAEK/2022.04116 karar numarasıyla onaylanmıştır. Bu çalışmanın bir kişi/kurum ile çıkar çatışması yoktur.

9. Kaynaklar

- [1] Sacco RL, Kasner SE, Broderick JP, Caplan LR, Connors JJ, Culebras A, et al. "An updated definition of stroke for the 21st century: a statement for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association". *Stroke*, 44(7), 2064-2089, 2013.
- [2] Kim GY, Han MR, Lee HG. "Effect of dual-task rehabilitative training on cognitive and motor function of stroke patients". *J Phys Ther Sci*, 26(1), 1-6, 2014.
- [3] Kamphuis JF, de Kam D, Geurts AC, Weerdesteyn V. "Is weight-bearing asymmetry associated with postural instability after stroke? A systematic review". *Stroke Res Treat*, 2013, 692137, 2013.

- [4] Chen P, Hreha K, Kong Y, Barrett A. "Impact of spatial neglect on stroke rehabilitation: Evidence from the setting of an inpatient rehabilitation facility". *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 96(8), 1458-1466, 2015.
- [5] Beyaert C, Vasa R, Frykberg GE. "Gait post-stroke: pathophysiology and rehabilitation strategies". *Neurophysiol Clin*, 45(4-5), 335-55, 2015.
- [6] Stein J, Harvey RL, Macko RF, Winstein CJ, Zorowitz RD. *İnme İyileşmesi ve Rehabilitasyonu*. Çeviri: Arasıl T, Öztürk EA. Ankara, Türkiye, Pelikan Yayıncılık, 2012.
- [7] Wade DT. "Measurement in neurological rehabilitation". *Curr Opin Neurol Neurosurg*, 5(5), 682-686, 1992.
- [8] Taner D. *Fonksiyonel Nöroanatomi*. 15 baskı. Ankara, Türkiye, ODTÜ Yayıncılık, 2015.
- [9] Nelles G, Jentzen W, Jueptner M, Müller S, Diener H. "Arm training induced brain plasticity in stroke studied with serial positron emission tomography". *Neuroimage*, 13(6), 1146-1154, 2001.
- [10] Chen JC, Liang CC, Shaw FZ. "Facilitation of sensory and motor recovery by thermal intervention for the hemiplegic upper limb in acute stroke patients: a single-blind randomized clinical trial". *Stroke*, 36(12), 2665-2669, 2005.
- [11] Cirstea M, Levin MF. "Compensatory strategies for reaching in stroke". *Brain*, 123(5), 940-953, 2000.
- [12] Chang WH, Kim YH. "Robot-assisted therapy in stroke rehabilitation". *Journal of Stroke*, 15(3), 174, 2013.
- [13] Díaz I, Gil JJ, Sánchez E. "Lower-limb robotic rehabilitation: literature review and challenges". *Journal of Robotics*, 2011, 759764, 2011.
- [14] Knecht S, Hesse S, Oster P. "Rehabilitation after stroke". *Deutsches Ärzteblatt International*, 108(36), 600-606, 2011.
- [15] Langhorne P, Bernhardt J, Kwakkel G. "Stroke rehabilitation". *The Lancet*, 377(9778), 1693-1702, 2011.
- [16] Levin HS, Grafman J. *Cerebral Reorganization of Function After Brain Damage*. New York, USA, Oxford University Press, 2000.
- [17] Bayona NA, Bitensky J, Salter K, Teasell R. "The role of task-specific training in rehabilitation therapies". *Topics in stroke rehabilitation*, 12(3), 58-65, 2005.
- [18] Coleman ER, Moudgal R, Lang K, Hyacinth HI, Awosika OO, Kissela BM, et al. "Early rehabilitation after stroke: a narrative review". *Curr Atheroscler Rep*, 19(12), 59, 2017.
- [19] Macclellan LR, Bradham DD, Whittall J, Volpe B, Wilson PD, Ohlhoff J, et al. "Robotic upperlimb neurorehabilitation in chronic stroke patients". *J Rehabil Res Dev*, 42(6), 717-722, 2005.
- [20] Teasell RW, Kalra L. "What's new in stroke rehabilitation: Back to basics". *Stroke*, 36(2), 215-217, 2005.
- [21] Eriksson J, Mataric MJ, Winstein CJ. "Hands-off assistive robotics for post-stroke arm rehabilitation". *9th International Conference on Rehabilitation Robotics*, Chicago, USA, 28 June–1 July 2005.
- [22] Fasoli SE, Krebs HI, Stein J, Frontera WR., Hughes R, Hogan N. "Robotic therapy for chronic motor impairments after stroke: Follow-up results". *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 85(7), 1106-1111, 2004.
- [23] Frisoli A, Procopio C, Chisari C, Creatini I, Bonfiglio L, Bergamasco M, et al. "Positive effects of robotic exoskeleton training of upper limb reaching movements after stroke". *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 9(1), 1-16, 2012.
- [24] Kan P, Huq R, Hoey J, Goetschalckx R, Mihailidis A. "The development of an adaptive upper-limb stroke rehabilitation robotic system". *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 8(1), 1-18, 2011.
- [25] Koritnik T, Bajd T, Munih M. *Virtual Rehabilitation of Lower Extremities*. 11th Mediterranean Conference on Medical and Biomedical Engineering and Computing, Ljubljana, Slovenia, 26–30 June 2007.
- [26] Sawner K, LaVigne JM, Brunnstrom S. *Brunnstrom's Movement Therapy in Hemiplegia: A Neurophysiological Approach*. 2. baskı. Philadelphia, USA, JB Lippincott Company, 1992.
- [27] Llobera J, Spanlang B, Ruffini G, Slater M. "Proxemics with Multiple Dynamic Characters in an Immersive Virtual Environment". *ACM Transactions on Applied Perception*, 8(1), 1-12, 2010.
- [28] Hung Y, Vetivelu A, Hird MA, Yan M, Tam F, Graham SJ, et al. "Using fMRI virtual-reality technology to predict driving ability after brain damage: a preliminary report". *Neurosci Lett*, 558, 41-46, 2014.
- [29] Arlı M, Nazik H. *Bilimsel araştırmaya giriş*. Ankara, Türkiye, Gazi Kitabevi, 2001.
- [30] Lee HC, Huang CL, Ho SH, Sung WH. "The Effect of a Virtual Reality Game Intervention on Balance for Patients with Stroke: A Randomized Controlled Trial". *Games for Health Journal*, 6(5), 303-311, 2017.
- [31] Kucukdeveci AA, Kutlay S, Elhan AH, Tennant A. "Preliminary study to evaluate the validity of the mini-mental state examination in a normal population in Turkey". *Int J Rehabil Res*, 28(1), 77-79, 2005.
- [32] Elhan AH, Kutlay S, Kucukdeveci AA, Cotuk C, Ozturk G, Tesio L, et al. "Psychometric properties of the Mini-Mental State Examination in patients with acquired brain injury in Turkey". *J Rehabil Med*, 37(5), 306-311, 2005.
- [33] Kucukdeveci AA, Yavuzer G, Elhan AH, Sonel B, Tennant A. "Adaptation of the Functional Independence Measure for use in Turkey". *Clin Rehabil*, 15(3), 311-319, 2001.
- [34] Young Y, Fan MY, Hebel JR, Boulton C. "Concurrent Validity of Administering the Functional Independence Measure (FIM) Instrument by interview". *American journal of physical medicine & rehabilitation*, 88(9), 766-770, 2009.
- [35] Holden MK, Gill KM, Magliozzi MR, Nathan J, Piehl-Baker L. "Clinical gait assessment in the neurologically impaired: reliability and meaningfulness". *Physical therapy*, 64(1), 35-40, 1984.

- [36] Sahin F, Yilmaz F, Ozmaden A, Kotevoglul N, Sahin T, Kuran B. "Reliability and validity of the Turkish version of the Berg Balance Scale". *Journal of Geriatric Physical Therapy*, 31(1), 32-37, 2008.
- [37] Yardley L, Beyer N, Hauer K, Kempen G, Piot-Ziegler C, Todd C. "Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I)". *Age and ageing*, 34(6), 614-619, 2005.
- [38] Rosamond WD, Folsom AR, Chambless LE, Wang CH, McGovern PG, Howard G, et al. "Stroke incidence and survival among middle-aged adults". *Stroke*, 30(4), 736-743, 1999.
- [39] Alzahrani MA, Dean CM, Ada L, Dorsch S, Canning CG. "Mood and Balance are Associated with Free-Living Physical Activity of People after Stroke Residing in the community". *Stroke Research and Treatment*, 2012, 470648, 2012.
- [40] Chen C, Kreidler T, Ochsenfahrt A. *Rehago-A Home-Based Training App Using Virtual Reality to Improve Functional Performance of Stroke Patients with Mirror Therapy and Gamification Concept: A Pilot Study*. Editörler: Bürkle T, Denecke K, Holm J, Sariyar M, Lehmann M. Healthcare of the Future 2022: Digital Health-From Vision to Best Practice!, Amsterdam, Netherlands, IOS Press, 2022.
- [41] Luque-Moreno C, Kiper P, Solis-Marcos I, Agostini M, Polli A, Turolla A, et al. "Virtual Reality and Physiotherapy in Post-Stroke Functional Re-Education of the Lower Extremity: A Controlled Clinical Trial on a New Approach". *Journal of Personalized Medicine*, 11(11), 1210, 2021.
- [42] Afşar SI, Mirzayev I, Yemisci OU, Saracgil SNC. "Virtual Reality in Upper Extremity Rehabilitation of Stroke Patients: A Randomized Controlled Trial". *Journal of stroke & cerebrovascular diseases*, 27(12), 3473-3478, 2018.
- [43] Santos FMK dos, Eichinger FLF, Domenech SC, Noveletto F, Engster MP, Aquino APM de, et al. "A Serious game for balance rehabilitation of hemiparetic stroke patients". *Research, society and development*, 11(14), 1-10, 2022.
- [44] Fan T, Wang X, Song X, Zhao G, Zhang Z. "Research Status and Emerging Trends in Virtual Reality Rehabilitation: Bibliometric and Knowledge Graph Study". *JMIR Serious Games*, 11, e41091, 2023.
- [45] Campo-Prieto P, Cancela J, Rodríguez-Fuentes G. "Immersive virtual reality as physical therapy in older adults: present or future (systematic review)". *Virtual Reality*, 25, 801-817, 2021.
- [46] Porrás DC, Siemonsma P, Inzelberg R, Zeilig G, Plotnik M. "Advantages of virtual reality in the rehabilitation of balance and gait Systematic review". *Neurology*, 90(22), 1017-1025, 2018.
- [47] Akinladejo FO. Computer-Supported Rehabilitation Management A Case Study of Using Virtual Reality Technology in Ambulatory Training for Post-Acute Stroke Patients. PhD Thesis, Nova Southeastern University, Florida, USA, 2005.