

**Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigosu Olan
Bireylerde Vestibüler Rehabilitasyon ile Birlikte
Uygulanan Farklı Sanal Gerçeklik Uygulamalarının
Etkilerinin Karşılaştırılması: Randomize Kontrollü
Çalışma**

Aytül Özdi

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsüne Fizyoterapi ve
Rehabilitasyon Doktora Tezi olarak sunulmuştur.

Doğu Akdeniz Üniversitesi
Ağustos 2024
Gazimağusa, Kuzey Kıbrıs

Lisansüstü Eğitim, Öğretim ve Araştırma Enstitüsü onayı

Prof. Dr. Ali Hakan Ulusoy
L.E.Ö.A. Enstitüsü Müdürü

Bu tezin Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Doktora derecesinin gerekleri doğrultusunda hazırlandığını onaylarım.

Prof. Dr. Mitat Koz
Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölüm
Başkanı

Bu tezi okuyup değerlendirdiğimizi, tezin nitelik bakımından Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Doktora derecesinin gerekleri doğrultusunda hazırlandığını onaylarız.

Prof. Dr. Birgül Balcı
Eş-Tez Danışmanı

Doç. Dr. Gözde İyigün
Tez Danışmanı

Değerlendirme Komitesi

1. Prof. Dr. Birgül Balcı
2. Prof. Dr. Uğur Cavlak
3. Prof. Dr. Muhammed Kılınç
4. Prof. Dr. Mehtap Malkoç
5. Doç. Dr. Ender Angın
6. Doç. Dr. Gözde İyigün
7. Yrd. Doç. Dr. Müjgan Öztürk

ÖZ

Bu çalışmanın amacı rezidüel baş dönmesi şikâyeti olan Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo (BPPV) tanılı bireylerde vestibüler rehabilitasyon ile birlikte uygulanan 2-boyutlu (2B-SG) ve 3-boyutlu sanal gerçeklik (3B-SG) uygulamalarının etkilerini karşılaştırmaktır. Çalışmaya katılan toplam 42 BPPV'li birey, 2B-SG (n=14), 3B-SG (n=14) tedavi grupları ve kontrol (n=14) gruplarına randomize olarak ayrıldı. Tedavi gruplarına haftada 3 gün, 8 hafta boyunca toplam 24 seans uygulama yapıldı. Kontrol grubuna herhangi bir tedavi uygulanmadı. Subjektif klinik semptomların varlığının ve şiddetinin ölçüldüğü Değerlendirme Formu ve Nistagmus değerlendirmesi için Dix Hallpike ve/veya Roll Testi kullanıldı. Reaksiyon zamanı ölçümü için Seçenekli Adım Alma Reaksiyon Zamanı Testi, düşme korkusu için Düşme Etkinlik Ölçeği, klinik denge değerlendirmesi için Fullerton Gelişmiş Denge Ölçeği–Türkçe ve teknoloji destekli denge ölçümü için Nintendo Wii Denge Tahtası, yürüme fonksiyonu için Dinamik Yürüme İndeksi, yürüme hızı için 10 Metre Yürüme Testi (MYT), 10 MYT– Horizontal Baş Hareketi ve 10 MYT- Vertikal Baş Hareketi, günlük yaşam aktiviteleri için Vestibüler Bozukluklarda Günlük Yaşam Aktiviteleri Ölçeği, yaşam kalitesi için Baş Dönmesi Engellilik Envanteri kullanıldı ve sanal gerçeklik uygulaması ile ilgili memnuniyetleri sorgulandı. Değerlendirmeler tüm gruplara çalışmaya başlamadan önce ve sekiz haftalık süre sonrasında uygulandı. 2- boyutlu ve 3- boyutlu sanal gerçeklik uygulamalarının vestibüler rehabilitasyon ile birlikte uygulanması hastaların subjektif klinik semptomlar, reaksiyon zamanı, düşme korkusu, denge fonksiyonları, yürüme fonksiyonu, yürüme hızı, günlük yaşam aktiviteleri ve yaşam kalitesi üzerinde kontrol grubuna kıyasla daha etkili olduğu ve tedavi gruplarında sanal gerçeklik ile ilgili memnuniyet düzeylerinde olumlu yönde

gelişme oldu. Özellikle 3- boyutlu sanal gerçeklik uygulamalarının istenmeyen anlık yan etkileri olmasına rağmen cihaz kullanım sürecinin daha kontrollü olması bakımından 2- boyutlu uygulamalara kıyasla daha fazla memnuniyet elde edildi. Sonuç olarak her iki sanal gerçeklik uygulamasının BPPV hastalarının tedavisinde vestibüler rehabilitasyona ek olarak kullanılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo, Baş Dönmesi, Sanal Gerçeklik, Vestibüler Rehabilitasyon, Denge Fonksiyonu, Yürüme

ABSTRACT

The aim of this study was to compare the effects of 2-dimensional (2D-VR) and 3-dimensional virtual reality (3D-VR) applications used in conjunction with vestibular rehabilitation in individuals diagnosed with Benign Paroxysmal Positional Vertigo (BPPV) who complain of residual dizziness. A total of 42 individuals with BPPV enrolled in the study were randomized into 2D-VR (n=14), 3D-VR (n=14) and control (n=14) groups. The treatment groups received a total of 24 sessions, 3 days per week, for 8 weeks. The control group did not receive any form of treatment. The Evaluation Form for the presence and severity of clinical symptoms, the Dix Hallpike and Roll Test for nystagmus, Choice Stepping Reaction Time Test for reaction time, Fall Activity Scale for fear of falling, Fullerton Advanced Balance Scale-Turkish for clinical balance, and Nintendo Wii Balance Board for technology-assisted balance, Dynamic Gait Index for walking function, 10-Meter Walk Test (MWT), 10 MWT-Horizontal Head Movement and 10 MWT-Vertical Head Movement to evaluate walking speed, Vestibular Disorders Daily Living Activities Scale for daily living activities, Dizziness Disability Inventory were used for quality of life, and was evaluated their degree of satisfaction with the VR application. Evaluations were made before the start of the study and after eight weeks. It was found that 2D-VR and 3D-VR was more effective on the clinical symptoms, reaction time, fear of falling, balance functions, walking function, walking speed, activities of daily living, and quality of life compared to the control group, and there was a positive improvement in the satisfaction levels related to VR in the treatment groups. Although 3D-VR applications in particular have undesirable immediate side effects, more satisfaction was achieved compared to 2D-VR in terms of the more controlled

device usage process. Therefore, it is recommended that both applications be used in addition to vestibular rehabilitation in the treatment of BPPV patients.

Keywords: Benign Paroxysmal Positional Vertigo, Dizziness, Virtual Reality, Vestibular Rehabilitation, Balance Function, Gait

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın planlanmasında, içeriğinin şekillenmesinde, sonuçlarının yorumlanmasında kısacası her anında katkısı ve emeği olan, benimle tüm deneyim ve tecrübelerini paylaşan, hiç pes etmeden her zaman yanımda olan, bana ışık tutan ve kendimi özel hissetmemi sağlayan, yoluma ışık olan çok değerli ve kıymetli hocam, danışmanım Doç. Dr. Gözde İyigün’e teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tez çalışmamın başında bu alanda eğitim almam konusunda danışmanım ile birlikte beni cesaretlendiren, desteğini esirgemeyen, bilgi birikimini benimle paylaşan değerli hocam, eş danışmanım Prof. Dr. Birgül Balcı’ya teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamın yürütülmesi sırasında her türlü imkânı sağlayan, bizlere sahip çıkan, mesleki tecrübe ve deneyimleri ile bizlere en iyi şekilde yol gösteren Fakülte Dekanımız sayın Prof. Dr. Mehtap Malkoç’a, Bölüm Başkanımız sayın Prof. Dr. Mitat Koz’a ve Fizyoterapi Bölümü hocalarıma teşekkürlerimi sunarım.

Tez izleme komitemde yer alan, bu süreçte bilgi ve deneyimlerini benimle paylaşan, bana zaman ayıran sayın Doç. Dr. Ender Angın ve Yrd. Doç. Dr. Müjgan Öztürk’e teşekkürlerimi sunarım. Tez savunma jürimde olmayı kabul eden ve bana zaman ayırarak beni onurlandıran sayın hocalarım Prof. Dr. Uğur Cavlak ve Prof. Dr. Muhammed Kılınç’a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam sırasında bana destek olan sevgili arkadaşlarıma, meslektaşlarıma özellikle her konuda beni cesaretlendiren ve her zaman yanımda olan Dr. Fzt. Göktuğ Er ve Uzm. Fzt. Betül Fatma Bilgin’e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmamda yer alan tüm katılımcılara bana zaman ayırdıkları için teşekkür ederim.

Eğitim sürecimin ve özel hayatımın her anında bana her türlü desteği sağlayan, bana sabretmeyi ve güçlü olmayı öğreten sevgili eşim Burak Kocamanyeğit'e, eğitim hayatımın her aşamasında desteklerini, sevgilerini benden esirgemeyen, bu zorlu süreçte de büyük bir sabır ve anlayışla yanımda olan başta canım annem, babam, ablalarım, kardeşim ve yeğenlerime, tüm aileme her şey için teşekkür ederim, iyi ki varsınız.

İÇİNDEKİLER

ÖZ	iii
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vii
KISALTMALAR	xiii
TABLO LİSTESİ	xiv
ŞEKİL LİSTESİ	xvi
1 GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Amacı	5
1.2 Hipotezler	5
2 GENEL BİLGİLER	7
2.1 Vestibüler Sistem	7
2.1.1 Santral Vestibüler Sistem	7
2.1.2 Periferik Vestibüler Sistem	8
2.1.2.1 Kemik Labirent	8
2.1.2.2 Membranöz Labirent	9
2.1.2.3 Utrikül ve Sakkül	9
2.1.2.4 Semisirküler Kanallar	9
2.1.2.5 Vestibüler Reseptör Yapılar	10
2.2 Periferik Vestibüler Sistem Bozuklukları	10
2.2.1 Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo Tanımı	11
2.2.2 BPPV İnsidans- Prevalans	12
2.2.3 BPPV Patofizyolojisi	12
2.2.4 BPPV Etiyolojisi	13

2.2.5 BPPV Klinik semptomlar	14
2.2.6 BPPV’de Güncel Tanı	16
2.2.7 BPPV Tanı ve Değerlendirilmesi	17
2.2.7.1 Posterior Kanal BPPV Tanılama	17
2.2.7.2 Lateral Kanal BPPV Tanılama	17
2.2.8 Klinik Değerlendirme Yöntemleri.....	18
2.2.9 BPPV Kanıta Dayalı Tedavi.....	19
2.2.9.1 Medikal Tedavi	19
2.2.9.2 Yeniden Konumlandırma Manevraları	19
2.2.9.2.1 Posterior Kanal BPPV Manevraları.....	20
2.2.9.2.2 Lateral Kanal BPPV Manevraları	20
2.2.9.3 Vestibüler Rehabilitasyon Egzersizler	21
2.2.9.4 Sanal Gerçeklik Uygulamaları	23
3 GEREÇ VE YÖNTEM	28
3.1 Bireyler.....	28
3.2 Dahil Edilme Kriterleri.....	30
3.3 Dahil Edilmeme Kriterleri.....	30
3.4 Değerlendirme Ölçütleri.....	31
3.4.1 Sosyo-Demografik Bilgi Formu –Klinik Semptomların Ölçümü	32
3.4.2 Nistagmus Belirtilerinin Değerlendirmesi	32
3.4.2.1 Dix Hallpike Testi (Posterior Semisirküler Kanal Testi).....	33
3.4.2.2 Roll Testi (Lateral Semisirküler Kanal Testi).....	34
3.4.3 Reaksiyon Zamanı: Seçenekli Adım Alma Reaksiyon Zamanı Testi	34
3.4.4 Düşme Korkusu: Düşme Etkinlik Ölçeği (Tinetti).....	35
3.4.5 Denge Testleri.....	36

3.4.5.1 Klinik Denge Ölçeği: Fullerton Gelişmiş Denge Ölçeği-Türkçe..	36
3.4.5.2 Teknoloji Destekli Denge Ölçeği: Nintendo Wii Denge Tahtası..	36
3.4.6 Dinamik Yürüme İndeksi	36
3.4.7 Yürüme Hızı	37
3.4.7.1 10 Metre Yürüme Testi	37
3.4.7.2 10 Metre Yürüme Testi-Horizontal Baş Hareketi.....	38
3.4.7.3 10 Metre Yürüme Testi-Vertikal Baş Hareketi.....	38
3.4.8 Vestibüler Bozukluklarda Günlük Yaşam Aktiviteleri Ölçeği.....	39
3.4.9 Baş Dönmesi Engellilik Envanteri	40
3.4.10 Sanal Gerçeklik Uygulaması ile İlgili Memnuniyet Düzeyi	40
3.5 Tedavi Yöntemleri.....	41
3.5.1 Vestibüler Rehabilitasyon Programı.....	41
3.5.1.1 Adaptasyon Egzersizleri	41
3.5.1.2 Habitüasyon (Alıştırma) Egzersizleri.....	42
3.5.1.3 Yerine Koyma (Substitution) ve Denge Egzersizleri.....	42
3.5.1.4 Yürüme Egzersizleri.....	43
3.5.2 Sanal Gerçeklik Programı.....	44
3.5.2.1 3-Boyutlu Sanal Gerçeklik Uygulaması	43
3.5.2.2 2-Boyutlu Sanal Gerçeklik Uygulaması	45
3.6 İstatistiksel Analiz	47
4 BULGULAR	48
5 TARTIŞMA	75
5.1 Güçlü Yanlar ve Limitasyonlar	96
6 SONUÇ VE ÖNERİLER	99
KAYNAKLAR	104

EKLER.....	124
Ek A: Etik Kurul Onay Raporu	125
Ek B: Bilgilendirilmiş Onam Formu	126
Ek C: Sosyodemografik Değerlendirme Formu	129
Ek D: Düşme Etkinlik Ölçeği (Tinetti)	132
Ek E: Fullerton Gelişmiş Denge Ölçeği- Türkçe	133
Ek F: Nintendo Wii Denge Tahtası	137
Ek G: Dinamik Yürüme İndeksi.....	138
Ek H: Yürüme Hızı Test Formu	140
Ek I: Vestibüler Bozukluklarda Günlük Yaşam Aktiviteleri Ölçeği.....	141
Ek J: Baş Dönmesi Engellilik Envanteri	143
Ek K: Sanal Gerçeklik Uygulaması ile İlgili Memnuniyet Düzeyi	145

KISALTMALAR

%	Yüzde
°	Derece
n	Birey Sayısı
X	Aritmetik Ortalama
2B	2-Boyut
3B	3-Boyut
10 MYT	10 Metre Yürüme Testi
10 MYT-H	10 Metre Yürüme Testi- Horizontal
10 MYT-V	10 Metre Yürüme Testi- Vertikal
BDEE	Baş Dönmesi Engellilik Envanteri
BPPV	Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo
CSRT	Seçenekli Adım Alma Reaksiyon Zamanı Testi
DEÖ	Düşme Etkinlik Ölçeği
DYİ	Dinamik Yürüme İndeksi
FAB-T	Fullerton Gelişmiş Denge Ölçeği–Türkçe
GAS	Görsel Analog Skalası
MCID	En küçük klinik önemli değişim
OD	Ortalama Değişim
RT	Roll Testi
SG	Sanal Gerçeklik
Sn	Saniye
SPSS	İstatistiksel Analiz Programı
SS	Standart Sapma

VBGYA	Vestibüler Bozukluklarda Günlük Yaşam Aktiviteleri Ölçeği
VOR	Vestibüler oküler refleks

TABLO LİSTESİ

Tablo 1: Bireylerin gruplara göre demografik özelliklerinin değişimlerinin karşılaştırılması.....	49
Tablo 2: Bireylerin gruplara göre klinik özelliklerinin değişimlerinin karşılaştırılması.....	50
Tablo 3: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası dönemde grup içi ve gruplar arası subjektif klinik semptomların ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.....	52
Tablo 4: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası dönemde grup içi ve gruplar arası subjektif klinik semptomların (başdönmesi, denge problemi, baş ağrısı, düşme korkusu) şiddeti ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.....	55
Tablo 5: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi ve gruplar arası reaksiyon zamanı-flaş/yanıt fasilitasyonu ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması	57
Tablo 6: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi ve gruplar arası reaksiyon zamanı-flaş/yanıt fasilitasyonu ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.....	59
Tablo 7: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi ve gruplar arası reaksiyon zamanı-inhibitör/yanıt inhibisyonu ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.....	61
Tablo 8: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi ve gruplar arası reaksiyon zamanı-inhibitör/yanıt inhibisyonu ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.....	63
Tablo 9: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi ve gruplar arası DEÖ, FAB-T ve DYİ ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması	66
Tablo 10: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi ve gruplar arası teknolojik destekli denge (Nintendo Wii) ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.....	67
Tablo 11: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi ve gruplar arası yürüme hızı ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.....	69

Tablo 12: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi ve gruplar arası günlük yaşam aktiviteleri ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.....	71
Tablo 13: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi ve gruplar arası yaşam kalitesi ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.....	73
Tablo 14: Tedavi sonrası gruplar arası memnuniyet düzeyi ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması.....	74

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1: Randomizasyona alma kriterleri	30
Şekil 2: Dix hallpike testi.....	33
Şekil 3: Roll testi.....	34
Şekil 4: 3- Boyutlu sanal gerçeklik uygulaması.....	44
Şekil 5: 3-Boyutlu sanal gerçeklik gözlük kullanımı.....	44
Şekil 6: 2- Boyutlu sanal gerçeklik uygulaması.....	45
Şekil 7: 2-Boyutlu sanal gerçeklik gözlük kullanımı.....	46
Şekil 8: Alınan hastaların akış şeması.....	48

Bölüm 1

GİRİŞ

Vestibüler, görsel ve somatosensoriyel sistemlerin birlikte çalışmasının vücut postürünün korunması ve düzenlenmesinde önemli bir yeri vardır. Bu sistemlerden gelen afferent uyarılar, merkezi sinir sisteminin birçok yapısı tarafından işlenir ve entegre edilir. Periferik ve santral olmak üzere iki yapıdan oluşan vestibüler sistem, statik ve dinamik postür ile dengenin korunmasında oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Periferik vestibüler sistem petröz kemik içinde yer alır ve iç kulakta baş hareketlerine duyarlı semisirküler kanallar, utrikul ve sakkulustan oluşur. Semisirküler kanallar ön (anterior), arka (posterior) ve lateral (horizontal) olmak üzere üç bölümden oluşur. Endolenf adı verilen viskoz bir sıvı ile dolu olan semisirküler kanallar birbirine dik açılarda yerleşmiştir ve başın açısal hareketlerini algılamaya yardımcı olur. Periferik vestibüler sistem ve baş hareketleri hakkındaki bilgileri vestibüler sinir yoluyla merkezi sistemlere iletir. Bu sayede baş, vücut, ekstremiteler ve göz hareketlerinin düzenlenmesini sağlar (1,2).

Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo (BPPV), iç kulağa ait bir patolojidir ve semisirküler kanalların disfonksiyonu sonucu oluşmaktadır. BPPV, % 20 ila 40 oranında en sık görülme olasılığı olan periferik vestibüler hastalıklardandır (3,4). BPPV patofizyolojisine bakıldığında; otokoninin otolitik membrandan ayrılması ve endolenf içinde serbest hareketi (kanalolitiazis) veya kupulaya yapışan kalsiyum karbonat kristalleri nedeniyle (kupulolitiazis) etkilenen kanala özgü baş dönmesi

(vertigo) ve nistagmus oluşmasıdır (5,6). Anatomik pozisyonu nedeniyle anterior semisirküler kanalın etkilenimi daha az görülmekle birlikte, lateral semisirküler kanal (%10– 20) ve posterior semisirküler kanal (%80– 90) etkilenimi daha fazla görülmektedir. BPPV, etkilenen semisirküler kanalı belirlendikten sonra, serbest hareket eden otokoni partiküllerinin (kristallerin) başın belli pozisyonel hareketleriyle (yeniden konumlandırma manevraları ile) etkilenen kanaldan uzaklaştırılması ve çözündükleri yer olan utrikule yeniden yerleştirilmesi ile tedavi edilir (5,6).

Vestibüler rehabilitasyon adaptasyon, habitüasyon (alıştırma) ve yerine koyma (substitution) egzersizlerini içerir (7,8). Adaptasyon egzersizleri, vestibüler sistemin belirli bir uyarana (baş hareketi) yanıt olarak vestibülo-oküler refleksin (VOR) büyüklüğünü değiştirme yeteneğine dayanır. Habitüasyon (alıştırma) egzersizleri, adaptasyon egzersizlerinin aksine, baş hareketleri gibi provoke edici uyaranlara sık sık maruz kalmanın semptomları azaltacağı fikrine dayanır. Yerine koyma (substitution) egzersizleri, merkezi programlamayı geliştirerek bakış ve postüral stabiliteyi iyileştirmek için görsel ve somatosensoriyel uyaranları vestibüler uyaranlar ile birleştirir (5,9). Yeniden konumlandırma manevraları kısa vadede vestibüler rehabilitasyondan daha etkili olduğu, fakat bu iki uygulamanın birlikte kullanılmasının BPPV'de uzun süreli fonksiyonel iyileşmede daha etkili olduğu belirtilmektedir (10,11).

Vestibüler rehabilitasyonun denge üzerindeki olumlu etkisinin nöral plastisite ile ilişkili olduğu, görsel stabilizasyonu sağladığı, baş hareketleri sırasında vestibüler-görsel etkileşimi geliştirdiği, baş hareketlerine bağlı oluşan duyarlılığı azalttığı, duyu etkileniminin olduğu durumda ayakta durma ve dinamik postüral stabilitenin

korunmasında etkili olduğu belirtilmektedir (12,13). Bununla birlikte, yetersiz egzersiz uygulaması, hastaların istekleri ve aktif çabalarının gerekliliği dahil olmak üzere, vestibüler rehabilitasyonun sonucu üzerinde olumsuz etki oluşturacak çok sayıda faktör olduğu tespit edilmiştir. Vestibüler rehabilitasyonun zaman alıcı, tekrarlayan, monoton ve zorlayıcı olmayan yönleriyle ilişkili dezavantajlar göz önüne alındığında, potansiyel bir alternatif yöntem olarak daha verimli ve uygun maliyetli tedavi türleri önerilmiştir. Sanal gerçeklik (SG) uygulamaları, daha fazla motive edilmiş vestibüler rehabilitasyona izin vermek için gerçek zamanlı simülasyonlar, interaktif fonksiyonlar ve oyun özellikleri ile donanımlıdır (14,15).

Birçok çalışmada, sanal gerçekliğin ilgi çekici bileşenlerini kullanmanın hastalar üzerinde başarılı sonuçlara katkı sağlayacağı öne sürölmektedir. Çok sayıda görsel uyaranla görsel-vestibüler etkileşime izin vererek, sanal gerçeklik egzersizlerinde daha iyi performans elde etmek için optimize edilmiş bir ortam sağladığı belirtilmektedir. Bunun hedef odaklı dikkat gelişimi ve beyin sinir ağlarının etkinleştirilmesinde önemli yeri bulunmaktadır. Bu sebeple göz izleme algoritmaları ve 'gözlük' kullanan sanal gerçeklik uygulamalarının bu hastalar üzerinde daha etkili olabileceği ileri sürölmektedir (16–19).

Yapılan çalışmalarda vestibüler bozukluğu olan hastaların tedavisinde 2- boyutlu sistemler (örn. Nintendo Wii) (20,21) kullanılmıştır. Bununla birlikte, göze yakın olmaları nedeniyle, başa takılan ekranlar ile 3- boyutlu ortam sağlayan sanal gerçeklik oyunları kullanıcılar üzerinde bilgisayar tarafından oluşturulan ortamın bir parçası gibi hissettiren yüksek çözünürlüklü görüntüler sunmaktadır (8). 3- boyutlu sanal gerçeklik oyunu oynarken baş hareketleri, merkezi sinir sistemi için duyuşsal uyumsuzluk oluşturabilir ve bu sistemin daha sonra sorun çözme odaklı çalışmasına

sebepler olabilir. 3- boyutlu sanal gerçeklik oyununda yer alan alışma egzersizleri, bir duyuusal modaliteye aşırı güvenmeye karşı koymada, hastaları görsel hareket ve görsel-vestibüler çatışmaya karşı duyarsızlaştırmada ve ilişkili semptomları azaltmada faydalı olabilir (8,17).

2- boyutlu ve 3- boyutlu sanal gerçeklik oyunlarından sonra akomodasyonun (göz uyumu) artma eğiliminde olduğu, ancak bu artma eğiliminin özellikle 3- boyutlu sanal gerçeklik oyunu oynadıktan sonra daha fazla olduğu kanıtlanmıştır. Oyun oynarken gözlerin stereoskopik görüntülerle uyarıldığı ve gözbebeklerinin sürekli uyarı altında kalması için parlaklığın değiştiği belirtilmektedir. Görsel uyaranlar ile derinlik algısı sağlamayan geleneksel 2- boyutlu sanal gerçeklik oyun teknolojisine kıyasla, 3- boyutlu sanal gerçeklik oyun teknolojisi mekânsal derinlik algısının kazanılmasında daha etkilidir. Bununla birlikte 3- boyutlu sanal gerçeklik oyunlarında oyun türünün (aksiyon/aksiyon olmayan) da önemli olduğu öne sürülmüştür. Özellikle çoklu görev becerileri ve hız gerektiren aksiyon oyunlarında beynin genel kısımlarının uyarıldığı ifade edilmektedir (22).

Vestibüler rehabilitasyonda sanal gerçeklik teknolojisine ilişkin literatürdeki mevcut çalışmalar incelendiğinde, BPPV dışındaki periferik vestibüler bozuklukları (örn. labirentit, nöronit, Meniere hastalığı, akustik nöroma, kronik baş dönmesi) ve santral vestibüler bozuklukları olan bireylerde başa takılan 3- boyutlu sanal gerçeklik oyunları (8,14,18,21,23–27), bilgisayar destekli 2- boyutlu sanal gerçeklik oyunları (19,27–29) ve oyun olmayan sanal gerçeklik uygulamaları (25,30) kullanılmaktadır. Son zamanlarda sanal gerçeklik uygulamaları kliniklerde yaygın olarak kullanılmasına rağmen, 2- boyutlu ve 3- boyutlu sanal gerçeklik oyun teknolojisinin

özellikle BPPV'deki kalıcı baş dönmesi ve denge kaybı şikayetleri üzerindeki etkilerini araştıran kapsamlı bir çalışma bulunmamaktadır.

1.1 Çalışmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı rezidüel baş dönmesi şikâyeti olan benign paroksizmal pozisyonel vertigo tanılı bireylerde vestibüler rehabilitasyon ile birlikte uygulanan 2-boyutlu ve 3-boyutlu sanal gerçeklik uygulamalarının hastalıkla ilgili klinik semptomlar, reaksiyon zamanı, düşme korkusu, denge fonksiyonları, yürüme fonksiyonu, yürüme hızı, günlük yaşam aktiviteleri, yaşam kalitesi ve memnuniyet düzeyleri üzerindeki etkilerini karşılaştırmaktır.

1.2 Hipotezler

H1: BPPV'li bireylerde vestibüler rehabilitasyona ek olarak 2-boyutlu sanal gerçeklik ve 3-boyutlu sanal gerçeklik tedavisi uygulanan gruplar arasında subjektif klinik semptomlar açısından fark vardır.

H2: BPPV'li bireylerde vestibüler rehabilitasyona ek olarak 2-boyutlu sanal gerçeklik ve 3-boyutlu sanal gerçeklik tedavisi uygulanan gruplar arasında reaksiyon zamanı açısından fark vardır.

H3: BPPV'li bireylerde vestibüler rehabilitasyona ek olarak 2-boyutlu sanal gerçeklik ve 3-boyutlu sanal gerçeklik tedavisi uygulanan gruplar arasında düşme korkusu açısından fark vardır.

H4: BPPV'li bireylerde vestibüler rehabilitasyona ek olarak 2-boyutlu sanal gerçeklik ve 3-boyutlu sanal gerçeklik tedavisi uygulanan gruplar arasında denge fonksiyonları açısından fark vardır.

H5: BPPV'li bireylerde vestibüler rehabilitasyona ek olarak 2-boyutlu sanal gerçeklik ve 3-boyutlu sanal gerçeklik tedavisi uygulanan gruplar arasında yürüme fonksiyonları açısından fark vardır.

H6: BPPV'li bireylerde vestibüler rehabilitasyona ek olarak 2-boyutlu sanal gerçeklik ve 3-boyutlu sanal gerçeklik tedavisi uygulanan gruplar arasında yürüme hızı açısından fark vardır.

H7: BPPV'li bireylerde vestibüler rehabilitasyona ek olarak 2-boyutlu sanal gerçeklik ve 3-boyutlu sanal gerçeklik tedavisi uygulanan gruplar arasında günlük yaşam aktiviteleri açısından fark vardır.

H8: BPPV'li bireylerde vestibüler rehabilitasyona ek olarak 2-boyutlu sanal gerçeklik ve 3-boyutlu sanal gerçeklik tedavisi uygulanan gruplar arasında yaşam kalitesi açısından fark vardır.

H9: BPPV'li bireylerde vestibüler rehabilitasyona ek olarak 2-boyutlu sanal gerçeklik ve 3-boyutlu sanal gerçeklik tedavisi uygulanan gruplar arasında memnuniyet düzeyleri açısından fark vardır.

Bölüm 2

GENEL BİLGİLER

2.1 Vestibüler Sistem

Vestibüler sistem, periferik sensör organ, merkezi işlemciler ve motor uyarıların iletimini sağlayan bağlantılar olmak üzere üç komponentten meydana gelmektedir. Vizüel, somatosensoriyal ve vestibüler uyarıları, merkezi sinir sisteminde işleyerek koordinasyonu sağlayan vestibüler sistem, santral kısmında duyu sistemlerinden gelen uyarıları entegre eder. Vestibüler sistem, başın ve vücudun pozisyonunu ve hareketlerini (propriocepsiyon) algılar ve bunu bazı refleks göz hareketleri ve postüral düzenlemeler ile devam ettirmektedir. Sonuç olarak dengenin sağlanması ve korunmasında vestibüler sistem ve diğer somatosensoriyal ve vizüel sistem önemli bir etkiye sahiptir (31). Santral ve periferik vestibüler sistem olmak üzere iki önemli kısımdan meydana gelmektedir.

2.1.1 Santral Vestibüler Sistem

Santral vestibüler sistem, beyin sapı, ponda yer alan vestibüler nükleuslar, serebellum, kortikal ve subkortikal denge merkezlerinin tümüdür. Periferik vestibüler sistemde bulunan nöroepitelyal tüy hücreleri, VIII. Kranial sinirin (vestibulokohlear sinir) vestibüler bölümü yoluyla kaudal pons ve dorsolateral medulladaki vestibüler çekirdeklere projeksiyonlar gönderir. Vestibüler çekirdeklerden gelen projeksiyonlar serebelluma, vestibülospinal yollara, medial longitudinal fasciculus ve diğer beyin sapı alanlarına, özellikle de retiküler nükleuslara gönderilir. Vestibüler çekirdekler medulla oblongatanın her iki tarafında, dört büyük ve yedi küçük çekirdekten oluşur.

Bunlar süperior ve medial vestibüler çekirdek lifleri semisirküler kanallardan gelir. Medial longitudinal fasciculus ile göz hareketlerini düzeltici ve medial vestibülospinal yolla boyun ve baş hareketini düzeltici sinyaller gönderir. Lateral vestibüler çekirdek lifleri utrikul ve sakkulden gelir ve statik vücut hareketini kontrol etmek için lateral vestibülospinal yolla medulla spinalise efferent ileti gönderilir. Inferior vestibüler çekirdekler ise semisirküler kanallar ile utrikulden lifler geldiği için hem beyin sapının retiküler formasyonuna hem de serebelluma sinyal iletilir. Lateral ve inferior çekirdekler, vestibulo spinal refleksler için, medial ve süperior çekirdekler da vestibülo-oküler refleksler için önemli kavşak noktalarıdır (32,33).

Serebellum, vestibüler performansı kontrol edip gerekli durumlarda santral vestibüler işlemlemeyi uygun şekilde düzenler. Vestibüler duyu girdisi somatosensöriyel ve vizüel duyu girdileri ile birlikte serebellumda işlenir. Dolayısıyla serebellum, vestibüler cevaplar, postüral stabilite, göz kontrolü ve hareket sırasında görev alır. Uzaysal oryantasyon, göz hareketleri ve postüral kontrolden sorumlu olan diğer önemli yapılar ise pons ve beyin sapıdır (34).

2.1.2 Periferik Vestibüler Sistem

Baş hareketlerine duyarlı ve dengenin korunmasında görev alan periferik vestibüler sistem, iç kulakta bulunan temporal kemiğin petröz parçası içerisine yerleşmiş, kemik ve membranöz labirent olmak üzere iki yapıdan meydana gelmektedir (33,35,36).

2.1.2.1 Kemik Labirent

Kemik labirent daha büyük olduğu için dıştan membranöz labirenti sarmaktadır. Zar labirent ile arasında sıvı ve bağ dokudan oluşan perilenf sıvısı bulunmaktadır. Kemik

labirenler, üç semisirküler kanal (yarım daire kanalları), vestibül (utrıkul ve sakkul) ve içi perilenf ile dolu kohleadan oluşmaktadır (5,33,36).

2.1.2.2 Membranöz Labirent

Membranöz labirent içerisinde endolenfatik kanal, endolenfatik keseler ve reseptör yapılar yer almaktadır. Membranöz labirentte bulunan endolenf sıvısı potasyum (K) iyonları bakımından zengin, sodyum (Na) iyonları bakımından fakirdir bu da akış yönüne göre reseptör hücrelerinde meydana gelecek olan depolarizasyon ve repolarizasyonda farklılık yaratmaktadır (5,33,36).

2.1.2.3 Utrıkul ve Sakkul

Utrıkul ve sakkul otolit organlar olarak bilinir. Birçok afferent sinir sinyalleri bu periferel vestibüler organlardan kaynaklanır ve merkezi sinir sistemindeki vestibüler merkezlere iletilir. Utrıkul ve sakkulun tüylü hücreleri, otolit membran içerisine gömülü stereosilyumlara sahiptir. Reseptör hücrelerin üst yüzeylerinde otolit adı verilen kalsiyum karbonat (CaCO_3) kristalleri içeren organik matriks bulunmaktadır. Utrıkul ve sakkul, vücudun lineer (doğrusal) ivmelenmesine yanıt olarak baş pozisyonunu koruyan gerekli duyuşal reseptörler içerir. Utrıkul horizontal hızlanmaya, sakkul ise vertikal hızlanmaya daha duyarlı otolit organlardır (5,33).

2.1.2.4 Semisirküler Kanallar

Vestibulum'un arka-üst tarafında kemik labirente ait yarım daire şeklinde üç kanal bulunmakta ve her birinin uç kısmı ampulla adı verilen genişleme göstermektedir. Semisirküler kanallar, anterior, posterior ve lateral olmak üzere üç farklı düzlemde konumlanır. Anterior, lateral ve posterior semisirküler kanal olarak da isimlendirilmektedir. Semisirküler kanallar, vücudun dönme hızına yanıt olarak baş pozisyonunu koruyan gerekli duyuşal reseptörler içermektedir (33,36).

2.1.2.5 Vestibüler Reseptör Yapılar

Tüy hücreleri, utrikul ve sakkul makulası ile semisirküler kanalların uç kısımlarında koni şeklindeki nöroepitelyal yapı olan krista ampullaris içerisinde bulunur. Üç semisirküler kanalın ampullası içinde üç krista, utrikul ve sakkula yerleşmiş durumda da iki makula bulunur. Lineer veya rotasyonel ivmelenmeye yanıt olarak tüy hücre demetinde meydana gelen hareket, tüylü hücre membran potansiyelinin depolarizasyonuna yol açar ve böylelikle vestibüler yollardan duyuşal bilgi aktarımı başlar (5,33,37).

Utrikul ve sakkuldeki makulalarda lümene doğru uzanan stereosilia, endolenf içinde bulunan ve yüksek yoğunluklu otolitik zar adı verilen bir kütle içine gömülüdür. Otolitik membranda kalsiyum karbonat kristalleri bulunur. Horizontal yerleşimli olan utrikul makulası baş dikey konumda iken horizontal düzlemdeki hızlanmaya cevap verir. Sakkul makulası ise vertikal olarak yerleştiğı için vertikal düzlemdeki hızlanmalara cevap verir. Semisirküler kanal ampullalarında bulunan kristada makuladan farklı olarak stereosilia, kupula adında kubbe biçimindeki jelatinöz yükselti içine yerleşmiştir. Lateral zar semisirküler kanalın ampullasındaki kristada kinosilium, utrikule yakın konumdadır (utrikulopetal), anterior ve posterior kanalların ampullasındaki kristada tersi (utrikulofugal) bir yerleşimdedir. Stereosilialar, kinosiliuma doğru hareket ettiğinde hücrede depolarizasyon meydana gelerek uyarılma gerçekleşir. Aksi yönde bir hareket meydana gelirse de hiperpolarizasyon oluşur (5).

2.2 Periferik Vestibüler Sistem Bozuklukları

Vestibüler uç organlar ve vestibüler siniri içeren periferik vestibüler disfonksiyona bağılı olarak çeşitli belirti ve semptomlar görülmektedir. Semptomatik olarak baş

dönmesi (vertigo), bulantı, kusma, görme bozukluğu, işitme bozuklukları ve çeşitli bilişsel problemler görülmektedir. Baş dönmesi veya dengesizlik şikayetleri primer patolojileri arasında yer almaktadır. Vestibüler sistemin etkilenimi ile bilişsel problemler arasındaki ilişki tam olarak bilinmemekle birlikte vestibüler disfonksiyonu olan birçok hastada uzaysal navigasyon, öğrenme, hafıza ve nesne tanıma bozuklukları görülür (38).

Dikkatli bir otonörolojik muayene ile desteklenen hasta öyküsü tanılamada ana anahtar noktadır. Belirli bir periferik vestibüler bozukluğun semptomatolojisi, akut tek taraflı vestibüler kayıpta olduğu gibi oldukça spesifik olabileceği gibi nedeni enfeksiyon, iskemi ve travmatik lezyonlar gibi oldukça farklı olabilir. En sık görülen periferik vestibüler bozukluklar BPPV, Meniere hastalığı, viral labirintit veya vestibüler nörit olmakla birlikte bilateral vestibülopati, vestibüler paroksismi, akustik nöroma, fistula ve sinir kompresyonlarıdır (5,38).

Vertigo tek bir hastalık durumu değil, farklı etiyolojilere sahip farklı hastalıkların temel semptomudur; bunlar iç kulaktan, beyin sapından veya serebellumdan kaynaklanabileceği gibi psişik kökenli de olabilir. Postural vertigo, ortostatik düzensizlikten, antihipertansif veya antikonvülsif gibi ilaçların olumsuz etkilerinden de kaynaklanabilir (39).

2.2.1 Benign Paroksismal Pozisyonel Vertigo (BPPV) Tanımı

Bir süre sonra kendiliğinden düzelebilen (benign), kısa süreli vertigo ataklarıyla meydana gelen (paroksismal) ve başın belirli pozisyonları ile ortaya çıkan (pozisyonel) periferik vestibüler bozukluklar arasında en sık görülen formudur. Boyun hareketleri, yatakta uzanma ve vücudun rotasyonel hareketleri ile baş

pozisyon değişikliklerinin neden olduğu rotasyonel vertigo ile karakterizedir. Kanalolitiazis ve kupulolitiazis olarak iki farklı şekilde görölmektedir.

2.2.2 BPPV İnsidans-Prevalans

BPPV, başlangıç zamanı çoğunlukla yaşamın beşinci ve yedinci dekatları (50-70 yaş) olup her yaş grubunda da görölebilen idiyopatik bir hastalıktır (40). Tüm yaş gruplarında kadınlarda erkeklere göre iki kat daha fazla görölmektedir. Aile öyküsü olan hastaların, aile öyküsü olmayan kişilere göre BPPV görölme olasılığı beş kat daha fazladır. Migren, hipertansiyon, hiperlipidemi ve inme hastalığı bağımsız olarak BPPV ile ilişkilendirilmiştir (41).

Periferik vestibüler hastalığı olan hastaların %20 –40'ını oluşturan idiyopatik BPPV'nin görölme sıklığı yılda 100.000'de 11-64 arasında değişir, her on yılda yaklaşık %38 artar ve yaşam boyu prevalansı %2,4'tür. Sağ iç kulak sol iç kulağa göre 1,4 kat daha fazla etkilenmektedir (40). Rezidüel baş dönmesinin insidansı %29,6 ile %76,9 arasında değişmektedir ve süresi birkaç günden birkaç aya kadar veya 3 aydan daha uzun sürebileceği belirtilmektedir (42).

2.2.3 BPPV Patofizyolojisi

BPPV'nin patofizyolojisi kupulolitiazis ve kanalolitiazis gibi iki temel teori ile açıklanır. İlk olarak 1969'da Schuknecht tarafından tanımlanan kupulolitiazis, utrikul ve sakkuldan ayrılan otokoninin posterior semisirküler kanal kupulasına yapışması durumudur. Otokonilerin yoğunluğu endolenften yaklaşık üç kat daha fazla olduğundan kupula yer çekimine daha duyarlı hale gelir. Sonuç olarak, başın farklı açısız pozisyonuna cevap olarak patolojik bir vestibülo-oküler refleks meydana gelir. Spesifik baş hareketleri, kupulanın uygunsuz yer değiştirmesine ve endolenf

hareketine neden olarak nistagmus ve vertigo semptomlarını açığa çıkarmaktadır (5,6).

Hall tarafından 1979'da tanımlanan kanalolitiazis ise, sıklıkla posterior semisirküler kanal içinde serbestçe hareket eden otokoninin endolenfatik sıvı içinde dağılmasıyla nistagmus ve vertigo semptomlarının açığa çıkması durumudur (6).

BPPV'de %90-95 posterior semisirküler kanal etkilenimi daha fazla olmakla birlikte, horizontal semisirküler kanal etkilenim sıklığı yaklaşık %5-10 civarında, anterior semisirküler kanal etkilenim sıklığı %1'in altında görülmektedir (43).

2.2.4 BPPV Etiyolojisi

Çeşitli nedenlere bağlı olarak otokoninin yerinden ayrılmasıyla indüklenen idiyopatik ve sekonder BPPV olarak görülmektedir. Riga ve ark. göre nedensel bir ilişkinin geçerli olabilmesi için BPPV'nin nedensel hastalıkla aynı tarafta ortaya çıkması ve klinik semptomların eşzamanlı olarak ya da birincil hastalığın tanısı ile hemen ortaya çıkması gerekir. Bazen gerçek veya rastlantısal ilişkinin ayırt edilmesi mümkün olmamaktadır. BPPV'li hastaların çoğu idiyopatiktir ve daha az kısmı sekonder gelişen spesifik bir etiyolojik faktöre bağlıdır (44). Sekonder BPPV'nin ana nedenleri arasında Meniere hastalığı (%0,5-%30), kafa travması (%8,5-%27), vestibüler nörit (%0,8-%20) ve sensörinöral işitme kaybı (%0,2-%5) yer alır. Daha az sıklıkta görülen nedenler yakın zamanda geçirilmiş miyokard enfarktüsü, sarkoidoz, aktif ülseratif kolit, kemoterapi ve/veya radyoterapi ile tedavi edilen karsinomlar ve lösemi gibi BPPV vakaları rapor edilmiştir (45).

Çeşitli tıbbi durumlar BPPV'yi tetikleyen durumlar arasındadır. Özellikle yaşlı bireyler genellikle yaşam kalitesini ve özerkliğini olumsuz etkileyebilecek çeşitli

hastalıklara sahiptir. Yaygın olarak baş dönmesi ve denge bozukluklarıyla ilişkilendirilen kulak çınlaması, işitme kaybı ve vestibüler hipofonksiyon gibi çeşitli nörotolojik (nöro-otoloji) durumlar yaşlılarda sıklıkla görülmektedir (46). İleri yaşlarda sık görülen hipertansiyon ve diyabet gibi patolojilerin ilerleyici işitme kaybı, hatta ani sensörinöral işitme kaybı ile ilişkili olduğu ve ayrıca psikiyatrik bozukluklar ile vestibüler hastalıklar arasında da ilişki olduğu bulunmuştur. Yaşlılarda eşlik eden depresyon, artrit, hipertansiyon, diyabet, osteoporoz ve çeşitli metabolik hastalıkların vestibüler sistem üzerinde olumsuz etkisi olduğu öne sürülmektedir. Hipertansiyon ve çeşitli vasküler hastalıklar, labirentte kan akışının azalması ve otolitlerin yerinden kopması gibi faktörler BPPV görülmesine neden olabilmektedir (6).

BPPV ile Tip2 diyabet arasındaki ilişki pek açık olmamakla birlikte Tip1 diyabetli hastaların horizontal ve posterior semisirküler kanalda kupuler ve serbest yüzen otokoni varlığı daha yüksek bulunmuştur. Diyabetik hastaların uzun bir hastalık süresinden sonra utriküler hipofonksiyon, BPPV'nin ortaya çıkmasına neden olabilir (6). Osteoporozlu hastalarda BPPV ortaya çıkma riskinin 1,82 kat daha yüksek olduğu bulunmuştur. Kalsiyum metabolizmasındaki bozuklukların yaygın nedeni D vitamini eksikliğidir. Yang ve arkadaşları tarafından, kadınlarda düşük kemik mineral yoğunluğunun ve erkeklerde düşük serum 25-hidroksivitamin D düzeylerinin, dolayısıyla osteoporozun BPPV'nin tekrarlaması ile anlamlı derecede ilişkili olduğu bulunmuştur (47).

2.2.5 BPPV Klinik Semptomlar

Posterior kanal BPPV'si olan hastalarda özellikle yerçekimine karşı yapılan ve boyun ekstansiyonu içeren hareketlerde baş pozisyonunda hızlı değişiklik sonucu epizodik

vertigo semptomu görülmektedir. Horizontal kanal etkilenimi olan hastalarda ise yatakta bir yönden diğer yöne dönme hareketi ile vertigo ortaya çıkmaktadır (40).

Vertigo genellikle birkaç saniyeden bir dakikaya kadar sürmektedir. Ataklar mide bulantısı ile ilişkili olabilir ve mide bulantısı baş dönmesi hissinden çok daha uzun süre (bazen birkaç saat) devam edebilir. Yatakta uzanmak, yüksek raflardaki nesnelere ulaşmak, boyun hareketleri ve eğilme sırasında yapılan manevralar da vertigo (baş dönmesi) semptomunu tetiklemektedir. Birçok BPPV vakası birkaç hafta veya ay içinde kendiliğinden düzelir. Ataklar kümeler halinde ortaya çıkma eğilimindedir ve semptomlar belirgin bir iyileşme döneminden sonra tekrar ortaya çıkabilir (40).

Santral vertigodan kaynaklanan BPPV'yi ayırt etmek önemlidir (multipl skleroz, serebellar hastalık ve beyin sapı iskemisi ile ortaya çıkabilir), BPPV'nin klasik özelliklerinden bir veya birkaçı eksik olabilir. Latent periyot olmayabilir, nistagmusta sönümlenme olmayabilir ve uzun süreli devam edebilir. BPPV'li hastalar için tipik olarak oldukça şiddetli olan bulantı veya baş dönmesi hissi, klasik olarak rotasyonel olmayan nistagmus ve provokasyon ile her zaman ilişkili olmayabilir (40). BPPV'li hastalarda yeniden konumlandırma manevraları vertigo ve nistagmus semptomları üzerinde hızlı bir rahatlama sağlamasına rağmen, ortadan kalktıktan sonra bile rezidüel semptomlar kalabilir. Rezidüel dizziness/baş dönmesi (RD) olarak da adlandırılan semptomlar, spesifik olmayan dengesizlik, sersemlik hissi (lightheadedness), yönelim bozukluğu (disoryantasyon), bulanıklık (fogginess) veya uyuşukluk hissi olarak da görülebilmektedir (48). RD semptomlarının 3 aydan fazla sürebileceği ve bunun olumsuz fiziksel ve psikolojik sonuçlara yol açabileceği belirtilmektedir (42).

Ayrıca baş dönmesi düşme riskini veya düşme korkusunu artırır, böylelikle hastaların günlük yaşamlarını etkilemekte ve sosyal aktivitelerin kısıtlanmasına neden olur. Sonuç olarak, BPPV'li birçok hasta, baş dönmesi ve beklenmedik dengesizlik ataklarını tetikleme korkusu nedeniyle belirli aktivitelerden kaçınma, hareketlerini sınırlama ve belirli durumlardan kaçınma eğilimindedir. RD olan hastalarda postüral dengesizlik artmaktadır (49).

2.2.6 BPPV’de Güncel Tanılama

Vertigo şikâyeti olan hastalarda teşhis için hasta özgeçmişi kapsamlı bir şekilde değerlendirilmelidir. BPPV ile ilgili semptomlar ve süreleri, önceki cerrahi müdahaleler, enfeksiyon ve travma öyküsü, kullanılan ilaçlar ayrıntılı bir şekilde kayıt alınmalı, genel fiziki ve nörolojik değerlendirmeler yapılmalıdır. Periferik ve santral vertigo tanısı için Kulak Burun Boğaz muayenesi ile dış veya orta kulaktaki belirgin patoloji ve semptomları dışlamak için otoskopi yapılmaktadır (6).

BPPV hastaları tipik olarak sırtüstü pozisyondan kalkarken, yukarıdan bir nesne alırken ve boynun hiperekstansiyonu gibi ani bir pozisyon değişikliği sırasında çevrenin döndüğünü tanımlarlar. İdiyopatik BPPV hastalarının çoğu uykuyla ilişkilidir ve tipik olarak yatağa yattıklarında, yatak içi dönüşlerde veya sabah yataktan kalktıklarında vertigonun ortaya çıktığını tanımlarlar. Vertigo genellikle şiddetlidir ancak yalnızca birkaç saniyelik kısa bir süre devam eder ve bunu postüral dengesizliğin eşlik ettiği daha uzun bir dönem takip eder (6).

Yaşlı bireylerde BPPV'nin tipik özellikleri daha azdır, hastalık süresi daha uzundur ve tekrarlama (nüks etme) olasılığı artmıştır. BPPV'li yaşlı hastalarda özellikleri genç hastalarla karşılaştırıldığında tipik olmayan denge problemleri ve vertigo daha sıklıkla görülür (50).

2.2.7 BPPV Tanı ve Değerlendirilmesi

2.2.7.1 Posterior Kanal BPPV Tanılama

Sırtüstü pozisyonda uzanma veya dönmeyle ortaya çıkan, tekrarlayan pozisyonel vertigo/ baş dönmesi atakları (süresi <1 dakika) görülür. Bir veya birkaç saniyelik bir gecikmeden sonra ortaya çıkan pozisyonel nistagmus, Dix-Hallpike manevrası veya yan yatma manevrası (Semont) ile tanılanır. Nistagmus, tipik olarak <1 dakika süren, gözlerin yukarı doğru dikey, alt kulağa doğru çarptığı torsiyonel hareket kombinasyonudur. Mide bulantısı da eşlik edebilir. BPPV'li bireylerin baş veya gövdesini etkilenen kulağa doğru konumlandırılmasıyla, maksimum 30-60 saniyelik kısa bir sürede rotasyonel vertigo ve nistagmus elde edilir. Nistagmusun atış yönü dikey ve rotasyoneldir; aynı zamanda bakış yönüne bağlıdır; bakış en alttaki kulağa yönlendirildiğinde öncelikli olarak rotasyoneldir ve en üst kulağa bakış sırasında çoğunlukla dikeydir (alına doğru). Posterior kanal BPPV'de nistagmus, en alttaki kulağın arka kanalının (ampullofugal) uyarılmasıyla meydana gelir.

Genellikle sağ taraftaki posterior kanal BPPV daha sık görüldüğünden, iki taraflı vakaları gözden kaçırmamak için önce sol kulak değerlendirilmesinin yapılması tanılama da önemlidir. Bilateral posterior kanal BPPV hastalarında pozisyonel nistagmus her iki Dix-Hallpike pozisyonunda da yukarı vurucu ve alt kulağa doğru torsiyoneldir (51).

2.2.7.2 Lateral Kanal BPPV Tanılama

Lateral kanal BPPV, posterior kanal BPPV'den daha az sıklıkta görülür. Lateral kanal kanalolitiazis için tanı kriterleri (jeotropik varyant): sırtüstü pozisyonda uzanma veya dönmeyle ortaya çıkan tekrarlayan pozisyonel vertigo/baş dönmesi ataklarıdır. Ataklar <1 dakika sürede ortaya çıkmaktadır. Sırtüstü yuvarlanma (roll)

testiyle, baş sırasıyla her iki tarafa doğru çevrilir ve etkilenen tarafta yatay olarak en alttaki kulağa doğru vuran (jeotropik yön değiştiren) pozisyonel nistagmus elde edilir (51).

2.2.8 Klinik Değerlendirme Yöntemleri

Vestibüler bozukluğu olan bireylerde yapılan tedavilerin etkisini değerlendirmek için gerekli olan parametrelerin belirlenmesi oldukça zordur. Vertigo, baş dönmesi ve dengesizlik şikayeti olan hastaları değerlendirirken çeşitli ölçüm yöntemleri kullanılmakla birlikte özellikle Uluslararası İşleyiş, Engellilik ve Sağlık Sınıflandırmasına (ICF) göre vücut işlevi ve yapısı, aktivite ve katılım gibi temel işleyiş parametreleri ele alınmaktadır (49). BPPV hastalarında meydana gelen semptomatik (örneğin; baş dönmesi süresi, karakteri, tetikleyen durumlar, baş hareketleri ile ilişkisi, bulantı/kusma) değişimler primer olarak değerlendirilmektedir (11). Baş dönmesi semptomlarının şiddetini değerlendirmek için Vertigo Semptom Skalası, özürüllüğü değerlendirmek için Baş Dönmesi Engellilik Envanteri kullanılmaktadır (52).

BPPV hastalığının tekrarlanabilirliğine bağlı olarak bireyler üzerinde kalıcı etki oluşmaktadır. Bu etkiye bağlı olarak bazı fizyolojik değişiklikler meydana gelmekte bu da denge problemleri, baş dönmesine bağlı psikolojik etki, fonksiyonel durum, ve yaşam kalitesi gibi sekonder sorunlara yönelik ölçüm yöntemlerinin kullanılmasını gerektirmektedir (11).

Statik denge değerlendirmesi için tek ayakta durma testleri, romberg testi ve postüral salınım (gözle açık veya kapalı, sert veya yumuşak zemin) değerlendirmesi yapılabilmektedir. Klinik dinamik denge değerlendirmesi için Berg Denge Ölçeği, postüral stabilite testi için Dinamik Postürografi Biodex Denge Sistemi (Biodex, Inc.,

Shirley, New), fonksiyonel mobilite için Süreli Kalk Yürü Testi, Fukuda adımlama testi, ve yürüme için Dinamik Yürüme İndeksi sıklıkla kullanılmaktadır (52,53). Baş dönmesine bağlı psikolojik etkiyle oluşan düşme korkusu ise Düşme Etki Skalası ile ölçülmektedir (52).

2.2.9 BPPV Kanıta Dayalı Tedavi

2.2.9.1 Medikal Tedavi

Amerikan Kulak Burun Boğaz Akademisi – Baş ve Boyun Cerrahisi Vakfı (2008 ve 2017) kılavuzlarında, BPPV'nin antihistaminikler, benzodiazepinler veya antikolinergikler gibi vestibüler baskılayıcı ilaçlarla rutin tedavisi önerilmemektedir. Fakat ciddi klinik tabloya sahip hastalarda bulantı veya kusma gibi otonom sinir sisteminden kaynaklanan semptomların kısa süreli kontrolünde kullanılması önerilmektedir. Vestibüler baskılayıcılar, Dix-Hallpike testlerinin uygulanması sonucunda eşlik eden şiddetli otonomik semptom öyküsü olan ve terapötik bir manevranın planlandığı hastalarda profilaktik olarak da kullanılabilir. Kullanılan ilaçların bazı yan etkileri olabilir. Özellikle yaşlılarda kullanımı potansiyel olarak uygun değildir, çünkü düşme, idrar retansiyonu ve konfüzyon gibi yan etkiler oluşturabilir (6).

2.2.9.2 Yeniden Konumlandırma Manevraları

BPPV tedavisindeki en büyük gelişme 1992 yılında Epley tarafından başlatılan kanalolitiazis mekanizmasına dayalı yeniden konumlandırma manevralarıdır. Epley ve Semont (Liberatory) manevrasının posterior kanal BPPV tedavisinde etkili bulunmuştur. BPPV'li hastalarda Brandt-Daroff egzersizlerinin de kullanılabileceği fakat modifiye Epley veya Semont manevraları kadar etkili olmadığı vurgulandı (54). Lateral kanal etkilenimi posterior kanal etkilenimi olan BPPV'ye göre daha az sıklıkta görülmesi nedeniyle tedavisine ilişkin daha az gelişme bulunmaktadır.

Gufoni ve Lempert manevrası (Barbekü manevrası), lateral kanal BPPV tedavisinde kullanılan etkili yöntemler arasındadır (55).

2.2.9.2.1 Posterior Kanal BPPV Manevraları

Epley manevrasında, hasta yatak üzerinde uzun oturma pozisyonundadır, başını 45° etkilenen tarafa doğru çevirir, gövde geriye doğru gider ve başını ekstansiyonda konumlandırır. Başını 90° sağlam tarafa doğru çevirir, ardından gövdeyi de sağlam tarafa döndürür ve başını gövdenin hizasında aşağıya bakacak şekilde konumlandırır. Daha sonra hasta oturma pozisyonuna gelir ve başını öne doğru çevirir. Her pozisyon en az 1 dakika veya nistagmus uyarısı bitene kadar korunur.

Semont manevrasında, hasta başı 45° döndürülmüş (sağlam taraf) bir şekilde oturma pozisyonundadır. Hasta hızlı bir şekilde etkilenen bölgeye yatırılır, daha sonra hasta sağlam tarafa yatırılır ve başı 180° karşı yöne konumlandırılır en son oturma pozisyonuna getirilir (55).

Manevra uygulaması sırasında her pozisyon değişikliklerinde ortotropik nistagmus ortaya çıkmaktadır ki; bu iyi prognozu göstermektedir. Nistagmusun olmaması manevranın etkili olmadığı anlamına gelmez. Nistagmusun olmaması otokonilerin yer değiştirmemesinden değil, yeterli endolenf sıvı akışının olmamasından kaynaklı olabilir (55).

2.2.9.2.2 Lateral Kanal BPPV Manevraları

Gufoni manevrası, horizontal kanalın kanalolitiazisinin tedavisi için kullanılır. Hasta oturma pozisyonunda sağlıklı tarafa doğru yatırılır ve baş 45° aşağıya ve burun yatağa doğru döndürülür. Her pozisyonunda 60 saniye veya nistagmus sönümlenene kadar beklenilir. Lempert (Barbeque) manevrası, sırtüstü yatış pozisyonundan başlar, ilk rotasyon sağlıklı tarafa doğru yapılır. Hastanın başı burun aşağı pozisyonunda

olacak şekilde döndürülür, son olarak baş etkilenen kulak aşağı pozisyonunda olacak şekilde çevrilir ve dik oturma pozisyonuna getirilir (55).

2.2.9.3 Vestibüler Rehabilitasyon Egzersizleri

Baş, göz ve gövde hareketlerini içeren fizyoterapi yöntemlerinden olan Vestibüler rehabilitasyon, Brandt-Daroff, Cawthorne-Cooksey egzersizleri veya denge egzersizleri gibi birçok farklı egzersiz biçimlerinden oluşmaktadır. Amaç dizdizes ve vertigonun kalıcı olarak kontrol edilmesi, görsel-vestibüler etkileşimi geliştirmek, statik ve dinamik postüral stabiliteyi arttırmaktır. Aynı zamanda fonksiyonel aktiviteler ve yaşam kalitesinin iyileştirilmesi ve anksiyete semptomlarının azaltılmasında önemli rolü bulunmaktadır (56,57). Klinik iyileşme sürecinde kompanzasyon, habitüasyon (alıştırma), adaptasyon ve yerine koyma (substitution) mekanizmalarından faydalanılmaktadır. Özellikle vestibüler hipofonksiyon, periferik vestibüler disfonksiyon, vestibüler defisit veya benign paroksizmal vertigosu olan hastalarda kullanılmaktadır (5).

a) Adaptasyon Egzersizleri

Görsel-vestibüler etkileşim egzersizleri olarak da bilinen adaptasyon egzersizleri, geri kalan vestibüler sistemin adaptasyonunu teşvik etmek amacıyla baş hareketleri gibi uyaranlar kullanılarak uygulanmaktadır. Özellikle nistagmus tedavisinde etkili olmakla birlikte, denge ve baş dönmesinin azaltılmasında da kullanılmaktadır (57,58).

Horizontal ve vertikal yönde yapılan baş hareketleri rotasyonel baş hareketlerine göre VOR'un kazanılmasında daha etkilidir (59). Farklı uzaklıklara yerleştirilen hedef üzerinde görsel fiksasyonu sürdürürken vertikal veya horizontal baş hareketleri, VOR hasarı olan hastalarda retina kaymasına neden olabilir. Bu yüzden

baş hareketleri sırasında vestibüler adaptasyonun etkinliğini artırmak için eğitim sırasında ani büyük retina kaymaları yerine, giderek artan amplitütte retina kaymasının elde edildiği çeşitli yöntemler kullanılır (60).

Horizontal ve vertikal yöndeki baş hareketlerinin ters yönünde hareket eden bir hedefin takip edilmesi büyütme faktörünü ve retina kaymasına maruz kalma süresini artırdığı ve egzersiz sırasında geniş aralıklarla yapılan baş hareketleri VOR kazancını daha fazla artırdığı belirtilmektedir (57).

b) Habitüasyon (Alıştırma) Egzersizleri

Habitüasyon egzersizleri, ortostatik hipotansiyonu provoke edebileceğinden yaşlılar uygulamaktan kaçınmaktadır. Bilateral vestibüler kaybı olan kişilerde bu egzersizler uygun olmamakla birlikte, BPPV hastalarında vestibüler semptomların (vertigo, bulantı vs) şiddeti ve süresinin azaltılmasında kullanılan etkili bir yöntemdir. Pozisyon değişikliklerinin neden olduğu baş dönmesini azaltmak için semptomu tetikleyen uyaranların sık tekrar edilmesi ile hareketlere uyum gösterildiğinde, merkezi kompanzasyon gelişmekte ve patolojik yanıtlar azaltılmaktadır (57). Kısacası aynı uyaranın monoton bir şekilde tekrarlanması nedeniyle, tepki tamamen ortadan kalkana kadar tepkinin kademeli olarak azaltılmasıdır (61).

c) Yerine koyma (Substitution) Egzersizleri

Yerine koyma egzersizleri, eksik veya azalmış vestibüler fonksiyonun yerine görsel veya somatosensoriyel girdi gibi diğer duyuşsal uyaranları kullanarak postüral kontrolü geliştirmek ve düşmeleri azaltmak için kullanılır (57,62).

Duyuşsal yerine koyma (substitution), vestibüler kaybı telafi etmek için kullanılan önemli bir yöntemdir. Görsel ipuçlarını (gözler açık, gözler kapalı, optokinetik uyaranlar) değiştirerek, denge kontrolünü manipüle ederek (stabil veya unstabil

yüzeyler, köpük üzerinde) ve her iki protokolü birleştirerek kalan girdileri artırmayı hedeflemektedir (61).

2.2.9.4 Sanal Gerçeklik Uygulamaları

Vestibüler bozuklukları olan hastaların tedavisi için sanal gerçeklik, artırılmış gerçeklik, artırılmış duysal geri bildirim, mobil uygulamalar, telerehabilitasyon ve nöro-modülasyon yöntemlerinden oluşan farklı teknolojik uygulamalar geliştirilmiştir. Bu gelişmeler, zorlu olsa da yaşam kalitesinin geliştirilmesi için fonksiyonel plastisiteyi kullanmaya yönelik yeni yaklaşımları keşfetme ve uygulama fırsatı yaratmaktadır (5).

Sanal gerçeklik uygulamalarının sürükleyici olmayan (non-immersive), tam sürükleyici (full immersive) ve yarı sürükleyici (semi immersive) olmak üzere üç farklı kategoriye ayrılır:

- a) Sürükleyici olmayan sanal gerçeklik uygulamaları;** kullanıcının yazılım içindeki bazı karakterleri veya etkinlikleri kontrol edebildiği, bilgisayar aracılığıyla gerçekleşen sanal bir deneyimdir. Yine de ortam kullanıcıyla doğrudan etkileşime girmemektedir. Kullanıcılar, masaüstü bilgisayarların yanı sıra sanal makineler ve dizüstü bilgisayarları hareket halindeyken de kullanabilmektedir (63).
- b) Tam sürükleyici sanal gerçeklik uygulamaları:** kullanıcıların sanal dünyada gerçekçi bir deneyim yaşamasını sağlar. Sanal dünyada var olma hissi verir ve tüm kullanıcıların deneyimlerini gerçeğe dönüştürür. Daha pahalı bir uygulamadır. Tamamen sürükleyici deneyimler için kullanıcılar, çevreyle etkileşime geçmek için başlık, gözlük veya eldiven gibi özel ekipmanlar takmalıdır. Ortam, kullanıcılara 3-boyutlu alanda hareket etme

deneyimini sağlamak için koşu bandı veya sabit bisiklet gibi ekipmanlar da kullanılmaktadır (63).

- c) **Semi/Yarı-sürükleyici sanal gerçeklik uygulamaları;** sürükleyici olmayan ve tam sürükleyici sanal gerçeklik uygulamalarının birleşimidir. Kullanıcılar 3-boyutlu alanda veya sanal ortamda bir bilgisayar ekranı, sanal gerçeklik kutusu veya bir kulaklık aracılığıyla bağımsız olarak hareket edebilir. Sanal dünyadaki tüm faaliyetler kullanıcıya odaklanmıştır. Ancak görsel olanlar dışında gerçek bir fiziksel hareket yoktur. Öncelikle sanal gerçekliğin görsel 3 boyutlu yönüne odaklanır ve tam sürükleyicideki gibi fiziksel hareketi birleştirmez (63).

Teknoloji destekli egzersiz araçları, özellikle sanal gerçeklik uygulamaları, geleneksel vestibüler rehabilitasyonun bazı dezavantajlarını ortadan kaldırmaktadır. Yapılan çalışmalarda sanal gerçeklik uygulamaları sırasında geniş görüş alanı (Field of View-FoV) ekranları, bilgisayar tabanlı platformlar, ticari oyun platformları (19) ve ayrıca başa takılan ekranlar (30) gibi çok çeşitli araçların kullanıldığı görülmektedir (64).

Sanal gerçeklik, görme, işitme ve dokunma gibi çeşitli duyuşal kanallar aracılığıyla sanal bir dünya ile gerçek zamanlı simüle edilmiş bir deneyim ve etkileşime izin veren bir sistemdir. Gerçek zamanlı baş hareketlerini takip eden üç boyutlu sanal bir ortam oluşturan, yüksek çözünürlüklü ekrana sahip başa takılan bir ekrandan (HMD-Head Mounted Display) oluşan sanal gerçeklik gözlükleri günümüzde sanal gerçeklik tabanlı oyun sırasında en çok kullanılan sistemler arasında yer almaktadır (65).

Geleneksel vestibüler rehabilitasyon yöntemlerinin zaman alıcı, tekrarlayan, monoton ve zorlayıcı olmayan yönleriyle ilişkili dezavantajlar göz önüne alındığında sanal gerçeklik uygulamaları daha çeşitli uyaranların sağlanmasına olanak tanımakta ve hastalara güvenli, rahat ve standart bir ortamda farklı zorluk seviyelerinde duyuşal farklılıklar sağlayan bir tedavi sunmaktadır. Ayrıca, sanal gerçeklik hastayı herhangi bir tehditten kaçınırken, dengeyi bozacak şekilde habitüasyon egzersizleri ve çevre manipölasyonu için hızlı tekrarlama sağlar, böylelikle hastanın denge stratejilerinin ortaya çıkarmasına olanak sağlar (65).

Sanal gerçeklik yöntemlerinin kullanımı, aşırı duyuşal uyarıma bağı hareket veya siber hastalık (özellikle uzun süreli ekran etkinliğinin çeşitli rahatsızlıklara yol açması) nedeniyle sınırlanabilir. Bunun nedeni doğal olmayan ve bazen birbiriyle çelişen duyuşal uyaranlardır. Etkileşimli sanal ortamlara maruz kalmak seans sırasında veya sonrasında rahatsız edici semptomlara neden olabilir (7). Bu semptomlar taşıt tutması benzeri, mide bulantısı, kusma, baş ağrısı, uyuklama hali, denge kaybı ve el-göz koordinasyon kaybıdır. Tek başına vestibüler stimölasyonun neden olduğı klasik hareket hastalığından ayırt edilebilen bu istenmeyen semptomlar, özellikle vestibüler fonksiyon bozukluğu olan kişiler için endişe vericidir. Bu nedenle bu hasta popölasyonlarında sanal rehabilitasyon uygulamaları sırasında siber hastalık oluşumu dikkatlice incelenmelidir. Bununla birlikte, bu sınırlara rağmen, şimdiye kadar bildirilen yan etkilerin veya olumsuz olayların (örneğin düşmeler) olmaması, sanal rehabilitasyonun iyi tolere edildiğı ve bir rehabilitasyon ortamında güvenli kullanılabileceğı fikrini desteklemektedir (66).

Son zamanlarda sanal gerçeklik uygulamaları kliniklerde rehabilitasyonda yaygın olarak kullanılmasına rağmen, vestibüler rehabilitasyonda sanal gerçeklik

teknolojisine ilişkin yapılan çalışmaların çoğunda periferik (örneğin BPPV, labirintit, nörit, Meniere hastalığı, akustik nöroma, kronik baş dönmesi) ve santral vestibüler bozuklukları olan bireylerde üst düzey ve hazır sistemler gibi iki ana sanal gerçeklik sistemi kullanılmaktadır. Üst düzey sistemleri başa takılan ekran (Denge Rehabilitasyon Ünitesi) (67) ve geniş görüş alanından [Bilgisayar Destekli Rehabilitasyon Ünitesi (Computer Assisted Rehabilitation Environment-CAREN) (68), Balance Near Automatic Virtual Environment (BNAVE) (15), Sanal Ortam ve Postural Oryantasyon (VEPO) Laboratuvarı (69)] oluşmaktadır. Hazır sistemler Nintendo Wii® ve Microsoft Kinect® gibi çeşitli oyunlardan (2- boyutlu bilgisayar destekli sanal gerçeklik oyunları (19,27,29,70,71)) ve hibrit sistemlerden (3- boyutlu sanal gerçeklik oyunları (8,14,72)) oluşmaktadır. Üst düzey sistemlerin avantajları daha hassas hareketler ve postüral stabilite ölçümü yapılabilimleri, farklı parametreler içermeleri ve daha sürükleyici olmalarıdır. Yüksek maliyetli, teknik olarak zorlu, birden fazla hazır olmayan ekipman içermeleri ve ev kullanımı için uygun olmamaları dezavantajları arasındadır. Hazır sistemlerin avantajları ise daha düşük maliyetli ve, klinik ve ev ortamlarında kullanılabilirliklerinin yüksek olmasıdır. Üst düzey sistemler kadar çok sürükleyici olmaması, ölçüm sonuçlarının kesin olmaması ve dar görüş alanına sahip olmaları (optokinetik uyaran/görsel akış yok) dezavantajları arasındadır.

3- boyutlu sanal gerçeklik oyunları oynarken baş hareketleri, merkezi sinir sistemi için bir zorluk (duyusal uyumsuzluk) oluşturabilir ve bu sistem daha sonra sorunu çözmeye çalışmaktadır. 3- boyutlu sanal gerçeklik oyun görevinde yer alan habitüasyon egzersizleri, bir duyusal modaliteye aşırı güvenmeye karşı koymada,

hastaları görsel hareket ve görsel-vestibüler çatışmaya karşı duyarsızlaştırmada ve ilişkili semptomları azaltmada faydalı olabileceği ifade edilmektedir (17).

2- boyutlu ve 3- boyutlu sanal gerçeklik oyunlarından sonra akomodasyonun artma eğiliminde olduğu, ancak bu artma eğiliminin özellikle 3- boyutlu sanal gerçeklik oyunları oynadıktan sonra daha fazla olduğu ifade edilmiştir. Oyun oynarken gözlerin stereoskopik görüntülerle uyarıldığı ve pupillanın sürekli uyarı altında kalması ile parlaklığın değiştiği belirtilmektedir. Bu nedenle, odak derinliği tersine değişir ve görsel eğitim ile sonuçlanır. Nesnelere derinlik sağlamayan geleneksel 2- boyutlu sanal gerçeklik oyun teknolojisine kıyasla, 3- boyutlu sanal gerçeklik oyun teknolojisi mekânsal derinlik algısını mümkün kılabilir. Ek olarak, 3- boyutlu sanal gerçeklik oyunlarında oyun türünün (aksiyon/aksiyon olmayan) önemli olduğu öne sürülmüştür. Özellikle çoklu görev becerileri ve hız gerektiren aksiyon oyunlarında daha fazla uyarı meydana geldiği ifade edilmektedir. Ayrıca 3- boyutlu sanal gerçeklik ortamı 2- boyutlu ortama göre daha fazla derinlik algısı gerektirdiği ve genel olarak daha yüksek karmaşıklık nedeniyle daha fazla bilişsel kaynak gerektirmektedir (22).

Vestibüler rehabilitasyonda sanal gerçeklik teknolojisine ilişkin literatürdeki mevcut çalışmalar incelendiğinde, BPPV dışındaki periferik vestibüler bozuklukları (örn. labirentit, nöronit, Meniere hastalığı, akustik nöroma, kronik baş dönmesi) ve santral vestibüler bozuklukları olan bireylerde başa takılan 3- boyutlu sanal gerçeklik oyunları (8,14,18,21,23–27), bilgisayar destekli 2- boyutlu sanal gerçeklik oyunları (19,27–29) ve oyun olmayan sanal gerçeklik uygulamaları (25,30) kullanılmaktadır.

Bölüm 3

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma Doğu Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Sağlık Etik Alt Kurulu tarafından 3.4.2020 tarihinde ETK00-2020-0107 sayılı karar ile onay almış ve Clinical Trials’a NCT05021939 numarası ile kayıt ettirilmiştir. Bu çalışma 28 Ağustos 2021 - 2 Kasım 2023 tarihleri arasında gerçekleştirilmiştir. Tüm hastalar Doğu Akdeniz Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Sağlıklı Yaşam Merkezi’nin, Nörolojik Rehabilitasyon Ünitesinde değerlendirilip tedaviye alındı. Değerlendirme aracı olarak kullanılan Frenzel gözlüğü, C Türü Bilimsel Araştırma Projesi (BAP-C) ile satın alındı.

3.1 Bireyler

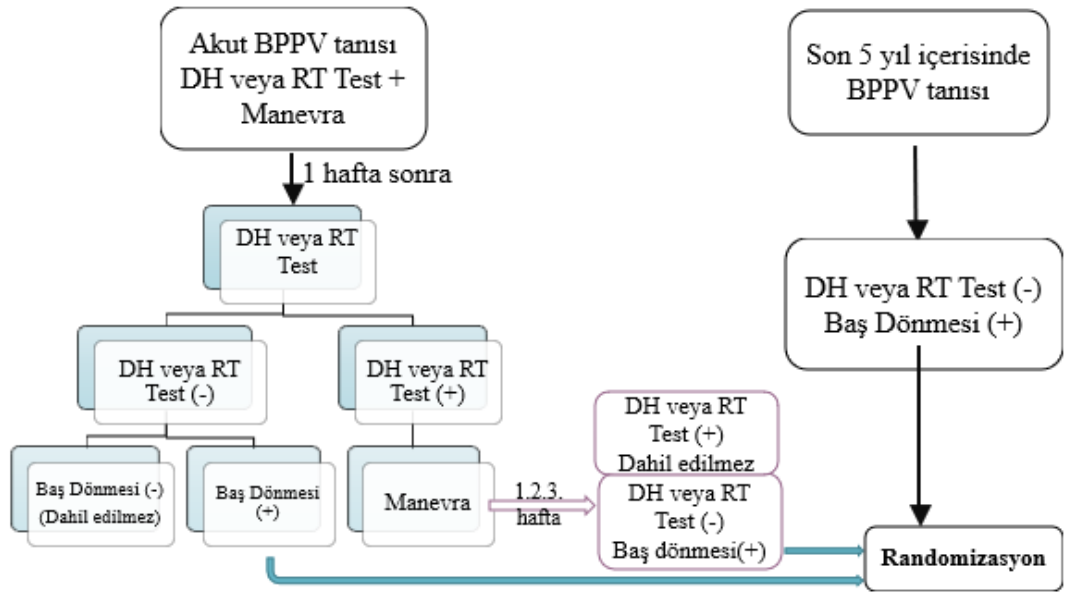
Bu çalışmaya, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti’nde bulunan hastanelerin Kulak Burun Boğaz veya Nöroloji Bölümlerinde BPPV tanısı alan, dahil edilme kriterlerine uyan bireyler katıldı. Tüm katılımcılara detaylı olarak çalışmanın amacı ve kapsamı anlatılarak katılımcılardan çalışma öncesi gerekli izinler alındı ve bilgilendirilmiş olur formu imzalatıldı.

Çalışmanın dahil edilme kriterlerine uyan akut veya kronik BPPV’li bireylere Dix Hallpike ve/veya Roll Testi uygulaması yapıldı. Test sonucu pozitif (nistagmus ve vertigo belirtisi) olan bireylere manevra uygulandı ve takip sürecinde test sonuçları negatif olana kadar takip edildi. BPPV tanısı alıp Dix Hallpike ve/veya Roll Testi

sonucu negatif olan baş dönme şikayeti devam eden bireyler randomizasyona dahil edildi (Şekil 1).

Bireyler, gruplar arasında homojenitenin sağlanması adına minimizasyon yöntemi ile yaş, cinsiyet, baş dönme şiddeti ve etkilenen taraf benzer olacak şekilde kontrol, 2B-SG ve 3B-SG gruplarına randomize olarak atandı. Randomizasyon tarafımızca yapıldı.

Çalışmaya dahil edilecek birey sayısının belirlenmesi amacıyla G*Power 3.1.9.6 programı ile güç analizi yapıldı. Belirli bir sayıya ulaşıncaya veriler üzerinden 33 birey sayısı ile ön değerlendirme yapıldı. Analiz için ANOVA testinin ‘repeated measures, within- between interaction’ yöntemi ile etki büyüklüğü f testi: 0,25, α :0,05, β : 0,2 (%80 güç) tekrarlı ölçümler arası korelasyon katsayısı 0,50 kullanılarak yapılan hesaplama sonucunda her bir grup için 14, toplamda 42 bireyin çalışmaya dahil edilmesi gerektiği bulundu. Bireylerin %20’sinin çeşitli nedenlerle tedavi programına devam edemeyeceği göz önünde bulundurularak, örneklem büyüklüğü %20 arttırıldı ve her bir gruba 17 birey alınması ve nihai örneklem büyüklüğünün 51 kişi olması hedeflendi.



Şekil 1: Randomizasyona alma kriterleri (DH: Dix Hallpike, RT: Roll Test)

3.2 Dahil Edilme Kriterleri

1. 25-65 yaş arasında olan,
2. Unilateral posterior veya lateral kanal etkilenim öyküsü olan fakat Dix Hallpike ve Roll test sonucu negatif olan (nistagmus yok)
3. Son 5 yıl içerisinde tanı almış olan,
4. Pozisyona bağlı olmayan rezidüel baş dönmesi şikâyeti olan bireyler çalışmaya dahil edildi.

3.3 Dahil Edilmeme Kriterleri

1. Epizodik ve ikincil gelişen BPPV şikayeti olan,
2. Diğer vestibüler hastalık (Ménière's hastalığı, vestibüler nörit ve labirentit kafa travması vb.) tanısı almış olan,
3. Diğer nörolojik hastalık (periferik nöropati, inme, Parkinson, santral beyin lezyonu) tanısı almış olan,
4. Postüral hipotansiyona bağlı baş dönmesi gelişmiş olan,

5. Görme bozuklukları olan,
6. Son 3 ay içinde vestibülosüpresan, antihistaminik veya ototoksik ilaç kullanmış olan bireyler çalışmaya dahil edilmedi.

3.4 Değerlendirme Ölçütleri

Hastaların sosyo-demografik bilgileri, baş dönmesi, denge problemi (şiddeti, artıran ve tetikleyen faktörler, ne kadar süreyle devam ettiği) bulantı, kusma, baş ağrısı gibi şikayetlere yönelik bilgilerin alındığı değerlendirme formu hasta ile yüz yüze konuşularak dolduruldu. Nistagmus değerlendirmesi amacıyla Dix Hallpike (Posterior Semisirküler Kanal Testi) ve/veya Roll Testi (Lateral Semisirküler Kanal Testi) kullanıldı.

Reaksiyon zamanı ölçümü için Seçenekli Adım Alma Reaksiyon Zamanı Testi (CSRT), düşme korkusunu değerlendirmek için Düşme Etkinlik Ölçeği (DEÖ), klinik denge değerlendirmesi amacıyla Fullerton Gelişmiş Denge Ölçeği-Türkçe (FAB-T), teknoloji destekli denge ölçümü amacıyla Nintendo Wii Denge Tahtası, yürüme fonksiyonu için Dinamik Yürüme İndeksi (DYİ), yürüme hızı için 10 Metre Yürüme Testi (10 MYT), 10 Metre Yürüme Testi – Horizontal Baş Hareketi (10 MYT-H) ve 10 Metre Yürüme Testi- Vertikal Baş Hareketi (10 MYT-V), günlük yaşam aktiviteleri için Vestibüler Bozukluklarda Günlük Yaşam Aktiviteleri Ölçeği (VBGYA), yaşam kalitesi için Baş Dönmesi Engellilik Envanteri (BDEE) kullanıldı ve memnuniyet düzeyi için sanal gerçeklik uygulaması ile ilgili memnuniyetleri sorgulandı. Değerlendirme parametreleri, tedavi ve kontrol grubunda yer alan tüm bireylere tedaviden önce ve tedavi bitiminden hemen sonra 8. haftada olmak üzere toplam iki kez uygulandı.

3.4.1 Sosyo-Demografik Bilgi Formu –Klinik Semptomların Ölçümü

Bireylerin yaş, cinsiyet, boy uzunluğu, vücut ağırlığı, meslek, dominant taraf ve kullanılan ilaçlar gibi genel bilgileri kaydedildi. Ayrıca etkilenen kanalın yönü, hastalık süresi (ilk ve son atak zamanları), uygulanan manevra sayısı, pozisyonel test sonuçları (vertigo ve nistagmus varlığı), bulantı, kusma, baş ağrısı, düşme hikayesi gibi hastalıkla ilgili genel bilgiler alındı. Baş dönmesi, denge problemi, baş ağrısı (şiddeti, artıran ve tetikleyen faktörler, ne kadar süreyle devam ettiği) ve düşme korkusu gibi klinik semptomların sonuçları not edildi.

3.4.2 Nistagmus Belirtilerinin Değerlendirmesi

Etkilenen kanalın yönünün tespit edilmesi, nistagmus ve baş dönmesi belirtileri için Dix Hallpike ve/veya Roll testleri kullanıldı.

3.4.2.1 Dix Hallpike Testi (Posterior Semisirküler Kanal Testi)

Dix Hallpike (DH) testi, posterior semisirküler kanal BPPV tanısı amacıyla kullanıldı. Teste başlamadan önce hastaya testin nasıl yapıldığı ve sonucunda ne gibi belirtilerin ortaya çıkabileceği konusunda bilgi verildi. Semptomların hangi tarafta olduğu sorgulandı, buna göre en çok semptom ifade edilen tarafta test uygulandı. İlk başta hasta uzun oturma pozisyonunda olacak şekilde örneğin sağ posterior semisirküler kanalı test etmek için hastanın başını 45° sağa doğru çevirmesi istenildi. Hasta fizyoterapist eşliğinde hızlı ve kontrollü bir şekilde sırt üstü yatış pozisyonuna getirildi baş 30° yataktan aşağıya doğru sarkıtıldı ve bu pozisyon minimum 30 ve maksimum 60 sn boyunca korundu. Daha sonra hastanın başı orta hatta geri döndürülüp nistagmusun sönümlenmesi beklenildi. Çalışmamızda işlem sırasında testin pozitif olması halinde oluşabilecek nistagmusun görüntülenmesi için Frenzel gözlüğü kullanıldı. Nistagmus (torsiyonel, yukarı vurumlu) ve baş dönmesi (vertigo)

‘var veya yok’ olacak şekilde kaydedildi. Belirti olmaması halinde diğer taraf içinde aynı işlemler uygulandı (5,24).



Şekil 2: Dix hallpike testi

3.4.2.2 Roll Testi (Lateral Semisirküler Kanal Testi)

Roll Testi (RT), lateral semisirküler kanal BPPV tanısı amacıyla kullanıldı. Teste başlamadan önce hastaya testin nasıl yapıldığı ve sonucunda ne gibi belirtilerin ortaya çıkabileceği konusunda bilgi verildi. Hastanın başı 30° boyun fleksiyonda olacak şekilde sırtüstü pozisyonda konumlandırıldı. Ardından örneğin sol lateral semisirküler kanalı test etmek için fizyoterapist hastanın başını hızla ve kontrollü bir şekilde 90° sola döndürerek vertigo ve nistagmusu olup olmadığı kontrol edildi ve bu pozisyon minimum 30 ve maksimum 60 sn boyunca korundu. Daha sonra hastanın başı orta hatta geri döndürülüp nistagmusun sönümlenmesi beklenildi. Çalışmamızda işlem sırasında testin pozitif olması halinde oluşabilecek nistagmusun görüntülenmesi için Frenzel gözlüğü kullanıldı. Nistagmus ve baş dönmesi (vertigo)

‘var veya yok’ olarak kaydedildi. Belirti olmaması halinde sağ taraf içinde aynı işlemler uygulandı (5).



Şekil 3: Roll testi

3.4.3 Reaksiyon Zamanı: Seçenekli Adım Alma Reaksiyon Zamanı Testi

Reaksiyon zamanını değerlendirmek için basınca duyarlı panellere sahip bir Seçenekli Adım Alma Reaksiyon Zamanı adım matı (CSRT-MAT) ve bir bilgisayar ünitesine bağlı bir ekran kullanıldı. Bilgisayar ünitesi, ayağın kaldırma ve iniş zamanlamasını kaydeder. Adım yönü, rengini değiştiren bir okla gösterilir. CSRT cihazı Adımlama Reaksiyon Zamanı/Stepping Reaction Time ve Stroop Testi olmak üzere iki değerlendirme testi içermektedir. Bu çalışmada yön algısından bağımsız olması ve salt adım reaksiyon zamanını vermesi nedeniyle sadece Adımlama Reaksiyon Zamanı testi kullanıldı. Bu test sırasında CSRT Flaş/yanıt fasilitasyonu (standart/tam test) ve CSRT İnhibitör/yanıt inhibisyonu (inhibitör git- gitme koşulu testi) olmak üzere iki yöntem kullanıldı.

CSRT Flaş/yanıt fasilitasyonu testinde katılımcılardan CSRT-MAT üzerindeki ilgili oka açık gri renkli işaretin yeşil renge dönmesi ile birlikte mümkün olan en kısa sürede hızlı adım atmaları ve ardından merkeze dönmeleri istendi. CSRT İnhibitör testi, flaş teste benzemektedir fakat fazladan mor renkli uyaranlar bulunmaktadır. Mor renkli ok işaretleri “gitme”, yeşil renkli oklar diğer programdaki gibi “git” anlamına gelmektedir. Tüm bu test sonuçları Microsoft Excel formatında otomatik olarak süre milisaniye (ms) türünden kaydedilmektedir (73). Uyaran oluşumundan hareketin başlamasına (adım kaldırma) kadar ölçülen karar süresi, hareketin başlamasından adımın tamamlanmasına (adımı indirme) kadar ölçülen tepki süresidir. Karar süresi ve tepki süresinin toplamı olarak ölçülen toplam tepki süresi (TTS) kaydedildi. Toplam doğru adım sayısı, toplam hatalı adım sayısı, toplam reaksiyon zamanı (toplam adımlama süresi) ve ortalama reaksiyon zamanı ($\frac{\text{Toplam reaksiyon zamanı}}{\text{Toplam doğru adım sayısı}}$) hesaplandı.

3.4.4 Düşme Korkusu: Düşme Etkinlik Ölçeği (Tinetti):

Düşme korkusunun değerlendirilmesi için kullanılan Tinettinin Düşme Etkinlik Ölçeği’nde (DEÖ), ‘Düşmeden giyinip soyunabildiğinizde ne kadar güvenlisiniz?’ gibi sorular yer alır ve düşme korkusunun günlük işler sırasındaki güven duygusuna olan etkisini değerlendirir. Her soru 0 (çok güvenirim) ile 10 (hiç güvenmem) arasında puan alır ve tüm puanlar toplandığında 0 (düşmeyle ilişkili düşük etkinlik) ile 100 (düşmeyle ilişkili yüksek etkinlik) arasında toplam skor elde edilmektedir (74).Düşme korkusu nedeniyle aktivitelerden kaçınan bireylerin DEÖ puanları daha yüksektir. DEÖ’nün yaşlı bireylerde düşme korkusunun belirlenmesi için mükemmel test-retest güvenilirliği ve geçerliliği olduğu belirtildi (pearson korelasyonu 0,71) (75).

3.4.5 Denge Testleri

3.4.5.1 Klinik Denge Ölçeği: Fullerton Gelişmiş Denge Ölçeği- Türkçe

Katılımcıların denge performansını değerlendirmek için Fullerton Gelişmiş Denge Ölçeği (FAB-T) kullanıldı. Bu performansa dayalı ölçek, fonksiyonel denge (statik ve dinamik) durumunu değerlendiren 10 test maddesinden oluşur. Bireysel test ögeleri; ayaklar bir arada, gözler kapalı (1), bir nesneyi almak için öne uzanma (2), tam bir daire çizerek dönme (3), adım atıp bir sıranın üzerinden geçme (4), tandem yürüyüş (5), tek ayak üzerinde durma (6), gözler kapalı köpük üzerinde durma (7), iki ayakla zıplama (8), baş döndürerek yürüme (9) ve reaktif postür kontrol (10) maddelerinden oluşmaktadır. Her test maddesi 0-4 arasında değer alarak puanlanır. En yüksek 40 puan, en düşük puan 0'dır. Daha yüksek puanlar daha iyi denge yeteneklerini gösterir (76). Bu ölçeğin yaşlı bireylerde Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması İyigün ve arkadaşları tarafından yapılmıştır (77).

3.4.5.2 Teknoloji Destekli Denge Ölçeği: Nintendo Wii Denge Tahtası

Nintendo Wii Denge Tahtası, Bluetooth teknolojisini kullanır ve kullanıcının ağırlığını ve denge merkezini (basınç merkezinden dikey olarak çizilen hayali bir çizginin denge tahtasının yüzeyiyle kesiştiği nokta) izleyen dört basınç sensörüne sahiptir. Bu cihaz dört adet sensör ve bu bileşenlerin üzerine yerleştirildiği bir kuvvet platformundan oluşmaktadır. Ağırlık dağılımı, platform üzerinde gözler açık ve gözler kapalı sabit pozisyonda iken ölçüldü. Sağ-sol ve ön-arka ağırlık dağılımı yüzde olarak kaydedildi (78).

3.4.6 Dinamik Yürüme İndeksi

Dinamik Yürüme İndeksi (DYİ) fonksiyonel yürüme ve yürüyüş sırasında postüral kontrolü değerlendiren bir ölçektir. Ölçek, farklı yürüyüş hızlarında yürüme, horizontal, vertikal baş hareketleri ile yürüme, yürüyüş sırasında dönme, engeller

üzerinden geçerek yürüme, engelin etrafında dönme, merdiven inme- çıkma aktivitelerini içeren sekiz parametreyi değerlendirir. DYİ her biri 0 ila 3 arasında derecelendirilen sekiz maddeden oluşur (0 ciddi bozulma, 3 normal yetenek anlamına gelir). Optimal DYİ puanı 24'tür ve 19 veya daha düşük puana sahip bireylerin düşme olasılığı daha yüksektir (79,80). DYİ için hesaplanan minimum tespit edilebilir değişiklik (minimal detectable change-MDC 4 puan olup, denge ve vestibüler bozuklukları olan bireylerde anlamlı değişikliklere işaret etmektedir (81). Değiştirilmiş DYİ toplam puanının MCID'si (Minimal clinically important differences- en küçük klinik önemli değişim) 6 puan ve eğri altındaki alan 0,64, zaman alt puanları için MCID 2 puan ve eğri altındaki alan 0,6 olarak bulunmuştur (82,83).

3.4.7 Yürüme Hızı

3.4.7.1 10 Metre Yürüme Testi (10 MYT)

Denge problemine bağlı yürüme hızının etkilenebileceği bilinmektedir, bu nedenle çalışmamızda yürüme hızı ve yürüme becerisini değerlendirmek amacıyla 10 MYT kullanıldı. Bu testin uygulanması sırasında 10 metrelik bir alan belirlenip baştan ve sondan ikişer metre işaretlendi. Katılımcılardan istedikleri hızda yürümeleri söylendi, baştaki iki metre akselerasyon, sondaki iki metre ise deselerasyon için çıkarılarak aradaki altı metrelik mesafenin yürünmesi için geçen süre kaydedildi. Test sırasında katılımcılar başlama noktasından yürümeye başladılar iki metrelik sınıra ilk ayak bastığı anda kronometre açıldı ve ikinci ayağı son iki metrelik çizgiye geldiğinde süre durduruldu. Toplam üç deneme yapıldı ortalama yürüme süresi bulundu. Yürüme mesafesi (6 m) yürüme süresine bölünerek yürüme hızı (m/s) elde edildi (Formül: $Yürüme\ hızı\ (m/sn) = \frac{6\ metre}{Yürüme\ süresi\ (x\ saniye)}$) (84,85). Testin sağlıklı yetişkinlerde rahat yürüme hızı için mükemmel test-retest güvenilirliği olduğu ($r =$

0,75 - 0,90) ayrıca rahat ve en hızlı yürüyüş hızları için mükemmel test-retest güvenilirliği olduğu (ICC = 0.93- 0.91) belirtilmiştir(86). Yürüyüş hızı için MCID değeri 0,09m/s ve 0,07m/s – 0,22m/s arasında değişmektedir; bu sonuçlar vestibüler bozukluğu olan bireylerde yürüyüş hızında anlamlı değişiklikler olduğunu göstermektedir (87).

3.4.7.2 10 Metre Yürüme Testi- Horizontal Baş Hareketi (10 MYT-H)

Horizontal baş hareketi ile yürüme hızı, 10 MYT-H kullanılarak ölçüldü. Bu testin uygulanması sırasında 10 metrelik bir alan belirlenip baştan ve sondan ikişer metre işaretlenir. Katılımcılardan istedikleri hızda yürümeleri söylendi, baştaki iki metre akselerasyon, sondaki iki metre ise deselerasyon için çıkarılarak aradaki altı metrelik mesafenin yürünmesi için geçen süre kaydedildi. Test sırasında katılımcılar başlama noktasından yürümeye başladılar iki metrelik sınıra ilk ayak bastığı anda kronometre açıldı ve ikinci ayağı son iki metrelik çizgiye geldiğinde süre durduruldu. Bu test sırasında ayrıca katılımcılardan başını yaklaşık 30° sağa ve sola çevirerek, önceden belirlenmiş 10 metrelik bir alanda yürümesi istenildi. Bu test Dinamik Yürüme skalasından esinlenerek Meldrum ve arkadaşları tarafından periferik vestibüler bozukluğu olan bu kişilere uyarlanmıştır (19). Toplam üç deneme yapıldı ortalama yürüme süresi bulundu. Yürüme mesafesi (6 m) yürüme süresine bölünerek yürüme hızı (m/s) elde edildi (Formül: $Yürüme\ hızı\ (m/sn) = \frac{6\ metre}{Yürüme\ süresi\ (x\ saniye)}$).

3.4.7.3 10 Metre Yürüme Testi-Vertikal Baş Hareketi (10 MYT-V)

Vertikal baş hareketi ile yürüme hızı, 10MYT-V kullanılarak ölçüldü. Bu testin uygulanması sırasında 10 metrelik bir alan belirlenip baştan ve sondan ikişer metre işaretlenir. Katılımcılardan istedikleri hızda yürümeleri söylendi, baştaki iki metre akselerasyon, sondaki iki metre ise deselerasyon için çıkarılarak aradaki 6 metrelik mesafenin yürünmesi için geçen süre kaydedildi. Test sırasında katılımcılar başlama

noktasından yürümeye başladılar 2 metrelik sınıra ilk ayak bastığı anda kronometre açıldı ve ikinci ayağı son 2 metrelik çizgiye geldiğinde süre durduruldu. Ardından yürüme süresi (sn) 6'ya bölünerek yürüme hızı (m/s) elde edilir. Bu test sırasında ayrıca katılımcılardan başını yaklaşık 30 derece yukarı ve aşağı çevirerek, önceden belirlenmiş 10 metrelik bir alanda yürütmesi istenildi. Bu test Dinamik Yürüme skalasından esinlenerek Meldrum ve arkadaşları tarafından periferik vestibüler bozukluğu olan kişilere uyarlanmıştır (19). Toplam 3 deneme yapıldı ortalama yürüme süresi bulundu. Yürüme mesafesi (6 m) yürüme süresine bölünerek yürüme hızı (m/s) elde edildi (Formül: $Yürüme\ hızı\ (m/sn) = \frac{6\ metre}{Yürüme\ süresi\ (x\ saniye)}$).

3.4.8 Vestibüler Bozukluklarda Günlük Yaşam Aktiviteleri Ölçeği

Bu ölçek, günlük yaşamın rutin aktivitelerinde vertigo ve denge bozukluklarının bağımsızlığa etkisini değerlendirir. Fonksiyonel (12 soru), ambülasyon (9 soru), enstrümental (7 soru) alt parametrelerinden oluşan toplam 28 günlük yaşam aktivitesinde bağımsızlık düzeyini ölçer. Fonksiyonel: Kişisel bakım ve yakın ilişkiler, ambülasyon: yürüme ve araç kullanımı, enstrümental: hobiler ve ev işi aktiviteleri ile ilgili maddeleri içerir. Derecelendirme sisteminde, '1' bağımsız olmayı '10' tamamen bağımlı olmayı ifade eder. Kişi genellikle bu beceriyi yapmıyor veya cevap vermek istemiyorsa "Ben aktiviteyi yapmıyorum" bölümünü işaretler. Her bir alt bölümün puanlarının toplamı toplam puanı verir. Fonksiyonel beceriler (12-120 puan), ambülasyon becerileri (9-90 puan), enstrümental beceriler (7-70 puan) toplam 28-280 puan arasında puanlanmaktadır. Düşük toplam puan, bireyin günlük yaşam aktivitelerinde bağımsızlığını gösterir (88,89). Çiçek ve ark. vestibüler problemi olan bireylerde Türkçe VBGYA'nın geçerli ve güvenilir olduğunu bulmuştur (89).

3.4.9 Baş Dönmesi Engellilik Envanteri

BDEE, baş dönmesinin neden olduğu kendi kendine algılanan engeli değerlendirmek için tasarlanmış 25 maddelik bir öz değerlendirme ölçeğidir. Klinisyenlerin uyguladıkları tedavinin etkinliğini saptamada, hastanın izlenmesi ve yaşam kalitesinde meydana getirdiği gelişmelerin tanımlamasında kullanılmaktadır. Her madde 3 farklı şekilde (evet=4, bazen=2 ve hayır=0) derecelendirilir. Baş dönmesi ile ilişkili fonksiyonel (9 madde, toplam 36 puan), duygusal (emosyonel) (9 madde, 36 puan) ve fiziksel zorluklar (7 madde, 28 puan) ayrı olarak belirlenmektedir. Bu nedenle BDEE puanları 0 (engel yok) ile 100 (önemli algılanan engel) arasında değişmektedir. Toplam puan hafif (0-30), orta (>30-60) ve şiddetli engel (>60-100) olarak sınıflandırılır (90-92). Baş Dönmesi Engellilik Envanterinin baş dönmesi olan bireylerde Türkçe formunun güvenilir ve geçerli olduğu Canbal ve ark. tarafından saptanmıştır (91).

3.4.10 Sanal Gerçeklik Uygulaması ile İlgili Memnuniyet Düzeyi

Bireylerin oyun oynarken kullanmış oldukları sanal gerçeklik gözlüğü ile ilgili memnuniyet durumunu belirlemek için 1-5 arası puanlamayı içeren sorular oluşturuldu. Bireylere yöneltilen sorular arasında ‘Tedavide takmış olduğunuz sanal gerçeklik gözlüğünün boyutlarının uygunluğu, ayarlanabilmesi, sabitlenmesinin kolaylığı, gözlüğün güvenliği, tedavide etkililiği, oyun oynarken gözlük kullanmanın eğlenceli olması’ gibi olumlu etkilerden oluşan beş adet soru bulunurken, ‘Sanal gerçeklik gözlüğü ile oyun oynadıktan sonra yorgunluk ve sersemlik, baş dönmesi, denge probleminin artması, dış dünyadan soyutlanma durumu ve oyununun hızının ve zorluk düzeyinin ayarlanamaması’ gibi olumsuz etkilerinden oluşan beş adet soru bulunan toplam on adet soru içermektedir. Ölçek 5’li likert sistemine göre puanlanmaktadır. Olumlu etkilerden oluşan ilk beş maddesi ‘Hiç=1, Az=2, Orta=3, Çok=4, Pekçok=5’ olarak puanlanırken, olumsuz etkilerden oluşan son beş maddesi

‘Hiç=5, Az=4, Orta=3, Çok=2, Pekçok=1’ olarak puanlandı ve toplam 50 puan üzerinden değerlendirildi. Bu değerlendirme tarafımızca olası durumlar göz önüne alınarak geliştirildi ve daha önce literatürde kullanılmamıştır.

3.5 Tedavi Yöntemleri

Çalışmaya katılan 2B-SG veya 3B-SG tedavi grubunda yer alan bireyler, sekiz hafta boyunca haftada üç, toplam 24 seans, her seans 50 dakika olacak şekilde fizyoterapist eşliğinde tedaviye alındı. Tedavi grubunda yer alan tüm bireylere 25 dakika vestibüler rehabilitasyon ve 25 dakika sanal gerçeklik (2-boyutlu ve 3-boyutlu) uygulaması yapıldı. Kontrol grubunda yer alan bireylere herhangi bir müdahale yapılmadı, günlük yaşamlarına ve/veya fiziksel aktivitelerine devam etmeleri önerildi. Kontrol grubundaki bireyler değerlendirme süreleri bittikten sonra egzersiz programlarına katılmaya davet edildi.

3.5.1 Vestibüler Rehabilitasyon Programı

Çalışmada tedavi uygulanan gruptaki katılımcılara 2-boyutlu veya 3-boyutlu sanal gerçeklik uygulamaları yanı sıra vestibüler rehabilitasyon tedavisi de verildi. Vestibüler rehabilitasyon tedavisi temel egzersizleri, çeşitli vücut postür ve aktiviteleri ile baş-göz hareketleri, çeşitli üst ekstremité görevlerini yerine getirirken baş ve gövde oryantasyonları ile azaltılmış bir destek yüzeyi ile dengeyi korumak, vertigoya neden olan hareketlerin tekrarlanması ve hastaların kademeli olarak farklı duyuşal ve motor ortamlara maruz bırakılmasını içermektedir (5,13,93). Vestibüler rehabilitasyon programı adaptasyon, habitüasyon (alıştırma) ve yerine koyma (substitution) egzersizlerini içermekteydi (7,8).

3.5.1.1 Adaptasyon Egzersizleri

Vestibüler rehabilitasyon uygulamalarında göz ve baş hareketlerini içeren, baş hareketi ile görsel fiksasyonun korunduğı adaptasyon egzersizleri kullanıldı.

- Hasta oturma ve ayakta durma pozisyonunda, baş sabit pozisyonda iken horizontal (10 tekrar) ve vertikal (10 tekrar) yönde göz hareketini yapar.
- Hasta oturma ve ayakta durma pozisyonunda, elinde bulunan hedef bir topa gözlerini sabitlerken baş sağa- sola (10 tekrar) daha sonra yukarı- aşağı (10 tekrar) yönde döndürür.
- Hasta oturma ve ayakta durma pozisyonunda, elinde bulunan hedef bir topu sağa- sola (10 tekrar) daha sonra yukarı- aşağı (10 tekrar) yönde döndürürken gözleri ile takip edip başını bu hareketlerin karşı tarafına doğru hareket ettirir.

Yapılan egzersizlerin hızı hasta tolerasyonuna göre ayarlandı. Egzersizler ilk 2 hafta oturma pozisyonunda 2-8 hafta arasında ise ayakta durma pozisyonunda uygulandı.

3.5.1.2 Habitüasyon (Alıştırma) Egzersizleri

Hastaların çeşitli pozisyon değişiklikleri ile meydana gelen semptomlarının azaltılması için tekrarlı hareketlerden oluşan habitüasyon egzersizleri kullanıldı.

- Hasta oturma veya ayakta durma pozisyonunda sağa ve sola baş rotasyonu yapar.
- Hasta ayakta durma pozisyonunda, iki eli ile tutmuş olduğu topu dairesel yönde hareket ettirir bu sırada göz ve başı ile hareketi takip eder. Hareket sağ ve sol yönde 10'ar tekrarlı olacak şekilde tamamlanır.

3.5.1.3 Yerine Koyma (Substitution) ve Denge Egzersizleri

Hastalarda vestibüler sistemin etkilenmiş olması ve bunun yerine diğer görsel ve somatosensoriyal uyarıların yerleştirilmesi prensibine dayanır. Bu sırada hastalara denge egzersizleride uygulandı.

- Hasta ayakta durma pozisyonunda, ayaklar omuz genişliğinde açık ve kapalı, sert ve yumuşak zemin, gözler açık ve kapalı, tek ayakta ve tandem pozisyonunda durma (her pozisyon 1 dakika boyunca korundu). Hareketler önce baş hareketi olmadan daha sonra başın sağa- sola ve yukarı- aşağı yönde hareketleri ile tamamlanır.
- Hasta tandem pozisyonunda durur, bu pozisyonda baş hareketi olmadan daha sonra başın sağa- sola ve yukarı- aşağı yönde hareketi ile dengeyi koruması istenir.

3.5.1.4 Yürüme Egzersizleri

- Hasta tandem pozisyonunda yürütülür. Hareketler önce baş hareketi olmadan daha sonra başın sağa- sola ve yukarı- aşağı yönde hareketi ile tamamlanır.
- Hasta kolu 90° fleksiyonda olacak şekilde topu elinde tutar ve 10 metrelik mesafede yürürken topu sağa- sola daha sonra yukarı ve aşağı yönde hareket ettirir ve topu gözleriyle takip eder.
- Hasta kolu 90° fleksiyonda olacak şekilde topu elinde tutar ve 10 metrelik mesafede yürürken başını topun yönüne göre sağa- sola daha sonra yukarı ve aşağı yönde hareket ettirir.
- Hasta kolu 90° fleksiyonda olacak şekilde topu elinde tutar ve 10 metrelik mesafede yürürken baş bir tarafa giderken bunun aksi yönünde gözlerini topun yönüne göre sağa- sola daha sonra yukarı ve aşağı yönde hareket ettirir.

3.5.2 Sanal Gerçeklik Programı

3.5.2.1 3-Boyutlu Sanal Gerçeklik Uygulaması

3- boyutlu grupta yer alan bireylere geleneksel vestibüler rehabilitasyon tedavisine ek olarak 3- boyutlu sanal gerçeklik oyun eğitimi verildi. Hastalar PlayStation 4 (PS4) oyun cihazından 3- boyutlu sanal gerçeklik gözlüğü ile 'Verti-Go' oyununu 25 dakika boyunca oynadılar. Egzersizler oyunun öğretilmesi ve oluşabilecek semptomların (baş dönmesi ve denge problemleri) azaltılması amacıyla ilk bir hafta boyunca oturma pozisyonunda yapıldı daha sonra ayakta durma pozisyonuna geçildi.



Şekil 4: 3-Boyutlu sanal gerçeklik uygulama



Şekil 5: 3-Boyutlu sanal gerçeklik gözlük kullanımı

3.5.2.2 2-Boyutlu Sanal Gerçeklik Uygulaması

2-boyutlu sanal gerçeklik uygulaması yapılan grupta yer alan bireylere geleneksel vestibüler rehabilitasyon tedavisine ek olarak 2-boyutlu sanal gerçeklik oyun eğitimi verildi. Hastalar PlayStation 4 (PS4) oyun cihazından 'Verti-Go' oyununu 25 dakika boyunca oynadılar. Oyun sırasında başın hareketlerini algılayan sanal gerçeklik gözlüğünde bulunan sensörlerin gerekliliğinden dolayı gözlük hastaların gözlerine yerleştirilmek yerine başlarına sabitlendi ve bu şekilde oyun 2-boyutlu olacak şekilde oynandı. Egzersizler oyunun öğretilmesi ve oluşabilecek semptomların (baş dönmesi ve denge problemleri) azaltılması amacıyla ilk bir hafta boyunca oturma pozisyonunda yapıldı daha sonra ayakta durma pozisyonuna geçildi.



Şekil 6: 2- Boyutlu sanal gerçeklik uygulaması



Şekil 7: 2-Boyutlu sanal gerçeklik gözlük kullanımı

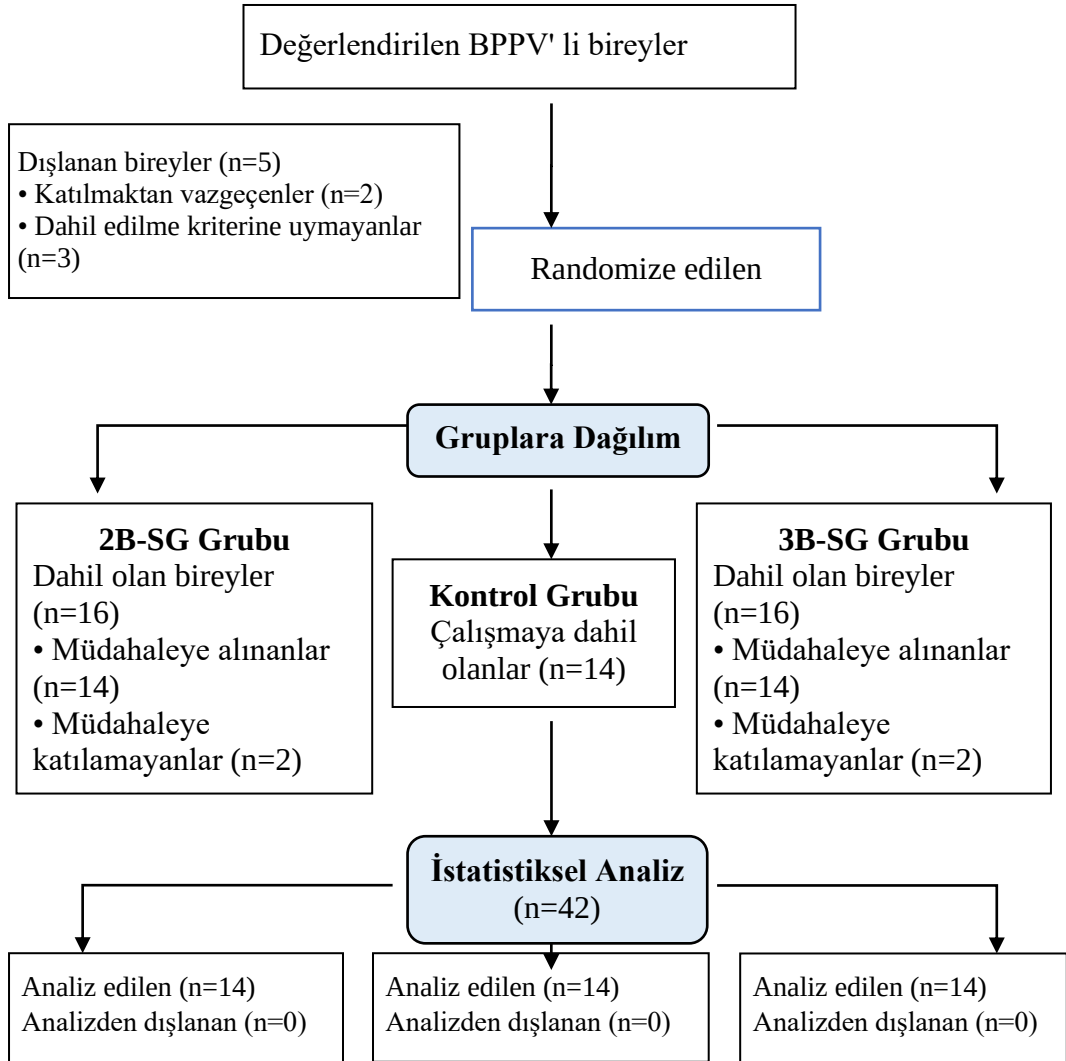
3.6 İstatistiksel Analiz

Çalışmada elde edilen veriler SPSS 25.0 programında değerlendirildi ve yapılan testlerde anlamlılık düzeyi $p < 0,05$ olarak kabul edildi. Sürekli değişkenler için ortalama ve standart sapma, kategorik değişkenler için sıklık ve yüzdelik elde edilmiştir. Gruplararası karşılaştırma için sürekli değişkenlerde Kruskal-Wallis H testi ve kategorik değişkenlerde Ki-kare testi, grup içi karşılaştırma için sürekli değişkenlerde Wilcoxon sıra sayılar testi, kategorik değişkenlerde McNemar ki-kare testi uygulanmıştır. Tedavi öncesi değişimin etkisi giderildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplara göre farklılığını araştırmak için Quade'nin parametrik olmayan kovaryans analizi yapılmıştır. İlgili istatistiklerin p değeri ve etki büyüklüğü [Cohen'in d'si (0,20 küçük, 0,50 orta, 0,80 büyük, 1 ve üzeri çok büyük), η^2 (0,01 küçük, 0,06 orta, 0,14 büyük, 0,20 çok büyük) ve Cramer'in v'si (kategori 2 için 0,10 küçük, 0,30 orta, 0,50 büyük; kategori3 için 0,07 küçük, 0,21 orta, 0,35 büyük] ölçüleri raporlanmıştır. Değerlendirme parametrelerinin tedavi öncesine göre kıyaslandığında tedavi sonrası değişimi % değişim ve ortalama değişim oranı olarak verilmiştir (94).

Bölüm 4

BULGULAR

Çalışmada rezidüel baş dönmesi şikâyeti olan BPPV tanısı almış toplam 51 birey değerlendirildi. Çalışma akış şeması Şekil 8’de yer almaktadır.



Şekil 8: Alınan hastaların akış şeması

4.1 Sosyo-Demografik, Antropometrik, Klinik Özelliklerin ve Semptomların Sonuçlarının Karşılaştırılması

Demografik değişkenlerin gruplara göre değişimi değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 1).

Tablo 1: Bireylerin gruplara göre demografik özelliklerinin değişimlerinin karşılaştırılması

Değişkenler		Kontrol Ort±SS	2B-SG Ort±SS	3B-SG Ort±SS	p (η^2)
Yaş (yıl)		49,78±13,00	48,85±14,79	46,35±14,61	0,576 (0,592)
Boy Uzunluğu (m)		1,61±0,12	1,63±0,00	1,712 ±0,07	0,759 (0,017)
Vücut Ağırlığı (kg)		72,71±14,70	68,50±9,19	76,60±17,57	0,126 (0,122)
		Kontrol n (%)	2B-SG n (%)	3B-SG n (%)	p (v)
Yaş	25-34	3 (27,3)	4 (36,4)	4 (36,4)	0,979 (0,119)
	35-44	1 (25)	1 (25)	2 (50)	
	45-54	5 (41,7)	4 (33,3)	3 (25)	
	55-65	5 (33,3)	5 (33,3)	5 (33,3)	
Cinsiyet Kadın		8 (28,6)	9 (32,1)	11 (39,3)	0,461 (0,189)
Erkek		6 (42,9)	5 (35,7)	3 (21,4)	
Eğitim Durumu	İlkokul	2 (100)	0 (0)	0 (0)	0,468 (0,278)
	Ortaokul	2 (33,3)	2 (33,3)	2 (33,3)	
	Lise	4 (30,8)	5 (38,5)	4 (30,8)	
	Üniversite	6 (33,3)	5 (27,8)	7 (38,9)	
	Yüksek Lisans	0 (0)	2 (66,7)	1 (33,3)	
Alkol Kullanımı	Evet	4 (36,4)	5 (45,5)	2 (18,2)	0,403 (0,203)
	Hayır	10 (32,3)	9 (29)	12 (38,7)	
Sigara Kullanımı	Evet	7 (50)	3 (21,4)	4 (28,6)	0,252 (0,258)
	Hayır	7 (25)	11 (39,3)	10 (35,7)	

Ort±SS: Ortalama Standart Sapma, p: Kruskal Wallis H Testi, η^2 : Eta-kare

Klinik özellikleri gruplara göre değişimi değerlendirildiğinde gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p>0,05$) (Tablo 2).

Tablo 2: Bireylerin gruplara göre klinik özelliklerinin değişimlerinin karşılaştırılması

			Kontrol n (%)	2B-SG n (%)	3B-SG n (%)	p (v)
Daha Önce	0		0 (0)	2 (50)	2 (50)	0,267 (0,355)
Uygulanan	1		8 (44,4)	5 (27,8)	5 (27,8)	
Manevra Sayısı	2		1 (10)	5 (50)	4 (40)	
	3		4 (66,7)	1 (16,7)	1 (16,7)	
	4		0 (0)	0 (0)	1 (100)	
	5		1 (33,3)	1 (33,3)	1 (33,3)	
Tedavi Öncesi	0		2 (50)	0 (0)	2 (50)	0,283 (0,386)
Uygulanan	1		4 (57,1)	2 (28,6)	1 (14,3)	
Manevra Sayısı	2		1 (33,3)	0 (0)	2 (66,7)	
Dix Hallpike	Var		3 (33,3)	2 (22,2)	4 (44,4)	0,650 (0,142)
Test Vertigo	Yok		11 (33,3)	12 (36,4)	10 (30,3)	
Dix Hallpike	Var		2 (66,7)	1 (33,3)	0 (0)	0,231 (0,226)
Test Nistagmus	Yok		12 (30,8)	13 (33,3)	14 (35,9)	
			Kontrol Ort±SS	2B-SG Ort±SS	3B-SG Ort±SS	p (η²)
Hastalık Başlama Zamanı (ay)			30,86±23,60	60±0,00	55,20±6,57	0,678 (0,027)
İlk ataktan sonra geçen süre (ay)			28±24,08	60±0,00	55,20±6,57	0,657 (0,027)
Son ataktan sonra geçen süre (ay)			2,43±1,90	1±0,00	6±5,52	0,855 (0,006)

p: Likelihood Ratio Ki-kare, v: Cramer'in v'si

Baş dönmesi, denge problemi, baş ağrısı ve düşme korkusu semptomlarının ölçüm sonuçları değerlendirildiğinde tedavi öncesi tüm semptomlarda gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmadı ($p_1 > 0,05$), tedavi sonrası denge problemi, baş ağrısı ve düşme korkusu ölçüm sonuçlarında gruplara göre anlamlı farklılık bulunmadı ($p_2 > 0,05$) fakat 3B-SG grubu ve kontrol grubu arasında baş dönmesi semptomlarında anlamlı fark tespit edildi ($p_2 < 0,05$). Gruplara göre ayrı ayrı zamana bağlı değişim değerlendirildiğinde 2B-SG ve 3B-SG gruplarında tedavi sonrası baş dönmesi ve denge problemi semptomlarında, 3B-SG gruplarında tedavi sonrası baş ağrısı ve düşme korkusu semptomlarında azalma olduğu tespit edildi ($p_3 < 0,05$). Tedavi sonrası yüzdelik değişimler incelendiğinde klinik semptomlarda diğer gruplara göre en fazla 3B-SG grubunda baş dönmesi (3B-SG: %35,7; 2B-SG: %42,9; kontrol grubu: %84,6), baş ağrısı (3B-SG: %41,7; 2B-SG: %58,9; kontrol grubu: %55,5) ve

düşme korkusu (3B-SG: %50; 2B-SG: %61,5; kontrol grubu: %91,7) gibi klinik semptomların azaldığı görüldü. Denge problemi açısından ise tedavi sonrasında kontrol grubuna göre (%91,7) 3B-SG (%50) ve 2B-SG (%50) gruplarında benzer şekilde daha fazla azalma olduğu tespit edildi. Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi) yapıldığında tüm ölçümler açısından gruplar arasında anlamlı farklılaşma bulunmamıştır ($p_4 > 0,05$) (Tablo 3).

Tablo 3: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası dönemde grup içi ve gruplar arası subjektif klinik semptomların sonuçlarının karşılaştırılması

	Gruplar	Tedavi Öncesi			Tedavi Sonrası			p ₃ (v)	%	p ₄ (η ²)
		Var	Yok	p ₁ (v)	Var	Yok	p ₂ (v)			
Baş	2B-SG (n:14)	14 (100)	0 (0)	-	6 (42,9)	8 (57,1)	0,024**	0,008 (0,571)	42,9	Değişim
Dönmesi	3B-SG (n:14)	14 (100)	0 (0)		5 (35,7) ^b	9 (64,3) ^b	(0,427)	0,004 (0,643)	35,7	yok
	Kontrol (n:14)	14 (100)	0 (0)		11(84,6) ^a	2 (15,4) ^a		0,500 (0,214)	84,6	
Denge	2B-SG (n:14)	14 (100)	0 (0)	0,309*	7 (50)	7 (50)	0,355**	0,016 (0,500)	50,0	0,355
Problemi	3B-SG (n:14)	14 (100)	0 (0)	(0,232)	7 (50)	7 (50)	(0,225)	0,016 (0,500)	50,0	(0,044)
	Kontrol (n:14)	12 (92,3)	1 (7,7)		4 (28,6)	10 (71,4)		0,250 (0,571)	33,3	
Baş Ağrısı	2B-SG (n:14)	12 (85,7)	2 (14,3)	0,297*	7 (50)	7 (50)	0,791**	0,063 (0,357)	58,3	0,734
	3B-SG (n:14)	12 (85,7)	2 (14,3)	(0,246)	5 (35,7)	9 (64,3)	(0,137)	0,039 (0,500)	41,7	(0,016)
	Kontrol (n:14)	9 (64,3)	5 (35,7)		5 (35,7)	9 (64,3)		0,125 (0,286)	55,5	
Düşme	2B-SG (n:14)	13 (92,9)	1 (7,1)	0,231*	8 (57,1)	6 (42,9)	0,269**	0,063 (0,357)	61,5	0,078
Korkusu	3B-SG (n:14)	14 (100)	0 (0)	(0,226)	7 (50)	7 (50)	(0,250)	0,016 (0,500)	50,0	(0,129)
	Kontrol (n:14)	12 (85,7)	2 (14,3)		11 (78,6)	3 (21,4)		1,000 (0,071)	91,7	

*Likelihood Ratio Ki-kare, ** Pearson Ki-kare, n: örneklem büyüklüğü, p₁: Tedavi öncesi değişimin gruplar arası karşılaştırması (Ki-kare testi) , p₂: Tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Ki-kare testi), p₃: Tedavi öncesi ve sonrası değişimin grup içi karşılaştırması (Mc Nemar Testi), p₄: Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi, ANCOVA), , η²:Eta-kare, v: Mc Nemar Etki Büyüklüğü, ^{a,b} Farklı harfli gruplar arasında anlamlı farklılık vardır

4.2 Subjektif Klinik Semptomların Şiddetinin Sonuçlarının Karşılaştırılması

Baş dönmesi, denge problemi, baş ağrısı ve düşme korkusu şiddeti ölçümlerinin değişimi değerlendirildiğinde tedavi öncesi gruplar arasında anlamlı farklılık bulunmadı ($p_1 > 0,05$). Tedavi sonrası baş dönmesi şiddeti kontrol grubuna göre 2B-SG ve 3B-SG grubunda daha düşük ($p_2 < 0,001$), denge problemi değeri kontrol grubuna göre 3B-SG grubunda daha düşük ($p_2 = 0,030$), düşme korkusu şiddeti değeri kontrol grubuna göre 2B-SG ve 3B-SG grubunda daha düşük ($p_2 = 0,007$) değer elde edilmiştir. Gruplara göre ayrı ayrı zamana bağlı değişim değerlendirildiğinde; baş dönmesi şiddeti 2B-SG ve 3B-SG grubunda ($p_3 < 0,001$), denge problemi şiddeti 2B-SG ve 3B-SG grubunda ($p_3 < 0,001$), baş ağrısı şiddeti kontrol ($p_3 = 0,011$), 2B-SG ($p_3 = 0,002$), ve 3B-SG ($p_3 = 0,007$) grubunda, düşme korkusu şiddeti 2B-SG ($p_3 < 0,001$) ve 3B-SG grubunda ($p_3 = 0,001$) tedavi sonrası değerler azalmıştır. Tedavi sonrası yüzdelik değişimler incelendiğinde klinik semptomların şiddeti ölçüm sonuçları açısından en fazla gelişimin 3B-SG grubunda olduğu görüldü. Buna göre diğer gruplara göre 3B-SG grubunda baş dönmesi şiddeti (3B-SG: %84,9; 2B-SG: %68,1; kontrol grubu: %7,2) ve denge problemi (3B-SG: %82,7; 2B-SG: %78,7; kontrol grubu: %17,2) gibi klinik semptomların şiddetinin azaldığı, baş ağrısı (3B-SG: % 75,4; 2B-SG: %76,0; kontrol grubu: %56,5) ve düşme korkusunun (2B-SG: %63,0; 3B-SG: %62,1; kontrol grubu: %4,4) kontrol grubuna göre 3B-SG ve 2B-SG gruplarında benzer şekilde azaldığı tespit edildi. Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi) açısından baş dönmesi ($p_4 < 0,001$), denge problemi ($p_4 = 0,028$) ve düşme korkusu ($p_4 < 0,001$) gruplara göre anlamlı farklılaşmış olup tüm ölçümlerde 2B-SG ve 3B-SG grubunda kontrol grubuna göre daha iyi gelişim elde edildi. Tedavi

gruplarının baş dönmesi ($\eta^2=0,978$), denge problemi ($\eta^2=0,335$), ve düşme korkusu ($\eta^2= 0,432$) şiddetinin etki büyüklüklerinin çok büyük olduğu görüldü (Tablo 4).

Tablo 4: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası dönemde grup içi ve gruplar arası subjektif klinik semptomların (başdönmesi, denge problemi, baş ağrısı, düşme korkusu) şiddet ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması

		Tedavi Öncesi		Tedavi Sonrası		p ₃ (d)	%	OD	p ₄ (η ²)
	Gruplar	Ort±SS	p ₁ (η ²)	Ort±SS	p ₂ (η ²)				
Baş Dönmesi Şiddeti	2B-SG (n:14)	6,500±1,557	0,480 (0,031)	2,071±1,685 ^b	<0,001 (0,587)	<0,001 (0,209)	68,1	-4,429	<0,001 (0,978)
	3B-SG (n:14)	6,143±1,292		0,929±1,269 ^b		<0,001 (0,254)	84,9	-5,214	
	Kontrol (n:14)	5,929±1,207		5,500±2,029 ^a		0,565 (0,215)	7,2	-0,429	
Denge Şiddeti	2B-SG (n:14)	5,714±2,367	0,291 (0,076)	1,214±1,251	0,030 (0,303)	<0,001 (1,893)	78,7	-4,500	0,028 (0,335)
	3B-SG (n:14)	5,786±1,311		1,000±1,109 ^b		<0,001 (2,481)	82,7	-4,786	
	Kontrol (n:14)	4,571±2,209		3,786±3,017 ^a		0,475 (0,254)	17,2	-0,785	
Baş Ağrısı Şiddeti	2B-SG (n:14)	5,643±3,103	0,130 (0,105)	1,357±1,692	0,869 (0,004)	0,002 (1,639)	76,0	-4,286	0,798 (0,028)
	3B-SG (n:14)	4,643±2,468		1,143±1,748		0,007 (1,068)	75,4	-3,500	
	Kontrol (n:14)	3,286±3,148		1,429±2,243		0,011 (0,741)	56,5	-1,857	
Düşme Şiddeti	2B-SG (n:14)	5,786±2,359	0,289 (0,061)	2,143±2,316 ^b	0,007 (0,233)	<0,001 (1,953)	63,0	-3,643	<0,001 (0,432)
	3B-SG (n:14)	6,214±1,477		2,357±1,781 ^b		0,001 (1,742)	62,1	-3,857	
	Kontrol (n:14)	4,929±2,526		4,714±2,431 ^a		0,524 (0,140)	4,4	-0,215	

n: örneklem büyüklüğü, p₁: Tedavi öncesi değişimin gruplar arası karşılaştırması (Kruskal-Wallis H testi) , p₂: Tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Kruskal-Wallis H testi), p₃: Tedavi öncesi ve sonrası değişimin grup içi karşılaştırması (Wilcoxon sıra sayılar Testi), p₄:Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi, ANCOVA), d: Cohen'in d'si, η²:Eta-kare, ^{a,b} Farklı harfli gruplar arasında anlamlı farklılık vardır, OD: Ortalama Değişim

4.3 Reaksiyon Zamanı Sonuçlarının Karşılaştırılması

Flaş reaksiyon ölçümlerinin değişimi değerlendirildiğinde; tedavi öncesi gruplara göre anlamlı farklılaşmamışken ($p_1 > 0,05$), tedavi sonrası doğru adım sayısı kontrol grubunda 2B-SG grubuna göre daha düşük ($p_2 = 0,046$), hatalı adım sayısı kontrol grubunda 2B-SG grubuna göre daha yüksek ($p_2 = 0,003$), ortalama reaksiyon zamanı kontrol grubuna göre 3B-SG ve 2B-SG gruplarında daha düşük ($p_2,001$) olduğu bulundu. Gruplara göre ayrı ayrı zamana bağlı değişim değerlendirildiğinde; 2B-SG ve 3B-SG grubunda ortalama reaksiyon zamanı tedavi sonrası azalmıştır (sırasıyla $p_3 = 0,030$ ve $p_3 = 0,006$). Tedavi sonrası yüzdelik değişimler incelendiğinde flaş reaksiyon ölçüm sonuçları açısından 2B-SG grubunda doğru adım sayısı 3B-SG grubuna göre daha fazla arttı (2B-SG: %0,8; 3B-SG: %0,6; kontrol grubu: %1,0), hatalı adım sayısı daha fazla azaldı (2B-SG: %66,8; 3B-SG: %9,2; kontrol grubu: %25). 3B-SG grubunda tedavi sonrası ortalama reaksiyon zamanında (3B-SG: %13,46; 2B-SG: %8,44; kontrol grubu: %3,46) daha fazla gelişme oldu. Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi) açısından ortalama reaksiyon zamanı ($p_4 = 0,402$) gruplara göre anlamlı farklılaşma olmadı. Ortalama reaksiyon zamanı ($\eta^2 = 0,046$) etki büyüklüğünün küçük olduğu görüldü (Tablo 5).

Tablo 5: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi ve gruplar arası reaksiyon zamanı- flaş/yanıt fasilitasyonu ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması

Flaş	Tedavi Öncesi			Tedavi Sonrası					
	Gruplar	Ort±SS	p ₁ (η ²)	Ort±SS	p ₂ (η ²)	p ₃ (d)	%	OD	p ₄ (η ²)
Doğru Adım Sayısı	2B-SG (n:14)	34,857±,535	0,682 (0,028)	35,143±,535 ^b	0,046 (0,129)	0,102(-0,467)	0,8	0,286	0,058
	3B-SG (n:14)	34,500±1,829		34,714±1,590		0,604(-0,082)	0,6	0,214	(0,115)
	Kontrol (n:14)	34,286±1,637		33,929±1,639 ^a		0,429 (0,211)	1,0	-0,357	
Hatalı Adım Sayısı	2B-SG (n:14)	0,214±,426	0,395 (0,047)	0,071±0,267 ^b	0,044 (0,097)	0,317(0,267)	66,8	-0,143	0,079
	3B-SG (n:14)	0,786±1,626		0,714±1,637		0,829(0,029)	9,2	-0,072	(0,079)
	Kontrol (n:14)	0,857±1,610		1,071±1,542 ^a		0,606 (-0,136)	25	0,214	
Ortalama	2B-SG (n:14)	1280,93 ± 117,35	0,154 (0,133)	1172,77 ± 146,93 ^b	<0,001	0,030 (0,668)	8,44	-108,160	0,402
Reaksiyon Zamanı	3B-SG (n:14)	1335,75 ± 187,47		1155,94 ± 164,40 ^b	(0,386)	0,006 (1,042)	13,46	-179,810	(0,046)
	Kontrol (n:14)	1515,23 ± 402,58		1462,81 ± 230,54 ^a		0,730 (0,147)	3,46	-52,420	

n: örneklem büyüklüğü, p₁: Tedavi öncesi değişimin gruplar arası karşılaştırması (Kruskal-Wallis H testi) , p₂: Tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Kruskal-Wallis H testi), p₃: Tedavi öncesi ve sonrası değişimin grup içi karşılaştırması (Wilcoxon sıra sayılar Testi), p₄: Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi, ANCOVA), η²:Eta-kare, ^{a,b} Farklı harfli gruplar arasında anlamlı farklılık vardır, OD: Ortalama Değişim

Flaş ölçümlerinin değişimi değerlendirildiğinde; tedavi öncesi karar ve toplam yanıt puanı gruplara göre anlamlı farklılaşmış ($p_1=0,022$, $p_1=0,020$) olup kontrol grubunda 2B-SG ve 3B-SG grubuna göre daha yüksek değer elde edildi. Tedavi sonrası tüm ölçüm değerleri kontrol grubunda 2B-SG ve 3B-SG grubuna göre daha yüksek elde edilmiştir ($p_2 \leq 0,001$). Gruplara göre ayrı ayrı zamana bağlı değişim değerlendirildiğinde 2B-SG grubunda tepki ve toplam yanıt süresi (sırasıyla $p_3=0,004$ ve $p_3=0,011$) tedavi sonrası anlamlılık düzeyinde azaldı. Tedavi sonrası yüzdelik değişimler incelendiğinde flaş reaksiyon zamanı ölçüm sonuçları açısından çok fazla farklılık olmamakla birlikte 2B-SG grubunun karar süresi 3B-SG grubuna göre daha fazla azaldı (3B-SG: %4,29; 2B-SG: %5,08; kontrol grubu: %4,88). 2B-SG grubunun tepki süresi (2B-SG: %9,72; 3B-SG: %5,68; kontrol grubu: %43,3) ve toplam yanıt süresi (2B-SG: %7,83; 3B-SG: %5,11; kontrol grubu: %31,7) 3B-SG grubuna göre daha fazla azaldı. Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi) açısından karar, tepki ve toplam yanıt süresi bakımından gruplara göre anlamlı farklılık bulunmadı (Tablo 6).

Tablo 6: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi ve gruplar arası reaksiyon zamanı- flaş/yanıt fasilitasyonu ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması

Flaş	Tedavi Öncesi			Tedavi Sonrası					
	Gruplar	Ort±SS	p ₁ (η ²)	Ort±SS	p ₂ (η ²)	p ₃ (d)	%	OD	p ₄ (η ²)
Karar Süresi	2B-SG (n:14)	853,802 ± 88,776 ^b	0,022 (0,198)	810,412 ± 85,987 ^b	<0,001 (0,357)	0,158 (0,450)	5,08	-43,390	0,978
	3B-SG (n:14)	877,227 ± 131,232 ^b		839,602 ± 98,786 ^b		0,272 (0,260)	4,29	-37,625	(0,001)
	Kontrol (n:14)	1073,064 ± 318,708 ^a		1020,663 ± 182,266 ^a		0,331 (0,194)	4,88	-52,401	
Tepki Süresi	2B-SG (n:14)	1244,943 ± 104,286	0,051 (0,073)	1123,899 ± 93,729 ^b	<0,001 (0,377)	0,004 (0,954)	9,72	-121,044	0,387
	3B-SG (n:14)	1245,152 ± 194,433		1174,381 ± 162,066 ^b		0,096 (0,349)	5,68	-70,771	(0,048)
	Kontrol (n:14)	2479,844 ± 3732,699		1406,052 ± 213,627 ^a		0,730 (0,290)	43,3	-1073,792	
Toplam	2B-SG (n:14)	2098,746 ± 190,303 ^b	0,020 (0,095)	1934,309 ± 171,540 ^b	<0,001 (0,383)	0,011 (0,763)	7,83	-164,437	0,382
Yanıt Süresi	3B-SG (n:14)	2122,380 ± 322,721 ^b		2013,984 ± 251,945 ^b		0,198 (0,318)	5,11	-108,396	(0,048)
	Kontrol (n:14)	3552,909 ± 3758,407 ^a		2426,716 ± 386,821 ^a		0,925 (0,304)	31,7	-1126,193	

n: örneklem büyüklüğü, p₁: Tedavi öncesi değişimin gruplar arası karşılaştırması (Kruskal-Wallis H testi) , p₂: Tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Kruskal-Wallis H testi), p₃: Tedavi öncesi ve sonrası değişimin grup içi karşılaştırması (Wilcoxon sıra sayılar Testi), p₄: Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi, ANCOVA), η²:Eta-kare, ^{a,b} Farklı harfli gruplar arasında anlamlı farklılık vardır, OD: Ortalama Değişim

İnhibitör reaksiyon zamanı ölçümlerinin değişimi değerlendirildiğinde; tedavi öncesi gruplara göre anlamlı farklılık yoktu ($p_1>0,05$), tedavi sonrası hata sayısı kontrol grubunda 2B-SG grubuna göre daha yüksek ($p_2=0,022$), ortalama reaksiyon zamanının 2B-SG ve 3B-SG grubuna göre kontrol grubunda daha yüksekti ($p_2<0,001$). Gruplara göre ayrı ayrı zamana bağlı değişim değerlendirildiğinde; 2B-SG grubunda hata sayısı ve ortalama reaksiyon zamanı (sırasıyla $p_3=0,046$ ve $p_3=0,013$), 3B-SG grubunda ortalama reaksiyon zamanı ($p_3=0,002$) tedavi sonrası azaldı. Tedavi sonrası yüzdelik değişimler incelendiğinde inhibitör reaksiyon ölçüm sonuçları açısından 3B-SG grubunda 2B-SG grubuna göre doğru sayısı (3B-SG: %2,4; 2B-SG: %1,8; kontrol grubu: %3,4) ve ortalama reaksiyon zamanı (3B-SG: %14,71; 2B-SG: %9,74; kontrol grubu: %1,18) daha fazla gelişme olmuştur. 2B-SG grubunda tedavi sonrası hata sayısı daha fazla azaldı (2B-SG: %100; 3B-SG: %24,8; kontrol grubu: %50,1). Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi) açısından hata sayısı ($p_4=0,011$) ve ortalama reaksiyon zamanı ($p_4=0,033$) gruplara göre anlamlı farklılaşmış olup bu ölçümlerde 2B-SG ve 3B-SG grubunda kontrol grubuna göre ortalama reaksiyon zamanında daha iyi gelişim elde edildi. Hata sayısı ($\eta_2= 0,184$) ve ortalama reaksiyon zamanı ($\eta_2= 0,161$) değerlerinin etki büyüklüğünün büyük olduğu bulundu (Tablo 7).

Tablo 7: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi ve gruplar arası reaksiyon zamanı- inhibitör/yanıt inhibisyonu ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması

İnhibisyon	Gruplar	Tedavi Öncesi		Tedavi Sonrası					
		Ort±SS	p ₁ (η ²)	Ort±SS	p ₂ (η ²)	p ₃ (d)	%	OD	p ₄ (η ²)
Doğru Adım Sayısı	2B-SG (n:14)	24,000±2,287	0,666	24,429±2,928	0,834	0,352 (0,220)	1,8	0,429	0,925
	3B-SG (n:14)	23,357±2,620	(0,026)	23,929±2,556	(0,011)	0,532(-0,135)	2,4	0,572	(0,005)
	Kontrol (n:14)	23,071±2,433		23,857±1,916		0,089 (-0,292)	3,4	0,786	
Hatalı Adım Sayısı	2B-SG (n:14)	0,286±,469	0,863	0,000±,000 ^b	0,022	0,046 (0,609)	100	-0,286	0,011
	3B-SG (n:14)	0,286±,611	(0,032)	0,357±,497	(0,172)	0,655(-0,116)	24,8	0,071	
	Kontrol (n:14)	0,571±1,089		0,857±1,292 ^a		0,157 (-0,393)	50,1	0,286	(0,184)
Ortalama	2B-SG (n:14)	1325,845 ± 131,517	0,082	1196,711 ± 112,609 ^b	<0,001	0,013 (0,858)	9,74	-129,134	0,033
Reaksiyon Zamanı	3B-SG (n:14)	1357,289 ±198,669	(0,157)	1157,684 ± 125,623 ^b	(0,431)	0,002 (1,176)	14,71	-199,605	(0,161)
	Kontrol (n:14)	1515,215 ±249,037		1497,287 ±264,349 ^a		0,683 (0,087)	1,18	-17,928	

n: örneklem büyüklüğü, p₁: Tedavi öncesi değişimin gruplar arası karşılaştırması (Kruskal-Wallis H testi) , p₂: Tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Kruskal-Wallis H testi), p₃: Tedavi öncesi ve sonrası değişimin grup içi karşılaştırması (Wilcoxon sıra sayılar Testi), p₄: Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi, ANCOVA), η²:Eta-kare, ^{a,b} Farklı harfli gruplar arasında anlamlı farklılık vardır, OD: Ortalama Değişim

İnhibitör ölçümlerinin değişimi değerlendirildiğinde; tedavi öncesi gruplara göre anlamlı farklılık elde edilmedi ($p_1>0,005$), tedavi sonrası karar, tepki ve toplam yanıt süresi anlamlı farklılaşmış (sırasıyla $p_2=0,036$; 0,013 ve 0,010) olup kontrol grubunda 2B-SG ve 3B-SG grubuna göre daha yüksek değer elde edildi. Gruplara göre ayrı ayrı zamana bağlı değişim değerlendirildiğinde 2B-SG grubunda tepki ve toplam yanıt süreleri ($p_3=0,003$) tedavi sonrası daha fazla azaldı. Tedavi sonrası yüzdelik değişimler incelendiğinde inhibitör reaksiyon zamanı ölçüm sonuçları açısından 2B-SG grubunun karar süresi (3B-SG: %2,2; 2B-SG: %11,4; kontrol grubu: %0,07), tepki süresi (3B-SG: %10,9; 2B-SG: %12,3; kontrol grubu: %1,75) ve toplam yanıt süresi (2B-SG: %10; 3B-SG: %7,2; kontrol grubu: %0,96) 3B-SG grubuna göre daha fazla azaldı. Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi) yapıldığında tüm ölçümler açısından gruplar arasında anlamlı farklılaşma bulunmadı ($p_4>0,05$) (Tablo 8).

Tablo 8: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi ve gruplar arası reaksiyon zamanı inhibitör- yanıt inhibisyon ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması

İnhibisyon		Tedavi Öncesi		Tedavi Sonrası					
	Gruplar	Ort±SS	p ₁ (η ²)	Ort±SS	p ₂ (η ²)	p ₃ (d)	%	OD	p ₄ (η ²)
Karar Süresi	2B-SG (n:14)	623,705 ±94,507	0,077	695,156 ± 391,279 ^b	0,036	0,177 (0,183)	11,4	71,451	0,635
	3B-SG (n:14)	655,436 ± 113,166	(0,166)	641,017 ±127,157 ^b	(0,054)	0,730 (0,091)	2,2	-14,419	(0,023)
	Kontrol (n:14)	795,009 ±260,798		794,457 ± 247,385 ^a		0,730 (0,004)	,07	4,214	
Tepki Süresi	2B-SG (n:14)	884,797 ±101,506	0,197	776,268 ± 94,401 ^b	0,013	0,003 (1,192)	12,3	-108,529	0,109
	3B-SG (n:14)	884,739 ±194,699	(0,118)	788,366 ±101,293 ^b	(0,293)	0,140 (0,453)	10,9	-96,373	(0,108)
	Kontrol (n:14)	1041,502 ± 290,016		1059,735 ± 338,369 ^a		0,638 (0,099)	1,75	18,233	
Toplam Yanıt Süresi	2B-SG (n:14)	1516,440 ±171,741	0,122	1364,154 ±161,200 ^b	0,010	0,003 (1,180)	10,0	-152,286	0,258
	3B-SG (n:14)	1540,176 ±300,730	(0,141)	1429,386 ± 215,831 ^b	(0,276)	0,245 (0,310)	7,2	-110,790	(0,067)
	Kontrol (n:14)	1836,509 ±546,232		1854,191 ± 572,876 ^a		0,594 (0,059)	,96	17,682	

n: örneklem büyüklüğü, p₁: Tedavi öncesi değişimin gruplar arası karşılaştırması (Kruskal-Wallis H testi) , p₂: Tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Kruskal-Wallis H testi), p₃:Tedavi öncesi ve sonrası değişimin grup içi karşılaştırması (Wilcoxon sıra sayılar Testi), p₄: Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi, ANCOVA), η²:Eta-kare, ^{a,b} Farklı harfli gruplar arasında anlamlı farklılık vardır, OD: Ortalama Değişim

4.4 Düşme Korkusu, Denge ve Yürüme Fonksiyonları Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

Düşme Etkinlik Ölçeği (DEÖ), FAB-T ve dinamik yürüme indeksi (DYİ) ölçümlerinin değişimi değerlendirildiğinde; tedavi öncesi gruplara göre anlamlı farklılaşmamışken ($p_1 > 0,05$), FAB-T ve DYİ tedavi sonrası kontrol grubuna göre 3B-SG ve 2B-SG grubunda daha yüksek ($p_2 < 0,001$) DEÖ sonuçlarında 3B-SG ve 2B-SG grubunda kontrol grubuna kıyasla daha düşük ($p_2 = 0,004$) değerler elde edildi. Gruplara göre ayrı ayrı zamana bağlı değişim değerlendirildiğinde; kontrol grubunda DEÖ ve DYİ sonuçları hariç, FAB-T sonuçları tedavi sonrası artmıştır. 3B-SG grubunda DEÖ, FAB-T ve DYİ için $p_3 \leq 0,001$ iken 2B-SG grubu DEÖ, FAB-T ve DYİ için sırasıyla $p_3 = 0,001$, $p_3 < 0,001$, $p_3 > 0,001$ bulundu. Tedavi sonrası yüzdelik değişimler incelendiğinde DEÖ ölçüm sonuçları açısından 3B-SG grubunun düşme korkusu 2B-SG grubuna göre daha fazla azaldığı (3B-SG: %58; 2B-SG: %41,9; kontrol grubu: %0,8) görüldü. FAB-T ölçüm sonuçlarındaki artış 3B-SG ve 2B-SG grubu için neredeyse benzerdi (3B-SG: %29,4; 2B-SG: %30,9; kontrol grubu: %4,7). DYİ ölçüm sonuçlarına göre 3B-SG grubunun yürüme fonksiyonlarının 2B-SG grubuna göre daha fazla geliştiği görüldü. Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi) açısından DEÖ ($p_4 \leq 0,001$), FAB-T ($p_4 \leq 0,001$) ve DYİ ($p_4 \leq 0,001$) gruplara göre anlamlı farklılaşma oldu. DEÖ (η^2 : 0,549), FAB-T (η^2 : 0,793) ve DYİ (η^2 : 0,735) değerlerinin etki büyüklüğünün çok büyük olduğu tespit edildi (Tablo 9).

Teknolojik destekli dengenin değerlendirildiği Nintendo Wii GA ve GK (sağ ve sol) ölçümlerinin değişiminde tedavi öncesi, sonrası ve gruplara göre ayrı ayrı ve grup ve

zamanın etkisinin birlikte değerlendirildiği tekrarlı ölçüm sonuçlarına göre anlamlı fark bulunmadı ($p_1-p_3>0,05$). Tedavi sonrası yüzdelik değişimler incelendiğinde tüm ölçüm sonuçları benzer ölçüde ve çok az değişim meydana geldiği görüldü. Tedavi öncesi değişime göre düzeltilendiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi) yapıldığında tüm ölçümler açısından gruplar arasında anlamlı farklılaşma bulunmamışken ($p_4>0,05$), sadece Nintendo Wii GA sol parametresinde farklılık olduğu bulundu ($p_4=0,034$, $\eta^2=0,188$) (Tablo 10).

Tablo 9: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi ve gruplar arası DEÖ, FAB-T ve DYİ ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması

	Gruplar	Tedavi Öncesi		Tedavi Sonrası		p ₃ (d)	%	OD	p ₄ (η ²)
		Ort±SS	p ₁ (η ²)	Ort±SS	p ₂ (η ²)				
Düşme Etkinlik	2B-SG (n:14)	26,786±10,991	0,197	15,571±7,035 ^b	0,004	0,001 (1,526)	41,9	-11,215	<0,001
Ölçeği (DEÖ)	3B-SG (n:14)	33,000±9,814	(0,072)	13,857±3,840 ^b	(0,349)	<0,001 (2,018)	58,0	-19,143	(0,549)
	Kontrol (n:14)	26,786±11,801		26,571±11,285 ^a		0,753 (0,027)	,8	-0,215	
FAB-T	2B-SG (n:14)	29,143±3,800	0,996	38,143±1,231 ^b	<0,001	<0,001 (-2,615)	30,9	9,000	<0,001
	3B-SG (n:14)	29,357±3,128	(0,001)	38,000±1,617 ^b	(0,711)	<0,001 (-2,807)	29,4	8,643	(0,793)
	Kontrol (n:14)	29,071±3,872		30,429±3,589 ^a		0,024 (-,712)	4,7	1,358	
Dinamik	2B-SG (n:14)	18,500±1,286	0,876	22,500±0,855 ^b	<0,001	<0,001 (-3,225)	21,6	4,000	<0,001
Yürüme	3B-SG (n:14)	18,357±1,447	(0,004)	22,571±0,938 ^b	(0,682)	<0,001 (-2,592)	23	4,214	(0,735)
İndeksi (DYİ)	Kontrol (n:14)	18,571±1,505		18,571±1,910 ^a		1,000 (0,000)	,0	0,000	

n: örneklem büyüklüğü, p₁: Tedavi öncesi değişimin gruplar arası karşılaştırması (Kruskal-Wallis H testi) , p₂: Tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Kruskal-Wallis H testi), p₃: Tedavi öncesi ve sonrası değişimin grup içi karşılaştırması (Wilcoxon sıra sayılar Testi), p₄: Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi, ANCOVA), η²:Eta-kare, ^{a,b} Farklı harfli gruplar arasında anlamlı farklılık vardır, OD: Ortalama Değişim

Tablo 10: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi ve gruplar arası teknolojik destekli denge (Nintendo Wii) ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması

			Tedavi Öncesi		Tedavi Sonrası		p ₃ (d)	%	OD	p ₄ (η ²)
Gruplar			Ort±SS	p ₁ (η ²)	Ort±SS	p ₂ (η ²)				
Nintendo Wii	2B-SG (n:14)		50,536±4,827	0,937	50,800±3,545	0,294	0,826 (-0,091)	0,5	0,264	0,095
	GA Sağ	3B-SG (n:14)	50,907±5,434	(0,005)	50,071±2,813	(0,070)	0,510 (0,254)	1,6	-0,836	(0,123)
		Kontrol (n:14)	50,050±5,854		48,436±4,619		0,470 (0,394)	3,2	-1,614	
Nintendo Wii	2B-SG (n:14)		49,393±4,858	0,989	49,200±3,545	0,111	0,826 (0,066)	0,4	-0,193	0,034
	GA Sol	3B-SG (n:14)	49,807±4,921	(0,002)	49,929±2,813	(0,120)	0,925 (-0,042)	0,2	0,122	(0,188)
		Kontrol (n:14)	49,950±5,854		52,279±4,513		0,315 (-0,468)	4,7	2,329	
Nintendo Wii	2B-SG (n:14)		51,357±6,774	0,811	50,536±3,651	0,901	0,470 (0,185)	1,6	-0,821	0,958
	GK Sağ	3B-SG (n:14)	49,557±7,599	(0,011)	49,636±4,220	(0,007)	0,683(-0,012)	0,2	0,079	(0,004)
		Kontrol (n:14)	50,607±7,016		49,636±6,769		0,396 (0,160)	1,9	-0,971	
Nintendo Wii	2B-SG (n:14)		48,650±6,788	0,724	49,393±3,700	0,676	0,470 (0,170)	1,5	0,743	0,848
	GK Sol	3B-SG (n:14)	51,164±7,675	(0,023)	51,007±4,287	(0,018)	0,826 (0,023)	0,3	-0,157	(0,005)
		Kontrol (n:14)	49,429±7,036		50,364±6,769		0,396 (-0,154)	1,9	0,935	

n: örneklem büyüklüğü, p₁: Tedavi öncesi değişimin gruplar arası karşılaştırması (Kruskal-Wallis H testi) , p₂: Tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Kruskal-Wallis H testi), p₃: Tedavi öncesi ve sonrası değişimin grup içi karşılaştırması (Wilcoxon sıra sayılar Testi), p₄: Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi, ANCOVA), η²:Eta-kare, a,b Farklı harfli gruplar arasında anlamlı farklılık vardır, OD: Ortalama değişim

4.5 Yürüme Hızının Sonuçlarının Karşılaştırılması

Baş hareketi olmaksızın, horizontal ve vertikal yönde baş hareketi ile yapılan yürüme hız ölçümlerinin değişimi değerlendirildiğinde; tedavi öncesi değerler arasında anlamlı farklılık bulunmadı ($p_1 > 0,05$). Tedavi sonrası tüm ölçümlerde anlamlı farklılaşma ($p_2 < 0,001$) olup kontrol grubunda 2B-SG ve 3B-SG grubuna göre daha düşük değer elde edildi, yürüme hızı tedavi gruplarında gelişme göstermiş olup 2B-SG tedavi grubunda daha fazla gelişme olmasına rağmen bu farklılık anlamlılık düzeyinde değildir. Gruplara göre ayrı ayrı zamana bağlı değişim değerlendirildiğinde; 2B-SG ve 3B-SG grubunda tüm ölçümler tedavi sonrası artmıştır ($p_3 \leq 0,002$). Kontrol grubunda 10 MYT-V puanı tedavi sonrası azalmıştır ($p_3 = 0,035$). Tedavi sonrası yüzdelik değişimler incelendiğinde yürüme hızları ölçüm sonuçlarına göre 10 MYT (3B-SG: %21,0; 2B-SG: %22,6; kontrol grubu: %5,2), 10 MYT-H (3B-SG: %38,1; 2B-SG: %51,2; kontrol grubu: %2,1) ve 10 MYT-V (3B-SG: %39,3; 2B-SG: %48,7; kontrol grubu: %3,7) sonuçlarına göre 2B-SG grubunun yürüme hızları 3B-SG grubundan daha fazla artış gösterdi. Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi) yapıldığında 10 MYT ($p_4 \leq 0,001$), 10 MYT -H ($p_4 \leq 0,001$) ve 10 MYT- V ($p_4 \leq 0,001$) sonuçlarında gruplara göre anlamlı farklılaşma oldu. 10 MYT (η^2 : 0,574), 10 MYT-H (η^2 : 0,599) ve 10 MYT-V (η^2 : 0,471) değerlerinin etki büyüklüğünün çok büyük olduğu tespit edildi (Tablo 11).

Tablo 11: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi ve gruplar arası yürüme hızı ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması

	Gruplar	Tedavi Öncesi		Tedavi Sonrası		p ₃ (d)	%	OD	p ₄ (η ²)
		Ort±SS	p ₁ (η ²)	Ort±SS	p ₂ (η ²)				
10 MYT	2B-SG (n:14)	1,231±0,217	0,420	1,509±0,216 ^b	< 0,001 (0,354)	< 0,001 (-2,215)	22,6	0,278	< 0,001
	3B-SG (n:14)	1,136±0,231	(0,034)	1,374±0,287 ^b		0,001 (-1,410)	21,0	0,238	(0,574)
	Kontrol (n:14)	1,165±0,208		1,104±0,196 ^a		0,056 (0,522)	5,2	-0,061	
10 MYT- H (Horizontal)	2B-SG (n:14)	0,736±0,180	0,909	1,113±0,237 ^b	< 0,001 (0,365)	< 0,001 (-2,416)	51,2	0,377	< 0,001
	3B-SG (n:14)	0,733±0,212	(0,002)	1,012±0,281 ^b		< 0,001 (-1,511)	38,1	0,279	(0,599)
	Kontrol (n:14)	0,716±0,183		0,701±0,195 ^a		0,101 (0,384)	2,1	-0,015	
10 MYT- V (Vertikal)	2B-SG (n:14)	0,717±0,206	0,919	1,066±0,257 ^b	< 0,001 (0,320)	0,002 (-1,706)	48,7	0,349	< 0,001
	3B-SG (n:14)	0,727±0,189	(0,003)	1,013±0,321 ^b		< 0,001 (-1,238)	39,3	0,286	(0,471)
	Kontrol (n:14)	0,703±0,195		0,677±0,184 ^a		0,035 (0,535)	3,7	-0,026	

n: örneklem büyüklüğü, p₁: Tedavi öncesi değişimin gruplar arası karşılaştırması (Kruskal-Wallis H testi) , p₂: Tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Kruskal-Wallis H testi), p₃: Tedavi öncesi ve sonrası değişimin grup içi karşılaştırması (Wilcoxon sıra sayılar Testi), p₄: Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi, ANCOVA), η²:Eta-kare, ^{a,b} Farklı harfli gruplar arasında anlamlı farklılık vardır, OD: Ortalama Değişim

4.6 Günlük Yaşam Aktivitelerinin Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

Günlük yaşam aktiviteleri için VBGYA ölçeği sonuçlarına göre tedavi öncesi gruplar arası anlamlı farklılaşma bulunmamaktadır ($p_1 > 0,05$). Tedavi sonrası tüm parametrelerde kontrol grubuna göre 2B-SG ve 3B-SG grubunda daha düşük ($p_2 \leq 0,001$) değerler elde edilmiştir. Gruplara göre ayrı ayrı zamana bağlı değişim değerlendirildiğinde; 2B-SG ve 3B-SG grubunda tedavi sonrası tüm parametrelerin sonuçlarında azalma meydana gelmiştir (2B-SG ve 3B-SG fonksiyonel ve ambulasyon $p_3 \leq 0,001$, enstrümental 2B-SG $p_3 = 0,011$ ve 3B-SG $p_3 = 0,003$). Tedavi sonrası yüzdelik değişimler incelendiğinde VBGYA ölçüm sonuçları açısından 3B-SG grubunun VBGYA Fonksiyonel (3B-SG: %45,6; 2B-SG: %42,1; kontrol grubu: %0,9), VBGYA Enstrümental (3B-SG: %41,3; 2B-SG: %40,7; kontrol grubu: %2,8) sonuçları 2B-SG grubuna göre daha fazla gelişim gösterdi. 2B-SG ve 3B-SG gruplarının VBGYA Ambulasyon (3B-SG: %39,3; 2B-SG: %39,3; kontrol grubu: %0,9), sonuçları eşit düzeyde gelişim gösterdi. Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi) yapıldığında VBGYA Fonksiyonel ($p_4 \leq 0,001$), VBGYA Enstrümental ($p_4 \leq 0,001$) ve VBGYA Ambulasyon ($p_4 \leq 0,001$) sonuçlarında gruplara göre anlamlı farklılaşma oldu. VBGYA Fonksiyonel (η^2 : 0,659), Enstrümental (η^2 : 0,349) ve Ambulasyon (η^2 : 582) değerlerinin etki büyüklüğünün çok büyük olduğu tespit edildi (Tablo 12).

Tablo 12: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi ve gruplar arası günlük yaşam aktiviteleri ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması

	Gruplar	Tedavi Öncesi		Tedavi Sonrası		p ₃ (d)	%	OD	p ₄ (η ²)
		Ort±SS	p ₁ (η ²)	Ort±SS	p ₂ (η ²)				
VBGYA(Fonksiyonel)	2B-SG (n:14)	30,571±7,633	0,609 (0,020)	17,714±6,533 ^b	< 0,001 (0,453)	< 0,001 (3,232)	42,1	-12,857	< 0,001 (0,659)
	3B-SG (n:14)	33,357±8,054		18,143±5,318 ^b		< 0,001 (1,857)	45,6	-15,214	
	Kontrol (n:14)	31,714±9,025		32,000±10,046 ^a		0,722 (-0,078)	0,9	0,286	
VBGYA (Enstrümental)	2B-SG (n:14)	10,714±7,610	0,442 (0,010)	6,357±2,205 ^b	0,001	0,011 (,611)	40,7	-4,357	< 0,001 (0,349)
	3B-SG (n:14)	11,429±4,686		6,714±1,383 ^b	(0,303)	0,003 (1,193)	41,3	-4,715	
	Kontrol (n:14)	10,143±3,009		10,429±4,292 ^a		0,602 (-,076)	2,8	0,286	
VBGYA (Ambulasyon)	2B-SG (n:14)	22,714±7,898	0,542 (0,035)	13,786±6,447 ^b	< 0,001 (0,457)	< 0,001 (1,430)	39,3	-8,928	< 0,001 (0,582)
	3B-SG (n:14)	25,071±4,731		15,214±5,026 ^b		< 0,001 (2,110)	39,3	-9,857	
	Kontrol (n:14)	25,500±7,079		25,714±6,4642 ^a		0,722 (-,070)	0,8	0,214	

n: örneklem büyüklüğü, p₁: Tedavi öncesi değişimin gruplar arası karşılaştırması (Kruskal-Wallis H testi) , p₂: Tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Kruskal-Wallis H testi), p₃: Tedavi öncesi ve sonrası değişimin grup içi karşılaştırması (Wilcoxon sıra sayılar Testi), p₄: Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi, ANCOVA), η²:Eta-kare, ^{a,b} Farklı harfli gruplar arasında anlamlı farklılık vardır, OD: Ortalama Değişimi

4.7 Yaşam Kalitesi Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

Yaşam kalitesinin değerlendirildiği Baş Dönmesi Engellilik Envanteri (BDEE) sonuçlarına göre tedavi öncesi gruplar arası anlamlı farklılaşma bulunmamaktadır ($p_1 > 0,05$). Tedavi sonrası tüm parametrelerde kontrol grubuna göre 2B-SG ve 3B-SG grubunda daha düşük ($p_2 < 0,001$) değerler elde edildi. Gruplara göre ayrı ayrı zamana bağlı değişim değerlendirildiğinde; tüm parametre sonuçları 2B-SG ve 3B-SG grubunda ($p_3 \leq 0,001$) tedavi sonrası azalmıştır. Tedavi sonrası yüzdelik değişimler incelendiğinde Baş Dönmesi Engellilik Envanteri sonuçları açısından 2B-SG grubunun Fiziksel (3B-SG: %61,2 2B-SG: %66,4; kontrol grubu: %6,9) ve Duygusal (3B-SG: %79; 2B-SG: %68,5; kontrol grubu: %2,9) sonuçları 3B-SG grubuna göre daha fazla gelişim gösterdi. 3B-SG gruplarının Fonksiyonel (3B-SG: %65,2; 2B-SG: %62,3; kontrol grubu: %10,9), sonuçları 2B-SG grubuna göre daha fazla gelişim gösterdi. Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası Baş Dönmesi Engellilik Envanteri gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi) yapıldığında BDEE Fiziksel ($p_4 \leq 0,001$), BDEE Duygusal ($p_4 \leq 0,001$) ve BDEE Fonksiyonel ($p_4 \leq 0,001$) sonuçlarında gruplara göre anlamlı farklılaşma oldu. BDEE Fiziksel (η^2 : 0,800), Duygusal (η^2 : 0,515) ve Fonksiyonel (η^2 : 0,667) değerlerinin etki büyüklüğünün çok büyük olduğu tespit edildi (Tablo 13).

Tablo 13: Tedavi öncesi ve tedavi sonrası grup içi ve gruplar arası yaşam kalitesi ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması

		Tedavi Öncesi			Tedavi Sonrası					
		Gruplar	Ort±SS	p ₁ (η ²)	Ort±SS	p ₂ (η ²)	p ₃ (d)	%	OD	p ₄ (η ²)
Baş	Dönmesi	2B-SG (n:14)	17,857±3,183	0,702	6,000±3,038 ^b	<0,001	<0,001 (4,673)	66,4	-11,857	<0,001 (0,800)
Engellilik		3B-SG (n:14)	17,286±4,746	(0,016)	6,714±4,046 ^b	(0,662)	<0,001 (3,325)	61,2	-10,572	
Envanteri		Kontrol (n:14)	18,571±4,603		17,286±4,268 ^a		0,086 (0,462)	6,9	-1,285	
(Fiziksel)										
Baş	Dönmesi	2B-SG (n:14)	8,857±6,689	0,074	1,857±2,656 ^b	<0,001	0,001 (1,319)	79,0	-7,000	<0,001 (0,515)
Engellilik		3B-SG (n:14)	13,143±4,818	(0,107)	4,143±3,549 ^b	(0,442)	<0,001 (1,735)	68,5	-9,000	
Envanteri		Kontrol (n:14)	9,714±4,953		10,000±5,320 ^a		0,874 (-0,059)	2,9	0,286	
(Duygusal)										
Baş	Dönmesi	2B-SG (n:14)	18,571±7,583	0,919	7,000±5,643 ^b	<0,001	<0,001 (2,148)	62,3	-11,571	<0,001 (0,667)
Engellilik		3B-SG (n:14)	19,714±4,697	(0,006)	6,857±4,348 ^b	(0,527)	<0,001 (2,216)	65,2	-12,857	
Envanteri		Kontrol (n:14)	19,071±6,708		21,143±8,900 ^a		0,126 (-0,425)	10,9	2,072	
(Fonksiyonel)										

n: örneklem büyüklüğü, p₁: Tedavi öncesi değişimin gruplar arası karşılaştırması (Kruskal-Wallis H testi) , p₂: Tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Kruskal-Wallis H testi), p₃: Tedavi öncesi ve sonrası değişimin grup içi karşılaştırması (Wilcoxon sıra sayılar Testi), p₄: Tedavi öncesi değişime göre düzeltildiğinde tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Quade'nin Kovaryans Analizi, ANCOVA), η²:Eta-kare, ^{a,b} Farklı harfli gruplar arasında anlamlı farklılık vardır, OD: Ortalama değişim

4.8 Memnuniyet Düzeyi Ölçüm Sonuçlarının Karşılaştırılması

Tedavi sonrası tedavi grupları arasında anlamlı farklılaşma bulunmaktadır ($p_1 < 0.05$). 2B-SG grubunda 3B-SG grubuna kıyasla memnuniyet ortalaması daha düşük değer elde edildi.

Tablo 14: Tedavi sonrası gruplar arası memnuniyet düzeyi ölçüm sonuçlarının karşılaştırılması

			Tedavi Sonrası
	Gruplar	Ort $\pm$ SS	p_1 (d)
Memnuniyet düzeyi toplam puan	2B-SG (n:14)	42,00 $\pm$ 2,54	0,020 (00)
	3B-SG (n:14)	44,28 $\pm$ 2,58	

p_1 : Tedavi sonrası değişimin gruplar arası karşılaştırması (Mann Whitney U testi)

Bölüm 5

TARTIŞMA

Bu çalışmanın amacı rezidüel baş dönmesi şikâyeti olan BPPV tanılı bireylerde vestibüler rehabilitasyon ile birlikte uygulanan 2-boyutlu ve 3-boyutlu sanal gerçeklik uygulamalarının hastalıkla ilgili klinik semptomlar, reaksiyon zamanı, düşme korkusu, denge fonksiyonları, yürüme fonksiyonu, yürüme hızı, günlük yaşam aktiviteleri, yaşam kalitesi ve memnuniyet düzeyleri üzerindeki etkilerinin karşılaştırarak en etkili tedavi yöntemini belirlemektir. Çalışmanın sonuçları klinik semptomlar, reaksiyon zamanı, düşme korkusu, denge fonksiyonları, yürüme fonksiyonu, yürüme hızı, günlük yaşam aktiviteleri ve yaşam kalitesi parametrelerinin tümünde 2-boyutlu ve 3-boyutlu sanal gerçeklik tedavi gruplarının kontrol grubuna göre daha fazla gelişim gösterdiğini ifade etmektedir. Birçok parametrede 3-boyutlu sanal gerçeklik tedavi grubunun, diğer bazı parametrelerde 2-boyutlu sanal gerçeklik tedavi grubunun yüzdelik değişimlerinin daha fazla olmasına karşın hiçbir parametrede 3-boyutlu ve 2-boyutlu sanal gerçeklik grupları birbirlerine üstünlük sağlamadı.

Vestibüler hastalıklarda en sık karşılaştığımız semptomlar arasında baş dönmesi, denge problemleri, düşme korkusu ve konsantrasyon güçlüğü yer almaktadır. Günlük hayatta alışveriş sırasında veya araba kullanırken etrafta bulunan işaretlerin incelenmesi veya yazıların okunması için yürürken baş hareketlerine gerek duyulmaktadır ve bu gibi faaliyetler vestibüler hastalıkları olan kişilerde görme

bulanıklığına neden olmaktadır. Ayrıca görsel olarak karmaşık ortamlarda bireylerde “uzay ve hareket duyarlılığı/ space and motion discomfort”, “uzay fobisi/ space phobia”, “süpermarket sendromu”, “yükseklik vertigosu” ve “görsel vertigo” gibi semptomlar meydana gelmektedir. Alışveriş merkezlerinde veya süpermarket koridorlarında yürümenin yanı sıra karmaşık ve kafa karıştırıcı görsel uyaranları izlemenin görsel vertigo veya uzay ve hareket duyarlılığına neden olabileceği gözlemlenmiştir (17,18).

Chang ve ark. BPPV'li hastalarda okulomotor egzersizler, tekrarlı baş hareketleri, denge eğitimi ve fonksiyonel egzersizleri içeren vestibüler stimülasyonlu egzersiz programının denge üzerindeki etkisini araştırmıştır. Tedaviden sonra, her iki grup da Görsel Analog Skalası (GAS) açısından istatistiksel olarak anlamlı grup içi iyileşme göstermiş ve gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (95). Alahmari ve ark. tarafından yapılan çalışmada, vestibüler bozukluğu olanlarda baş dönmesi semptomlarının alışkanlık haline getirilmesine yönelik uygulanan sanal gerçeklik temelli tedaviler ve kişiye özgü geliştirilen vestibüler tedaviler, karşılaştırılmıştır. Bahsi geçen çalışmada sanal gerçeklik tedavileri sırasında bulantı, baş ağrısı, vertigo ve görsel bulanık gibi semptomlar önemli ölçüde artmış, ancak altı haftalık tedavi programından sonra genel semptomlar azalmıştır. Sanal gerçeklik uygulamalarının yoğunluğu, uygulama yapılan alan içindeki hareket sırasında simüle edilen optik akış hızına göre ilerlemiştir (17). Stankiewicz ve ark.'ları, sanal gerçeklik teknolojisinin vestibüler rehabilitasyondaki etkinliğini belirlemek için yürütmüş oldukları çalışmada hastalara ya sanal gerçeklik temelli vestibüler rehabilitasyon ya da konvansiyonel terapi uygulamıştır. Sonuçlar GAS ölçeğine göre konvansiyonel terapi alan hastaların sanal gerçeklik tedavisi alan hastalara kıyasla önemli ölçüde daha

şiddetli semptomlar bildirdiğini göstermiştir. Yazarlara göre, vertigo tedavisinde kullanılan başa takılan sanal gerçeklik cihazlarının çoğu ya modası geçmiş ya da stereoskopik görüntü içermeyen video oyunlarıdır. Bu cihazlar baş hareketlerini sanal ortamla ilişkilendirme konusunda başarısız olduğu; dolayısıyla, yeni nesil sürükleyici cihazların daha fazla duyuşal çatışmaya neden olabileceği vurgulanmaktadır (96,97).

Çalışmamızda, klinik semptom şiddeti açısından kontrol grubuna göre 3B-SG ve 2B-SG gruplarında azalma olduğu görüldü. Tedavi sonrasında klinik semptom şiddetleri incelendiğinde baş dönmesi ve denge problemi açısından 3B-SG ve 2B-SG arasında anlamlı bir fark görülmemekle birlikte diğer gruplara göre en fazla yüzdelik gelişimin 3B-SG grubunda olduğu görüldü. Öte yandan baş ağrısı ve düşme korkusunun 3B-SG ve 2B-SG gruplarında benzer şekilde azaldığı belirlendi. 3B-SG grubunda olan bazı bireyler ilk iki haftalık seans sonrası siber hastalık ile bağdaştırılabilecek olan baş dönmesi ve denge problemi gibi şikayetleri mevcudiyetinden bahsetmişlerdir, 2B-SG grubunda ise benzer bir duruma rastlanmadı. Bu şikayetler genel olarak ilk iki hafta içerisinde artıp sonraki seanslarda azaldı, dolayısı ile 3B-SG grubundaki şikâyeti olan bireyler bu progresyonun farkındalığına varabilmişlerdir. Baş dönmesi ve denge problemi gibi klinik semptom şiddeti açısından 3B-SG grubunda kısmen daha iyi sonuçlar meydana gelmesinin bireylerin tedavi öncesi sonrasını daha iyi kıyaslayabilmelerinden kaynaklandığı düşünmekteyiz. Çalışmamızda klinik semptomalar sadece ön ve son testte değerlendirildi, bulguların ilk iki haftalık artışı hasta geribildirimlerine dayanarak elde edilmiş klinik deneyimimize dayanmaktadır. Daha sonraki çalışmalarda bu ölçümlerin her seans sonrasında objektif ölçekler

kullanılarak yapılması 3B-SG uygulamaları sırasında yaşanabilecek siber hastalık semptomlarına dair daha yol gösterici olacaktır.

Vestibüler hastalar klinik ortamlarda sıklıkla hafif kafa karışıklığı (konfüzyon) yaşadıklarını ve bilişsel görevlere konsantre olmakta zorlandıklarını ifade etmektedirler. Önceki araştırmalara göre, sağlıklı yetişkinlere kıyasla aktif vestibüler bozukluğu olan bireyler dikkatlerini daha fazla postüral kontrolün sağlanmasına yöneltmektedirler (98,99). Redfern ve ark tarafından yapılan çalışmada, tek taraflı vestibüler kaybı olan hastalar, özellikle seçim ve inhibisyon görevlerinde kontrol grubuna göre daha yavaş tepki sürelerine sahip oldukları bulunmuştur. Sonuçlar incelendiğinde tek taraflı vestibüler eksikliğini kompanse eden hastaların, bilgi-işleme görevlerinde bilişsel süreçlere yönelik isteklerin genel olarak daha fazla arttığını ve dikkatin tercihen vestibüler kompanzasyon için gerekli bilgilere yönlendirildiğini göstermektedir. Bu dikkat yanlılığının, hızlı reaksiyonlar için gerekli olan bilgilerin işlenmesini etkilediğini veya bilgi işlem hızını yavaşlattığını belirtmektedirler (100). Çok çeşitli bilişsel, sensorimotor ve denge değerlendirmeleri, CSRT düşmelerin en iyi öngörücüsü olduğunu ortaya koymuş ve birçok düşmenin yanlış istemli adımlamadan kaynaklandığı ihtimalini artırmıştır (101).

Menant ve ark, baş dönmesi şikayetleri olan orta yaşlı ve yaşlı bireylerde baş dönmesi ve engelliliğin azaltılmasının yanı sıra denge ve yürüyüşü iyileştirmek için özel olarak tasarlanmış çok yönlü bir müdahale kullanmıştır. Özellikle vestibüler rehabilitasyon grubundaki bireylerin CSRT sonuçlarının daha hızlı olmasının bireyler üzerinde daha cesaretlendirici olduğunu gözlemlemişlerdir. Bunun sebebinin CSRT ölçeği ile denge, güç ve reaksiyon zamanının yanı sıra düşme riskinin de belirlenmesinde temsili bir ölçek olarak kullanılabilmesinden kaynaklı olabileceği

belirlenmektedir. Yayımlanmış verilere göre, CSRT için normal ortalama süreleri 750 - 1.200 ms arasında olmalıdır (102). Sanal gerçeklik seviyelerinde ilerlemek, görsel tarama faaliyetleri gerçekleştirirken vestibüler sistemin uyarılmasını içerir. Glueck ve ark, bir grup sağlıklı katılımcıda karma gerçeklik oyunu eğitiminin görsel-motor reaksiyon zamanı ve denge üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Sonuçlar, karma gerçeklik oyun eğitiminin görsel-motor reaksiyon zamanı ve vestibüler performansı iyileştirebileceğini göstermiştir ki bu da genel olarak geleneksel oyun platformları üzerine yapılan araştırmalarla tutarlıdır (103).

2-boyutlu ve 3-boyutlu sanal gerçeklik uygulamalarının reaksiyon zamanı gibi nöro-davranışsal performanslar üzerindeki etkilerini araştıran neredeyse yok denecek kadar az araştırma yapılmıştır. Bu çalışmada, sanal gerçeklik ile birlikte uygulanan vestibüler rehabilitasyonun rezidüel baş dönmesi ve denge problemi olan BPPV hastalarında ortalama reaksiyon süreleri ve toplam yanıt süreleri başta olmak üzere reaksiyon sürelerinin birçok parametresinde iyileşme görülmektedir. Özellikle CSRT'nin tedavi sonrası gelişim ortalama reaksiyon sürelerinde anlamlılık düzeyindedir ve ortalama değerin 1200 ms'nin altında değerler elde edilmesi literatür sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

Flaş testinde 3B-SG gruplarının ortalama reaksiyon süreleri daha fazla azalmış, 2B-SG gruplarında doğru adım sayılarındaki artış ve hatalı adım sayılarındaki azalmanın daha fazla olması beraberinde karar ve tepki sürelerinin daha fazla azalmış olmaları daha dikkat gerektiren hareketler sırasındaki reaksiyon hızlarının daha azalmış olabileceğini göstermektedir. İnhibisyon testleri sırasında 3B-SG gruplarının ortalama reaksiyon süreleri ve hatalı adım sayıları daha fazla azalma meydana gelmiştir. Hastalar özellikle gerçekçi bir 3-boyutlu sanal gerçeklik oyunu sırasında

uyaranlara daha hızlı tepki verme becerilerini geliştirmiş olabilirler; bu da gelişmiş görsel tarama ve dikkat becerilerine bağlanabilir.

Vestibüler bozuklukları olan bireylerde dinamik postüral kontrolün azalmasıyla birlikte fonksiyonel sınırlamalar meydana gelmektedir. Bununla birlikte vestibüler bozukluğu olan bireylerde düşme korkusunun düşme için risk faktörü olduğu; düşme korkusunun yol açtığı fiziksel aktivite ve yürüme hızında azalma, ve denge becerilerinde bozulmanın ise düşme sıklığını arttırdığı ve düşmeye bağlı yaralanmalarında daha fazla meydana geldiği bilinmektedir (95). Literatürde BPPV’li bireylerde düşme korkusunu azaltan en etkin egzersiz yaklaşımı henüz belirlenemese de diğer hastalık grupları veya yaşlılarda denge egzersiz yaklaşımlarının ve Tai Chi uygulamasının etkili olduğu yönünde bilgiler mevcuttur (104). Jaffar ve ark, posterior kanal BPPV hastalarında Brand Daroff egzersizlerinin baş dönmesi, düşme korkusu ve yaşam kalitesi üzerinde etkili bir yöntem olduğunu belirtmişlerdir (105). Özellikle postüral kontrol ve denge egzersizleri içeren vestibüler rehabilitasyon uygulamalarının yaşlı bireylerin baş dönmesi, denge problemleri ve düşme korkusu üzerinde etkili olduğu görülmüştür (106). Kanyılmaz ve ark. baş dönmesi olan yaşlı bireylerde sanal gözlük ve akıllı telefon teknolojisi kullanılarak yaptıkları sanal gerçeklik tabanlı vestibüler rehabilitasyonun baş dönmesi, denge ve fonksiyonel hareketlilik üzerindeki yararlı etkileri görülmüş olmasına rağmen düşme korkusunun değerlendirildiği uluslararası DEÖ sonuçlarında anlamlı değişim görülmemiştir (52).

Vestibüler hastalar için özel olarak geliştirilmiş düşme değerlendirme ölçeği bulunmamakla birlikte yaşlı bireylerde düşmeye bağlı öz-yeterlilik ile ilişkili faktörler ele alınmaktadır. Düşme korkusunun belirlenmesi için geçmişten günümüze

Tinetti'nin Düşme Etkinlik Ölçeği (DEÖ) (75), revize edilmiş DEÖ, modifiye DEÖ (107) gibi birçok ölçek kullanılmaktadır ve bu ölçeklerin Türkçe versiyonunun denge açısından güvenilirliği ve geçerliliği yapılmıştır. Son zamanlarda revize edilen bu DEÖ' de düşük puan, düşük güvene karşılık gelmektedir. Fakat biz çalışmamızda Tinetti'nin geliştirmiş olduğu versiyonunu kullandığımız için düşük puan yüksek güvene karşılık gelip düşme korkusunun azaldığını göstermektedir. Çalışmamızda yer alan BPPV'li bireylerin yaş ortalamalarının 65 yaş altında olduğu göz önüne alındığında tedavi öncesi DEÖ toplam puanlarının düşme riski kesme (cut-off) puanının altında değerler aldığı görülmektedir. Fakat sanal gerçeklik uygulanan bireylerde tedavi sonrası ortalama değişimlere bakıldığında bu değerlerin önemli ölçüde azaldığı görülmektedir. Özellikle 3B-SG grubunda bulunan BPPV'li bireylerin düşme korkularının diğer gruplara göre daha fazla azalmış olmasını, sürükleyici sanal gerçeklik uygulamalarının bireylerin hareket kabiliyetlerinin, kendine olan güven ve motivasyonun daha fazla gelişmesi sonucuna bağlanabilir. Ayrıca, vestibüler sistemin kişinin kendi hareketi, baş pozisyonu ve mekansal oryantasyon ile ilgili duyuşsal bilgi sağlar. Elyoseph ve arkadaşları, klinik olarak stabil kronik periferik vestibüler hipofonksiyonu olan bireylerde dengesizlik, anksiyete ve mekânsal oryantasyon bozukluğundan oluşan semptom üçlüsünü tanımlamışlardır (108). Mekânsal oryantasyonun geliştirilmesinde genellikle klinik bir ortamda veya 2-boyutlu ekranlarla oynanan sanal gerçeklik oyunları sonrasında geliştirilmesinin zor olduğu buna karşın sürükleyici 3-boyutlu bir ortamda egzersiz yapmanın etkili olduğu ifade edilmiştir (97). Çalışmamızda anlamlı bir fark yaratmış olmasa da düşme korkusunun 2B-SG' ye göre 3B-SG' de daha fazla azalmış olmasının mekânsal oryantasyonda gelişim olmasına bağlanabileceğini düşünmekteyiz. Mekansal oryantasyonun sağlanmasında allosantrik (objeden objeye

ilişki) ve egosantrik (kişinin kendisi ile objenin ilişkisi) referans sistemlerini kullanırken gerçek dünyanın görüldüğü 2-boyutlu oyun sisteminde 3-boyutlu bir ortama göre daha fazla çelişki yaşanıyor olabilir, bu da 3B-SG' de düşme korkusunun daha fazla azalmasına yol açmış olabilir.

Vestibüler disfonksiyonu olan kişilerde baş dönmesi, görme ve denge bozuklukları gibi semptomlar yaygındır ve bunların tümü kişinin günlük yaşamına katılma yeteneğini ciddi şekilde sınırlayabilir (109). McDonnel ve Hillier, bir Cochrane derlemesinde vestibüler rehabilitasyonun tek taraflı periferik vestibüler disfonksiyon için güvenli ve etkili bir tedavi olduğunu göstermiştir. BPPV hastaları için yeniden konumlandırma manevraları kısa vadede egzersize dayalı vestibüler rehabilitasyondan daha etkili olduğu, ancak ikisinin birleşiminin uygulanmasının uzun vadeli fonksiyonel iyileşme için daha etkili olduğu söylenmektedir. Bununla birlikte, vestibüler rehabilitasyon stratejileri arasında ayırım yapmak bu konuda yapılan çalışmaların yetersiz olması nedeniyle mümkün değildir (11). 3-boyutlu, sanal gerçeklik, animasyon oyun teknolojisi, gerçekçi ortamlarda veya günlük hayatta karşılaşılan uyarıcı zorlukların değişen zorluk seviyelerinde hiyerarşik olarak sunulmasına olanak tanır (110).

Çalışmalar sanal gerçeklik temelli denge egzersizlerinin, denge fonksiyonlarını ölçmek için kullanılan Duyusal Organizasyon Testi üzerinde geleneksel denge egzersizlerine üstünlük sağlamadığını göstermiştir (17,19). Smaerup ve ark tarafından yapılan yardımcı bilgisayar teknolojisi ev eğitimi ile yazılı talimatları takip eden standart ev eğitimini karşılaştıran iki çalışmada, daha basit bir yöntem olan tek ayak üzerinde durma testi ile yapılan statik denge ölçümü, bilgisayar

destekli eğitim programının denge işlevleri üzerinde standart ev eğitiminden daha fazla etkisi olmadığını göstermiştir (26,111).

Viziano ve ark, ünilateral vestibüler hipofonksiyonu olan hastalarda başa takılan sanal gerçeklik tabanlı denge egzersizleri ve vestibüler rehabilitasyon eğitimi (deney grubu) ve sadece vestibüler rehabilitasyon eğitimini (kontrol grubu) karşılaştırmıştır. Deney grubu, statik posturografi testlerinde yalnızca kontrol grubuna göre önemli ölçüde daha iyi performans göstermiştir (23). Ayrıca bahsi geçen çalışma, tek taraflı vestibüler hipofonksiyonu olan kişilerde vestibüler rehabilitasyonla birlikte başa takılan bir sanal gerçeklik cihazının kullanılmasının etkili olduğunu tespit eden Miracelli ve ark.'nın çalışmasıyla da tutarlıdır (8). Yapmış olduğumuz çalışmada önceki çalışmalardan farklı olarak hem statik hem de dinamik denge değerlendirmesi yapıldı. Çalışmamızda statik denge değerlendirmesi için teknolojik destekli Nintendo wii cihazı kullanıldı. Çalışma sonuçlarına göre iki farklı sanal gerçeklik eğitim açısından herhangi bir fark bulunmadı ve tedavi sonrası yüzdelik değişimler incelendiğinde tüm ölçüm sonuçlarının benzer ölçüde ve çok az değişim meydana geldiği görüldü. Sonuç olarak ölçüm yönteminin kısa süreli anlık uygulama yöntemine dayalı olması ve sadece statik yüzeyde denge değerlendirmesine olanak sağlamış olmasından dolayı BPPV'li bireylerde çok fazla değişim göstermedi. Dolayısıyla BPPV'li bireylerde özellikle baş hareketli dinamik dengenin daha fazla etkilenmiş olabileceğini düşündürmektedir. Çalışmamızda dinamik dengenin değerlendirmesi amacıyla BPPV'li hastaların kullanımına uygun birçok madde (örn. 360 derece dönme, Tandem yürüyüş, Gözler kapalı sünger üzerinde durma, Başı döndürerek yürüme) içermesi nedeniyle FAB-T ölçeği kullanıldı. Çalışmamızda rezidüel BPPV semptomları olan bireylerde sanal gerçeklik eğitimi ve vestibüler

egzersizlerin birleştirilmesinin dinamik dengeyi tedavi uygulanmayan kontrol grubuna göre daha fazla geliştirdiğini göstermektedir. İki farklı sanal gerçeklik eğitim açısından herhangi bir fark bulunmamıştır, ayrıca yüzdelik gelişim değerlerine bakıldığında her iki grupta da klinik denge ölçeğinde benzer düzeyde bir gelişme olduğu görülmektedir. Çalışmamızda yer alan iki eğitim grubunda elde edilen değerler 9 puan üzerinde olduğunu görmekteyiz. Vestibüler hastalığı olan kişilerde belirlenen bir MCID değeri olmaması nedeniyle literatürde MCID değeri üzerine yapılan tek çalışma olan lenf ödemli hastalardaki MCID değeri (2,33 puan) kullanıldığında tedavi gruplarındaki hastaların ortalama değişim değerlerinin (3B-SG: 8,64; 2B-SG: 9; kontrol grubu: 1,35) bu değerlerin oldukça üstünde bir değer almış olduğu görülmektedir (112).

Bu doğrultuda rezidüel baş dönmesi ve denge problemi olan BPPV'li hastaların dinamik denge becerilerinin geliştirilmesi amacıyla geleneksel vestibüler rehabilitasyon ve sanal gerçeklik uygulamalarını içeren kombine bir programa katılmaları önerilebilir. Vestibüler rehabilitasyon, birçok önemli etkisine rağmen monoton doğası nedeniyle hastalar üzerinde daha düşük uyum oluşturmaktadır. Sanal gerçeklik teknolojisi, daha doğru ölçüm ve daha ilgi çekici bir öğrenme deneyimi sağlayarak eğitimin etkinliğini artırma potansiyeline sahiptir. Sürükleyici olmayan (2-boyutlu) ve sürükleyici (3-boyutlu) sistemler kullanılarak oyun oynama şekli açısından belirgin farklar vardır. Sürükleyici olmayan (2-boyutlu) sistemlerde bireyler bir ekran karşısında sabit olarak durmaktadırlar. Sürükleyici (3-boyutlu) sistemlerde ise oyun sırasında hareket etmek, yürümek, dönmek ve uzanmak mümkündür bu nedenle denge ve yürüme fonksiyonları üzerinde daha etkili olabileceği düşünülebilir (113).

Sanal gerçeklik oyununun nasıl bir sistem kullanılarak uygulandığında daha yararlı olabileceğini anlamak üzere yapmış olduğumuz bu çalışmada 2-boyutlu ve 3-boyutlu sanal gerçeklik uygulama yöntemlerinin dinamik denge becerisi üzerinde önemli bir fark yaratmadığını gördük. Bunun her iki grup için oynanan oyunun aynı olması, oyun progresyonunu aynı olması, oyun oynanan çevrenin aynı olması ve oyunun niteliği gereği oyun sırasında vücut hareketlerinin kısıtlı olması ve sadece baş hareketleri ile oynanmasından kaynaklandığını düşünmekteyiz. Her iki tedavi grubunda oynanan oyunun benzer şekilde gövde ve alt ekstremitte hareketlerini gerektirmemesi dolayısı ile özellikle statik denge gelişimi üzerinde etkili olmuş olması nedeniyle grupların hem statik hem dinamik dengeyi değerlendiren FAB-T gibi bir klinik denge testine göre birbirleri üzerinde üstünlük oluşturmadıkları ifade edilebilir.

Hareket sırasında vestibüler ve somatosensoriyel girdilerin entegre edilmesi dengeyi korur. Epizodik semisirküler kanalın aşırı uyarılması, diğer afferent sistemlerle vestibüler bilgi entegrasyonunu bozabilir ve böylece yürüyüş fonksiyonlarını olumsuz yönde etkileyebilir. Baş hareketine ve pozisyonuna duyarlı vestibüler uyarıların, ayakta durma, yürüme veya yön değiştirme gibi dinamik durumlar sırasında kritik öneme sahip olduğu bilinmektedir (114). DYİ, vestibüler bozukluk şüphesi olan bireyler için etkili bir sonuç ölçüm yöntemidir, çünkü yürüme sırasında vestibüler tepkileri zorlayan çeşitli baş döndürme hareketlerini içermektedir. İleri yürüme sırasında görsel ve vestibüler girdinin etkileşimini gözlemleme yeteneği, müdahaleye karar verme sürecini yönlendirmeye yardımcı olabilecek belirli bozukluklar hakkında bilgi sağlayabilir (115).

Fonksiyonel aktiviteleri vurgulayan vestibüler uyarımlı egzersiz eğitimi yürüme yeteneğini geliştirir. Chang ve ark, BPPV'li hastalarda ek bir vestibüler uyarımlı egzersiz programının denge üzerindeki etkisini araştırmıştır. Tedaviden sonra, her iki gruptaki hastaların DYİ skorları önemli ölçüde iyileşmiştir. Vestibüler stimülasyon egzersiz programının verildiği deney grubundaki hastalar da kontrol grubundakilere göre önemli ölçüde daha yüksek puan almıştır (95). Riberio ve ark tarafından yapılan çalışmada, kronik BPPV'li yaşlılarda vestibüler rehabilitasyon terapisi ve yeniden konumlandırma manevrasının denge, baş dönmesi semptomları ve yaşam kalitesi üzerindeki kısa vadeli etkileri karşılaştırılmıştır. Deney grubundaki hastalar tedavi sonunda DYİ skorlarını %60 iyileştirmiştir (71).

Simülatör tabanlı optokinetik stimülasyonlar postüral instabiliteyi özelleştirilmiş egzersizlerden daha fazla geliştirmektedir. Pavlou ve ark, vestibüler hastalığı olan bireylerde vestibüler rehabilitasyona ek olarak verilen dinamik sanal gerçeklik eğitimin statik sanal gerçeklik eğitimine göre DYİ üzerinde daha fazla gelişim yarattığı ifade edilmiştir (116). Smaerup ve ark, vestibüler disfonksiyonu olan yaşlı hastalarda yardımcı bilgisayar teknolojisini yazılı talimatlar ile karşılaştırmış ve yazılı talimatlarla yönlendirilen standart ev eğitiminin DYİ üzerinde bilgisayar destekli bir eğitim programı uygulamaktan daha büyük bir etkisi olmadığını bulmuştur (26). Smaerup ve ark. benzer bir çalışmada, vestibüler disfonksiyonu olan yaşlı hastaların evde eğitimini desteklemek için bilgisayar destekli bir programın rehabilitasyonu yazılı talimatlardan daha fazla iyileştirmede olduğunu göstermiştir (111). Alahmari ve ark.'nın, vestibüler bozukluğu olan hastalarda sanal gerçeklik temelli terapi ve vestibüler rehabilitasyonu karşılaştırdıkları çalışmada, DYİ sonuçları her iki grup için artış gösterecek şekilde iki grup arasında fark olmadığı belirlenmiştir (17).

Viziano ve ark., tek taraflı vestibüler hipofonksiyonu olan bireylerde, başa takılan oyun ve vestibüler rehabilitasyon (deney grubu) kullanılarak yapılan sanal gerçeklik tabanlı denge egzersizlerinin etkinliğini vestibüler rehabilitasyon (kontrol grubu) ile karşılaştırmıştır. Dört haftalık değerlendirme sonucunda deney grubundaki hastaların DYİ puanlarının kontrol grubundakilere göre anlamlı derecede daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Yazarlara göre bu bulgular, vestibüler rehabilitasyon ve başa takılan cihaz ile uygulanan oyun eğitiminin denge işlevini geri kazanmada sağladığı iyi bilinen alışkanlık, yerine koyma ve adaptasyon mekanizmalarının sinerjik bir rol oynadığını göstermektedir (23). Daha önce de belirtildiği gibi, vestibüler bozukluğu olan kişilerde DYİ'de minimal tespit edilebilir değişim (minimal detectable change-MDC) değeri 4 puan olarak bildirilmiştir (82).

Sanal ortamda baş hareketleri sırasında ekrandaki görüntüler ve başın açısal ivmelerine ilişkin labirentsel bilgiler farklılık gösterir ve dolayısıyla görsel-vestibüler bir çatışma ortaya çıkar. Görsel ve labirintin bilgiler arasındaki uyumsuzluklar vestibulo-okülomotor refleks (VOR) kazancını değiştirebilir. Sanal ortama maruz kalmanın VOR kazancını geçici olarak modifiye edebileceği bu nedenle vestibüler hastalıkların rehabilitasyonunda kullanılabileceği ifade edilmektedir (117). Vestibüler stimülasyonun yokluğunda görsel optokinetik stimülasyon, görsel hareket işleme ve göz hareketi kontrolü ile ilgili kortikal alanların tutarlı aktivasyonuna ve karşılıklı olarak inhibitör görsel-vestibüler etkileşime işaret eden parietoinsüler vestibüler kortekslerin deaktivasyonuna yol açar (118). Dinamik sanal gerçekliğe maruz kalmanın görsel geribildirime olan ihtiyacın azalması ve dolayısıyla muhtemelen duyuşal yeniden ağırlıklandırma yoluyla vestibülo-propriozeptif ipuçlarının daha etkili kullanımını teşvik ettiği ifade edilmiştir. Günlük semptomları

tetikleyen ortamlarda bulunan koşulları yakından yansıtabilmesi ve tepkinin hastanın ihtiyaçlarına göre özelleştirilebilmesi nedeniyle sanal gerçekliğin ideal bir optokinetik uyarı yöntemi olabileceği öne sürülmüştür (116).

Çalışmamızın sonucunda her iki sanal gerçeklik tedavi grubunun kontrol grubuna göre yürüme fonksiyonları üzerinde daha etkili sonuçlar verdiği fakat iki grup arasında herhangi bir fark olmadığı görüldü. Sanal gerçeklik uygulamam yönteminin sürükleyici olmayan (2-boyutlu) veya sürükleyici (3-boyutlu) olması fark etmeksizin, etkili bir opto-kinetik uyarı yöntemi olduğu ifade edilebilir. Ayrıca, çalışmamızda 2-boyutlu ve 3-boyutlu uygulama yöntemlerindeki oyunun aynı olması, yürüme olmaksızın sadece baş hareketlerini içermesi ve her iki grupta da benzer şekilde vestibüler rehabilitasyon uygulamasının yapılması yürüme fonksiyonlarında tedavi gruplarında önemli bir fark ortaya çıkmamasının nedeni olabilir. Fakat DYİ'nin minimal tespit edilebilir değişim (minimal detectable change-MDC) değeri 4 puan olması, yapmış olduğumuz çalışmanın tedavi gruplarındaki hastaların ortalama değişim değerlerinin (3B-SG: 4,21; 2B-SG: 4,00; kontrol grubu: 0) de literatür ile uyumlu olduğunu göstermektedir.

Vestibüler bozuklukları olan bireylerin çoğunda özellikle bakış stabilitesi/görme, denge ve yürüme gibi işlevsel bozukluklar görülmektedir. Özellikle bakış stabilitesi/görme ve denge üzerindeki etkileri kapsamlı bir şekilde değerlendirilmiş olmasına rağmen, periferik vestibüler kaybın yürüme hızı üzerindeki etkisini gösteren az çalışma olduğu belirtilmiştir (119). Yürüme hızının belirlenmesi özellikle yürüme performansının değerlendirmesi sırasında çok önemli bir rolü olmasına rağmen, yürüme hızını etkileyen faktörlerin (yürürken, dönerken veya hız değiştirirken baş hareketi) belirlenmesi ve bunların hastalar üzerinde nasıl bir etki

oluşturduğunu anlamak için daha fazla veriye ihtiyaç vardır (81). Farklı yönlerde (vertikal, horizontal) yapılan baş hareketleri ile yürüme hızı ölçümleri, vestibüler sistem ile ilgili sonuçları ortaya çıkarmada daha duyarlı fonksiyonel testler oldukları için önemlidir (120). Bu ölçümler fizyoterapistlere sadece hastaların fonksiyonel durumunu değerlendirmek ve düşme risklerini tahmin etmek için değil, aynı zamanda vestibüler rehabilitasyon programının hedeflerine ulaşmak için hastalarının bireysel ihtiyaçlarına en uygun egzersizlerin seçimine yardımcı olmak için daha objektif ölçümler sağlar (121).

Porciuncula ve ark. tarafından vestibüler rehabilitasyonun etkileri üzerine yapılan sistematik derlemede, tutarsız sonuçlar nedeniyle vestibüler rehabilitasyonun yürüme hızını artırdığını gösteren yeterli kanıt bulunamamıştır (122). Krebs ve ark. yürüyüş hızında artış olduğunu bildirmiştir. Vestibüler rehabilitasyon uygulanan vestibüler disfonksiyonlu hastaların yalnızca %60'ında yürüme hızında artış görülmüştür. Vestibüler rehabilitasyondan en çok faydalanan hastalar, yürüyüş hızını artırırken vertikal baş hareketleri ve tüm vücut kütle merkezinden sapma miktarını azaltmışlardır (123).

Sanal gerçeklik ve vestibüler rehabilitasyonun etkilerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda, yürüme hızı üzerindeki etkiler benzer bulunmuştur. Meldrum ve ark., vestibüler rehabilitasyon uygulaması yapılan tek taraflı periferik vestibüler kaybı olan hastalarda, bir kuvvet platformu içeren Nintendo Wii Fit Plus kullanılan sanal gerçeklik tabanlı denge egzersizleri ile geleneksel denge egzersizlerini karşılaştırmıştır. Bahsi geçen çalışmada her iki grupta da iyileşme görülmüş, ancak tedavi sonrası yürüme hızları açısından gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır (ortalama hız: sanal gerçeklik grubu 0,09m/s, geleneksel grup

0,1m/s). 8. haftada, gruplar arasındaki ortalama fark, bireylerin kendi tercih ettikleri yürüyüş hızı -0,03 m/s ve baş hareketli yürüyüş hızı-0,02 m/s'dir (19). Alahmari ve ark., vestibüler bozukluğu olan hastalarda baş dönmesi semptomlarının alışkanlık haline getirilmesine yönelik sanal gerçeklik temelli terapi ve vestibüler tedavi sonuçlarını incelemiştir. Sanal ortam olarak 3-boyutlu Studio Max'te modellenen ve CaveUT kullanılarak çok ekranlı ortamlar ile uyarlanan bir marketten oluşuyordu. Mağaza ortamı sağlanan sanal uygulamada, deneği sürükleyici bir görsel ortamda tamamen çevreleyen üç ekranda gösterilmiştir. Yürüme hız sonuçlarına göre sanal gerçeklik grubunun yürüme hızının öncesi sonrası testlerde en az 0,01 m/s değiştiğini, vestibüler tedavi grubunun yürüme hızının ise 0,10 m/s arttığını bulunmuştur (17). Literatürdeki bazı çalışmalar ile uyumlu olarak çalışmamızın sonuçları, rezidüel BPPV semptomları olan bireylerde sanal gerçeklik eğitimi ve vestibüler rehabilitasyon egzersizlerin birleştirilmesinin yürüme hızını artırdığını özellikle vertikal ve horizontal baş hareketli yürüme hızlarında daha fazla gelişme olduğunu göstermektedir. İki farklı sanal gerçeklik eğitimi açısından ise herhangi bir fark bulunmamıştır, fakat tedavi sonrası tüm yürüme hızı ölçümlerinde yüzde değişimlerinde özellikle 2B-SG grubunun baş hareketi olmaksızın, vertikal ve horizontal baş hareketleri ile yürüme hızlarının daha fazla arttığını görmekteyiz. Literatürde vestibüler hastalığı olan bireylerde yürüme hızının MCID değerleri 0,07 ile 0,22 m/s olarak bildirilmiştir (87). Çalışmamızın sonuçlarına göre yürüme hızında meydana gelen ortalama değişimlerinin tüm yürüme hızı ölçümleri için belirlenen üst sınırında (0,22 m/sn) üzerinde olduğu görülmektedir. Çalışmamızda uygulanan sanal gerçeklik oyunu sırasında baş hareketlerinin çok fazla yapılması özellikle alıştırma prensiplerini devreye koymakla birlikte vestibüler rehabilitasyon uygulamaları sırasında da baş hareketli yürüme egzersizlerinin yapılmasının yürüme hızı

gelişiminin en büyük etkeni olduğunu düşünmekteyiz. 2-boyutlu sanal gerçeklik oyunları sırasında gözlük kullanılmaması nedeniyle ortamın gerçeğe daha yakın olması, katılımcıların dış çevreden gelen uyaranlara açık olması, bireylerin çevre ile olan iletişiminin devam etmesi nedeni ile yürüme hızlarının daha fazla arttığı söylenebilir. Ayrıca, 3-boyutlu sanal gerçeklik grubunun özellikle ilk haftalarda siber hastalık semptomlarını deneyimlemiş olmaları nedeniyle aktivite sırasında daha temkinli (kinezyofobi) davrandıkları gözlemlendi. Bu nedenle düşme riski yaşayabilecekleri hızlı yürüme aktivitesi sırasında daha dikkatli davrandıklarını düşünmekteyiz. Bu anlamda, ileriki çalışmalarda vestibüler hastalığı olan kişilerde sanal gerçeklik uygulamaları sırasında kinezyofobi değerlendirmesi yapılması önerilmektedir.

Vestibüler bozukluklar, bireyin günlük yaşamları sırasında yeterli düzeyde işlev görme yeteneğini önemli ölçüde sınırlayabilir. Vestibüler bozukluklar baş dönmesi, vertigo, ossilopsi/salınım ve dengesizlik gibi çeşitli belirti ve semptomlar bireyleri fiziksel ve psikolojik olarak etkilemekte böylelikle günlük yaşam aktiviteleri ve yaşam kalitesi üzerinde olumsuz sonuçlar meydana getirmektedir (124). Çevresel faktörler özellikle aydınlatma yetersizliği, süpermarketin dar koridorları ve kalabalık yerler semptomları daha fazla tetiklemektedir. Bu nedenle vestibüler bozukluğu olanların yaklaşık %18,5'i evden çıkmaktan kaçınırlar. Semptomların gerilemesi sırasında bile hastalar bir sonraki atak, hareketlerin engellenmesi ve belirli görevlerin yerine getirilmesi konusunda endişe duyarlar. Bu kısıtlamalar, vestibüler bozukluğu olan bireylerde düşük özgüven, dizabilite, anksiyete, depresyon ve sosyal izolasyonlara neden olmaktadır (125). Aratani ve ark yapmış oldukları çalışmada vestibüler bozukluğu olan yaşlı bireylere multimodal Cawthorne-Cooksey (tedavi

grubu) ile konvansiyonel Cawthorne-Cooksey (kontrol grubu) uygulamalarında VBGYA' da gelişimin tedavi grubunda daha fazla olduğu bulunmuştur (126). Dal ve ark. yapmış oldukları çalışmada kronik unilateral periferik vestibüler bozukluğu olan bireyler aktivite temelli ev programı (aktivite grubu), egzersiz temelli ev programı (egzersiz grubu) (Cawthorne-Cooksey) ve kontrol grubu olarak 3 gruba ayrılmış. Tedavi gruplarında VBGYA skorlarında anlamlı bir iyileşme olduğu bulunmuş. Ayrıca tedavi grupları arasında yapılan karşılaştırmada ise egzersiz verilen grubun skorlarında aktivite verilen gruba göre anlamlı düzeyde daha fazla iyileşme olduğu gözlenmiştir (127).

Koç ve ark., vestibüler migreni olan ve olmayan vestibüler disfonksiyonlu bireylerde vestibüler rehabilitasyon uygulamalarının VBGYA sonuçları üzerinde her iki grupta da anlamlı düzeyde gelişme olduğunu göstermişler (128). Shaabani ve ark., vestibüler rehabilitasyonun özellikle denge gelişimi üzerinde etkili olduğunu böylelikle bu gelişimin günlük yaşam aktivitelerini de iyileştirdiğini ifade etmişlerdir (129). Cohen ve ark., periferik vestibüler bozukluğa bağlı kronik vertigosu olan bireylerde vestibüler rehabilitasyon uygulamalarının VBGYA da anlamlı düzeyde gelişime yol açtığını bildirilmişlerdir (130). Literatürde yapılan çalışmalar BPPV'li bireyler dışındaki diğer vestibüler bozuklukları olan gruplarda yapılan vestibüler rehabilitasyon veya egzersiz uygulamalarının günlük yaşam aktiviteler üzerinde olumlu etkilerini göstermişlerdir. Bu doğrultuda yapmış olduğumuz çalışma diğer çalışmalardan farklı olarak BPPV'li bireyler üzerinde yapılmıştır ayrıca vestibüler rehabilitasyon uygulamalarına ek olarak farklı sanal gerçeklik uygulamalarının günlük yaşam aktivitelerindeki gelişimi nasıl etkilediği hususunda bu alanda eksikliğin giderilmesi açısından önemli bir yeri vardır. Çalışma sonuçlarımıza göre

VBGYA tüm alt parametrelerinde (fonksiyonel, enstrümental ve ambulasyon) özellikle 3B-SG grubunda daha fazla gelişim olmasının nedeni bu grubun baş dönmesi ve denge problemlerinin diğer gruplara göre daha fazla azalmış olmasından kaynaklanmış olabileceğini düşünüyoruz. Vestibüler rehabilitasyon ve 3-boyutlu sanal gerçeklik oyunlarının birlikte kullanılmasının hastaların fonksiyonel becerileri gerçekleştirmesine kolaylık sağladığı söylenebilir.

Vestibüler disfonksiyonun klinik belirtileri arasında baş dönmesi, mide bulantısı, vertigo, görme bozuklukları, mekânsal oryantasyon bozukluğu, yürüme ve denge bozukluğu gibi semptomlar yer almaktadır. Vestibüler fonksiyon bozukluklarının telafi edilmesindeki yetersizlik, kişinin ulaşım, çalışma ve egzersiz gibi günlük aktivitelere katılma yeteneğini ciddi şekilde kısıtlamaktadır. Tüm bu kısıtlamalar bireyler üzerinde anksiyete, melankoli ve yaşam kalitesinin azalmasına neden olabilir. Sonuç olarak özellikle yaşam kalitesi etkilenen bireylerin işle ilgili engellerle karşılaşmalarına ve sosyoekonomik düzeyde kısıtlılıklara neden olmaktadır (28). Vestibüler rehabilitasyon duyuşal değişim, vestibüloküler ve vestibulospinal reflekslerin fonksiyonel iyileşmesini, toplam vücut kondisyonunu, yaşam tarzı değişikliklerini ve kişinin yaşam kalitesini etkileyen olumlu psikolojik etkiler sağlamaktadır (7).

Miziara ve ark., BPPV’li bireyleri dahil ettikleri çalışmada vestibüler rehabilitasyon için özelleşmiş sanal gerçeklik oyunları (Nintendo Wii) kullanmıştır. BDEE’ tüm alt parametrelerinin (fiziksel, fonksiyonel ve emosyonel) skorlarında anlamlı düzeyde azalma olduğu bildirilmiştir (28). Viziano ve ark., unilateral vestibüler hipofonksiyonu olan bireylerde sadece vestibüler rehabilitasyon uygulamasına göre vestibüler rehabilitasyona ek olarak ev temelli sanal gerçeklik eğitimi verilmesinin

uzun dönem BDEE total skorlarında daha fazla azalmaya neden olduğunu bulmuşlardır (131). Başoğlu ve ark., periferik vestibüler hipofonksiyonu olan bireylerde sekiz hastalık Sony Playstation®4 sanal gerçeklik uygulama temelli vestibüler rehabilitasyonun yaşam kalitesi üzerinde etkili olduğunu görmüşlerdir (132). Gomez ve ark., unilateral periferik vestibüler disfonksiyonu olan bireylere geleneksel vestibüler rehabilitasyon ile Balane Rehabilitation Unit (BRU™) ile eğitim vermişler ve her iki grupta da tedavi öncesine göre yaşam kalitelerinde anlamlı düzeyde iyileşme olduğunu fakat gruplar arasında herhangi bir anlamlı fark olmadığını bulmuşlardır (133). Phillips ve ark., Nintendo Wii fit oyununun (Ski Slalom ve Tighrope) baş dönmesi olan bireylerde baş dönmesi ve yaşam kalitesi üzerinde olumlu yönde etkili olduğunu bulmuşlar (27). Vestibüler bozukluğu olan bireylerin dahil edildiği meta analiz çalışmasında tek başına vestibüler fizyoterapi ile karşılaştırıldığında, sanal gerçeklik yardımcı terapinin BDEE tüm parametrelerinde daha fazla gelişime yol açtığı bulunmuştur (134). Hazza ve ark. yapmış oldukları meta analiz sonuçlarına göre periferik vestibüler disfonksiyonu olan bireylerde sanal gerçeklik uygulamalarının birçoğunun özellikle BDEE sonuçlarında olumlu yönde etkili olduğu sonucuna varılmıştır (135). Heffernan ve ark. içerisinde BPPV’li bireylerinde bulunduğu periferik vestibüler hastaların meta analiz sonuçlarına göre vestibüler rehabilitasyona ek olarak kullanılan artırılmış ve sanal gerçeklik uygulamalarının 0-3 aylık süreçte BDEE puanlarını daha fazla azalttığı sonucuna varmışlardır. Bununla birlikte, sanal gerçeklik uygulamaları için en uygun protokolün ne olduğu, etkili rehabilitasyon için gereken süreyi ve yan etkilerini belgelemek için daha fazla yüksek kalitede çalışmalara ihtiyaç olduğu vurgulanmıştır (136). Literatürdeki bazı çalışmalar ile uyumlu olarak çalışmamızın sonuçları, BPPV’li bireylerde sanal gerçeklik eğitimi ve vestibüler rehabilitasyon egzersizlerinin

birleştirilmesinin yaşam kalitesini tüm alt parametrelerinde gelişim olduğu göstermektedir. İki farklı sanal gerçeklik eğitimi açısından ise herhangi bir fark bulunmamıştır, fakat tedavi sonrası yaşam kalitesi ölçümlerin yüzde değişimlerinde özellikle 2B-SG grubunun fiziksel ve duygusal alt parametrelerin değerlerinde daha fazla azalma görmektedir. Literatürde genel olarak vestibüler hastalığı olan tüm bireyler ele alınmışken sadece Mizziara ve ark.'nın yapmış oldukları çalışmada BPPV hastalarındaki değişim incelenmiştir ve yaşam kalitesindeki iyileşmenin dört haftalık süreçte olduğu belirtilmiştir. Oysaki çalışmamızda sekiz haftalık daha uzun süreçte yaşam kalitesindeki bu gelişimin daha fazla olabileceğini de göstermiş bulunmaktayız.

Stankiewicz ve ark.'nın, vestibüler bozukluğu olan hastalarda başa takılan gözlükle uygulanan sanal gerçeklik uygulamasının baş dönmesi üzerindeki etkisinin değerlendirildiği çalışmada tedavinin etkinliğinin belirlenmesi ve baş dönmesi şiddetinin yanı sıra terapidenden bildirilen memnuniyet özel anket ve GAS ölçeği aracılığıyla analiz edilmiştir. Sanal gerçeklik tedavisi gören hastalarda, konvansiyonel terapiye kıyasla anlamlı düzeyde daha yüksek hasta memnuniyeti bildirilmiş ve sanal gerçeklik ile güçlendirilmiş tedavinin avantajları vurgulanmıştır (96). Meldrum ve ark.'nın, baş dönmesi ve denge problemi olan tek taraflı vestibüler kaybı olan hastalarda sanal gerçeklik uygulamalarının konvansiyonel uygulamalarla karşılaştırıldığında tek anlamlı üstün bulgunun memnuniyet sonuçlarında olduğu, sanal gerçeklik uygulamalarının daha az yorgunluk oluşturduğu, zorluk seviyesinin daha az olduğu ve daha keyifli uygulamalar olduğu sonucuna varılmıştır (19). Awad ve ark inme hastalarında kullanmış oldukları yürüme sisteminin güvenilirlik ve fizibilite çalışmasında robotik sistem ile ilgili memnuniyetin belirlenmesi amacıyla

özel bir ölçek kullanılmıştır (137). Yapmış olduğumuz çalışma sonuçlarına göre BPPV'li bireylerde 2- boyutlu ve 3- boyutlu sanal gerçeklik uygulamalarının genel olarak ortalama puanın üzerinde değer almakla birlikte, iki farklı sanal gerçeklik eğitimi açısından fark bulunmuştur. Memnuniyet düzeylerinin belirlendiği sonuç ölçümlerin ortalama değerlerine bakıldığında özellikle 3B-SG grubunda yer alan bireylerin daha fazla memnuniyet bildirdikleri sonucuna varmaktayız. Özellikle 3- boyutlu sanal gerçeklik uygulaması sırasında hastaların cihazı baş üzerine tamamen yerleştirmiş olmaları cihazın kullanılabilirliği açısından daha fazla avantaj sağlamıştır. Literatürdeki bazı çalışmalar ile uyumlu olarak çalışmamızın sonuçlarına bakıldığında sanal gerçeklik uygulaması yapılan çalışmalarda memnuniyet düzeylerinin mutlaka sorgulanması gerektiğini düşünmekteyiz.

5.1 Güçlü Yanlar ve Limitasyonlar

Vestibüler rehabilitasyonda sanal gerçeklik teknolojisi üzerine yapılan çalışmaların çoğu, BPPV dışındaki periferik vestibüler bozuklukları olan hastalar ve santral vestibüler bozuklukları olan hastalar için 3- boyutlu oyunlar, 2- boyutlu bilgisayar destekli sanal gerçeklik oyunları ve oyun dışı sanal gerçeklik sistemleri kullanmaktadır. Bu anlamda, 2 ve 3- boyutlu sanal gerçeklik oyun teknolojisinin BPPV tedavisi üzerindeki etkilerini araştıran kapsamlı bir çalışma bulunmamaktadır ve çalışmamız bu konuda öncü bir araştırmadır. Bugüne kadar, farklı sanal gerçeklik uygulamaları ile geleneksel vestibüler rehabilitasyonla kombinasyonlu uygulamalardan hangisinin daha etkili olup olmadığını inceleyen hiçbir çalışma yapılmamıştır. Sanal gerçeklik temelli vestibüler rehabilitasyon ve geleneksel rehabilitasyon yöntemlerini karşılaştırmak yerine, birden fazla terapötik protokolün kombinasyonunun en iyi sonuçları vermesi makul görünmektedir. Bunun ışığında, iki farklı rehabilitasyon protokolünü, tedavi olmadan elde edilen sonuçlarla

karşılaştırdık ve her ikisinin de incelenen parametrelerin çoğunda önemli ölçüde hiçbir tedavi uygulanmamasından daha iyi sonuçlar elde edildi.

Bu çalışma sırasındaki klinik deneyimimiz sonucunda, sanal gerçeklik gözlüklerinin bazı vakalarda özellikle ilk seanslarda siber hastalığın belirtisi olan yorgunluk ve uyuşukluk gibi yan etkilere neden olabildiğini ifade edebiliriz. Ancak, bu sonuç yalnızca hastaların her seanstan sonraki geri bildirimlerine dayanmaktadır ve sanal gerçeklik ile ilişkili yan etkiler objektif bir ölçek ile değerlendirilmediğinden çalışmamızın limitasyonları arasında yer almaktadır. Günümüzde en geçerli anket olarak ifade edilebilecek Simülatör Hastalığı Anketi geçerlilik ve güvenilirlik çalışması çalışmamızın başladığı tarihten sonra yayınlanmıştır, bu nedenle bu çalışma kapsamında yer verilemedi. Gelecekte yapılacak olan çalışmalarda siber hastalık düzeyinin objektif olarak ölçülmesi önerilmektedir.

Belirtilmesi gereken bir diğer husus 3-boyutlu sanal gerçeklik oyununun hızı ve zorluk seviyesi ayarlanamadığı için bazı hastaların hata oranının artmakta olduğudur. Bu nedenle oyun sırasında hastaların motivasyon seviyesi düşebilmektedir. Hastaların ilgilerini kaybetmelerini önlemek için öncelikli hedefin oyunu kazanmaktan ziyade hastanın başını hareket ettirme becerisini geliştirmek olması gerektiği vurgulandı. Sanal gerçeklik oyununun hız ve zorluk seviyeleri açısından modifiye edilmesi halinde rehabilitasyon için daha etkili bir şekilde kullanılabileceğine inanıyoruz. Bu yüzden sanal gerçeklik gözlüğü ile ilgili olumlu veya olumsuz yöndeki memnuniyet durumunu belirlemek için belirli sorular soruldu fakat bu sorular çalışmacılar tarafından oluşturuldu ve geçerlilik ve güvenilirlik çalışması mevcut değildir. Bu nedenle sonuçlar bu yönde dikkatle yorumlanmalıdır.

Çalışmanın başlangıcında disk herniasyonu veya boyun düzleşmesi gibi boyun sorunları olan hastaların boyun eklemi sınırlamalarının azalması nedeniyle testler ve hareketler sırasında zorluk yaşayacağı öngörülmemiştir. Bu tür hastaların gelecekteki çalışmalardan dışlanması sonuçlar üzerinde olumlu etkisi olabilir, ancak toplumda boyun sorunları olan BPPV hastaları olduğuna ve bu çalışmaların tüm hastaların yararını göz önünde bulundurması gerektiğine inanıyoruz, bu nedenle önyargıdan kaçınmak için bu hastaların çalışmaya katılmasının kritik olduğuna inanıyoruz.

Bölüm 6

SONUÇ VE ÖNERİLER

Rezidüel baş dönmesi şikâyeti olan BPPV tanılı bireylerde vestibüler rehabilitasyon ile birlikte uygulanan 2-boyutlu ve 3-boyutlu sanal gerçeklik uygulamalarının hastalıkla ilgili subjektif klinik semptomlar, reaksiyon zamanı, düşme korkusu, denge fonksiyonları, yürüme fonksiyonu, yürüme hızı, günlük yaşam aktiviteleri, yaşam kalitesi ve memnuniyet düzeyleri üzerindeki etkilerini karşılaştırarak en etkili tedavi yöntemini belirlemek amacıyla yapılan çalışmamızın sonuç ve önerileri aşağıdaki gibidir;

- Rezidüel baş dönmesi şikâyeti olan BPPV’li bireylerde vestibüler rehabilitasyon ile birlikte uygulanan 2-boyutlu ve 3-boyutlu sanal gerçeklik uygulamalarının hastalıkla ilgili subjektif klinik semptomların şiddetinin azalması yönünde kontrol grubuna kıyasla daha etkili olmuştur. Buna göre 1. hipotezimiz ‘BPPV’li bireylerde 2B-SG, 3B-SG ve kontrol grupları arasında subjektif klinik semptomların şiddeti açısından fark vardır’ kabul edildi. Özellikle 3-boyutlu sanal gerçeklik uygulamalarının baş dönmesi, denge problemleri ve düşme korkusu şiddeti üzerinde anlamlılık düzeyinde olmasa da daha fazla etkili olabileceğini düşünmekteyiz.
- Rezidüel baş dönmesi şikâyeti olan BPPV’li bireylerde vestibüler rehabilitasyon ile birlikte uygulanan 2-boyutlu ve 3-boyutlu sanal gerçeklik uygulamalarının reaksiyon zamanının azalması yönünde kontrol grubuna kıyasla daha etkili oldu. Buna göre 2. hipotezimiz ‘BPPV’li bireylerde 2B-

SG, 3B-SG ve kontrol grupları arasında reaksiyon zamanı bakımından fark vardır.’ kısmen kabul edilmiştir. Sonuçlara göre özellikle 3- boyutlu sanal gerçeklik uygulaması sonrası yanıt inhibitör hata sayıları ve ortalama reaksiyon süreleri daha fazla azaldı.

- Rezidüel baş dönmesi şikâyeti olan BPPV’li bireylerde vestibüler rehabilitasyon ile birlikte uygulanan 2-boyutlu ve 3-boyutlu sanal gerçeklik uygulamalarının düşme korkusunun azalması yönünde kontrol grubuna kıyasla daha etkili oldu. Buna göre ‘BPPV’li bireylerde 2B-SG, 3B-SG ve kontrol grupları arasında düşme korkusu bakımından fark vardır.’ 3. hipotezimiz kabul edildi. 3-boyutlu sanal gerçeklik uygulamalarının düşme korkusu üzerinde anlamlılık düzeyinde olmasa da ortalama değişime göre daha fazla etkili olabileceği görülmektedir.
- Rezidüel baş dönmesi şikâyeti olan BPPV’li bireylerde klinik denge performansı değerlendirmesi için kullanılan FAB-T Skalası değerleri tedavi öncesine göre tedavi sonrasında her iki tedavi grubunda kontrol grubuna kıyasla artış meydana geldi. Ayrıca 3B-SG grubunda istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla gelişim olduğu görüldü. Teknolojik destekli denge (Nintendo Wii) sonuçlarına bakıldığında ise gruplar arasında tedavi öncesine göre tedavi sonrası değerlerinde olumlu bir değişim saptanmadı. Buna bağlı olarak “BPPV’li bireylerde 2B-SG, 3B-SG ve kontrol grupları arasında denge fonksiyonları bakımından fark vardır” 4. hipotezimiz kısmen kabul edildi.
- Rezidüel baş dönmesi şikâyeti olan BPPV’li bireylerde yürüme fonksiyon değerleri tedavi öncesine göre tedavi sonrasında her iki tedavi grubunda kontrol grubuna kıyasla artış meydana geldi. Ayrıca 3B-SG grubunda

istatistiksel olarak anlamlı düzeyde daha fazla gelişim olduğu görüldü. Buna bağlı olarak “BPPV’li bireylerde 2B-SG, 3B-SG ve kontrol grupları arasında yürüme fonksiyonları bakımından fark vardır” 5. hipotezimiz kabul edildi.

- Rezidüel baş dönmesi şikâyeti olan BPPV’li bireylerde yürüme hızı değerlendirmesinde kullanılan 10 Metre Yürüme Testi değerleri incelendiğinde tedavi öncesine göre tedavi sonrasında 2B-SG ve 3B-SG gruplarında kontrol grubuna kıyasla gelişme olduğu ayrıca 2-boyutlu sanal gerçeklik uygulamalarının yürüme hızı üzerinde anlamlılık düzeyinde olmasada ortalama değişime göre daha fazla etkili olabileceği görülmektedir. Buna göre “BPPV’li bireylerde 2B-SG, 3B-SG ve kontrol grupları arasında yürüme hızı açısından fark vardır.” 6. hipotezimiz kabul edildi.
- Rezidüel baş dönmesi şikâyeti olan BPPV’li bireylerde vestibüler rehabilitasyon ile birlikte uygulanan 2-boyutlu ve 3-boyutlu sanal gerçeklik uygulamalarının günlük yaşam aktivite değerlendirme sonuçları kontrol grubuna kıyasla daha etkili olmuştur. Buna göre 7. hipotezimiz ‘BPPV’li bireylerde 2B-SG, 3B-SG ve kontrol grupları arasında günlük yaşam aktiviteleri bakımından fark vardır.’ kabul edildi. Sonuçlara göre özellikle 3-boyutlu sanal gerçeklik uygulaması yapılan bireylerde günlük yaşam aktivitelerinin tüm parametrelerinin ortalama değişim sonuçlarında daha fazla gelişim olduğunu göstermektedir.
- BPPV’li bireylerde vestibüler rehabilitasyon ile birlikte uygulanan 2-boyutlu ve 3-boyutlu sanal gerçeklik uygulamalarının yaşam kalitesi değerlendirme sonuçları üzerinde kontrol grubuna kıyasla daha etkili oldu. Buna göre 8. hipotezimiz ‘BPPV’li bireylerde 2B-SG, 3B-SG ve kontrol grupları arasında yaşam kalitesi bakımından fark vardır.’ kabul edildi. Sonuçlara göre özellikle

3- boyutlu sanal gerçeklik uygulaması yapılan bireylerde yaşam kalitelerinin özellikle duygusal ve fonksiyonel alt parametrelerinin ortalama değişim sonuçlarında daha fazla gelişim olduğunu göstermektedir.

- Rezidüel baş dönmesi şikâyeti olan BPPV’li bireylerde 2-boyutlu ve 3-boyutlu sanal gerçeklik uygulamalarının memnuniyet düzeylerini belirlemek için yapılan değerlendirme sonuçları incelendiğinde 3-boyutlu sanal gerçeklik uygulaması yapılan bireylerin daha fazla memnuniyet düzeyine sahip oldukları bulundu. Buna göre “BPPV’li bireylerde 2B-SG ve 3B-SG grupları arasında memnuniyet düzeyleri bakımından fark vardır.” 9. hipotezimiz kabul edildi.

Subjektif klinik semptomlar, reaksiyon zamanı, düşme korkusu, denge fonksiyonları, yürüme fonksiyonları, yürüme hızı, günlük yaşam aktiviteleri ve yaşam kalitesi değerleri bakımından 3B-SG ve 2B-SG egzersiz grupları, tedavi almayan kontrol grubuna kıyasla daha fazla iyileşme göstermiştir ve 3B-SG tedavi grubu daha yüksek memnuniyet seviyeleri bildirmiştir. Bu çalışmanın bulguları, 2- boyutlu ve 3- boyutlu sanal gerçeklik egzersiz oyunlarına ek olarak vestibüler rehabilitasyon uygulamalarının bir kombinasyonunun, rezidüel baş dönmesi ve denge problemi olan BPPV'li bireylerde birçok fonksiyonel sonuçları iyileştirebileceğini göstermektedir. Özellikle 3- boyutlu sanal gerçek gözlüğü olmaması halinde de 2- boyutlu uygulamanın kullanılmasının birçok parametre üzerinde etkin rolü olacağını göstermektedir. Bu çalışmada sanal gerçeklik oyunu olarak kullanılan 'Verti-Go Home' oyunu, diğer uygulamalara göre daha kolay erişilebilir ve daha ucuzdur. Dolayısıyla bu oyun uygulamalarını kullanarak daha fazla araştırma yapılabileceğini veya klinik kullanımın kolaylaştırılabileceğinin görüşündeyiz.

Sanal gerçeklik uygulamalarının kullanımının kısmen gerçekçi görsel ortamların retinal kaymaya neden olarak adaptasyonu teşvik edebileceği gerekçesiyle vestibüler rehabilitasyon için önemli bir yeri bulunmaktadır. Görsel bir uyarının retinal kaymaya neden olmasıyla beyin bu retinal kaymayı en aza indirmek için bakışı stabilize etmeye çalışırken vestibüler yanıtların adaptasyonunu tetikleyebilen güçlü bir sinyaldir (82). VOR iyileşmesi için hem görsel uyarılara hem de baş ve vücut hareketlerine ihtiyaç vardır. Görsel deneyimlere ve harekete maruz kalmanın vestibüler bozukluğu olan bireylerde fonksiyonel iyileşme için gerekli olduğu görülmektedir. 3- boyutlu sanal gerçeklik uygulamaları yapılırken görsel alanlar gelişir, ancak vestibüler rehabilitasyon egzersizleri sırasında yalnızca baş hareketleri ve vücut ağırlık aktarma yöntemleri kullanılır, oysa nihai hedef, oturmadan ayağa kalkma ve yürümeye doğru ilerleyen geleneksel vestibüler rehabilitasyon egzersizlerinde olduğu gibi yürürken başı ve gövdeyi hareket ettirebilmektir. Bu nedenle, her iki sanal gerçeklik uygulamaları ile vestibüler rehabilitasyon tekniğinin birlikte kullanılmasının, farklı etkilerinin olması nedeniyle vestibüler rehabilitasyonun etkilerini en üst düzeye çıkaracağı görüşündeyiz.

İleri çalışmalarda yürüme hızlarının daha senkronize olması ve hareketlerin aynı şekilde yapılabilmesi adına gerek testler gerekse tedavi sırasında baş hareketleri ve adımlamalar sırasında metronom kullanılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Tsuji, K., Velázquez-Villaseñor, L., Rauch, S. D., Glynn, R. J., Wall, C., 3rd, & Merchant, S. N. (2000). *Temporal bone studies of the human peripheral vestibular system. Meniere's disease*. The Annals of otology, rhinology & laryngology. Supplement, 181, 26–31.

- [2] Agrawal, Y., Merfeld, D. M., Horak, F. B., Redfern, M. S., Manor, B., Westlake, K. P., Holstein, G. R., Smith, P. F., Bhatt, T., Bohnen, N. I., & Lipsitz, L. A. (2020). *Aging, Vestibular Function, and Balance: Proceedings of a National Institute on Aging/National Institute on Deafness and Other Communication Disorders Workshop*. The journals of gerontology. Series A, Biological sciences and medical sciences, 75(12), 2471–2480.

- [3] Hornibrook J. (2011). *Benign Paroxysmal Positional Vertigo (BPPV): History, Pathophysiology, Office Treatment and Future Directions*. International journal of otolaryngology, 2011, 835671.

- [4] von Brevern, M., Radtke, A., Lezius, F., Feldmann, M., Ziese, T., Lempert, T., & Neuhauser, H. (2007). *Epidemiology of benign paroxysmal positional vertigo: a population based study*. Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry, 78(7), 710–715.

- [5] Herdman S.J.(2013). *Vestibular rehabilitation*. Current Opinion in Neurology. 26(1):96-101.

- [6] Balatsouras, D. G., Koukoutsis, G., Fassolis, A., Moukos, A., & Apris, A. (2018). *Benign paroxysmal positional vertigo in the elderly: current insights*. *Clinical interventions in aging*, 13, 2251–2266.
- [7] Bergeron, M., Lortie, C. L., & Guitton, M. J. (2015). *Use of Virtual Reality Tools for Vestibular Disorders Rehabilitation: A Comprehensive Analysis*. *Advances in medicine*, 2015, 916735.
- [8] Micarelli, A., Viziano, A., Augimeri, I., Micarelli, D., & Alessandrini, M. (2017). *Three-dimensional head-mounted gaming task procedure maximizes effects of vestibular rehabilitation in unilateral vestibular hypofunction: a randomized controlled pilot trial*. *International journal of rehabilitation research*. *Internationale Zeitschrift fur Rehabilitationsforschung*. *Revue internationale de recherches de readaptation*, 40(4), 325–332.
- [9] Clendaniel R. A. (2010). *The effects of habituation and gaze stability exercises in the treatment of unilateral vestibular hypofunction: a preliminary results*. *Journal of neurologic physical therapy : JNPT*, 34(2), 111–116.
- [10] van der Scheer-Horst, E. S., van Benthem, P. P., Brountjes, T. D., van Leeuwen, R. B., & van der Zaag-Loonen, H. J. (2014). *The efficacy of vestibular rehabilitation in patients with benign paroxysmal positional vertigo: a rapid review*. *Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 151(5), 740–745.
- [11] McDonnell, M. N., & Hillier, S. L. (2015). *Vestibular rehabilitation for*

unilateral peripheral vestibular dysfunction. The Cochrane database of systematic reviews, 1(1), CD005397.

- [12] Ribeiro, K. M., Freitas, R. V., Ferreira, L. M., Deshpande, N., & Guerra, R. O. (2017). *Effects of balance Vestibular Rehabilitation Therapy in elderly with Benign Paroxysmal Positional Vertigo: a randomized controlled trial*. Disability and rehabilitation, 39(12), 1198–1206.
- [13] Deveze, A., Bernard-Demanze, L., Xavier, F., Lavieille, J. P., & Elziere, M. (2014). *Vestibular compensation and vestibular rehabilitation. Current concepts and new trends*. Neurophysiologie clinique = Clinical neurophysiology, 44(1), 49–57.
- [14] Hsu, S. Y., Fang, T. Y., Yeh, S. C., Su, M. C., Wang, P. C., & Wang, V. Y. (2017). *Three-dimensional, virtual reality vestibular rehabilitation for chronic imbalance problem caused by Ménière's disease: a pilot study*. Disability and rehabilitation, 39(16), 1601–1606.
- [15] Whitney, S. L., Sparto, P. J., Hodges, L. F., Babu, S. V., Furman, J. M., & Redfern, M. S. (2006). *Responses to a virtual reality grocery store in persons with and without vestibular dysfunction*. Cyberpsychology & behavior : the impact of the Internet, multimedia and virtual reality on behavior and society, 9(2), 152–156.
- [16] Park, J. H., Jeon, H. J., Lim, E. C., Koo, J. W., Lee, H. J., Kim, H. J., Lee, J. S., Song, C. G., & Hong, S. K. (2019). *Feasibility of Eye Tracking Assisted*

Vestibular Rehabilitation Strategy Using Immersive Virtual Reality. Clinical and experimental otorhinolaryngology, 12(4), 376–384.

- [17] Alahmari, K. A., Sparto, P. J., Marchetti, G. F., Redfern, M. S., Furman, J. M., & Whitney, S. L. (2014). *Comparison of virtual reality based therapy with customized vestibular physical therapy for the treatment of vestibular disorders*. IEEE transactions on neural systems and rehabilitation engineering : a publication of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, 22(2), 389–399.
- [18] Yeh, S. C., Chen, S., Wang, P. C., Su, M. C., Chang, C. H., & Tsai, P. Y. (2014). *Interactive 3-dimensional virtual reality rehabilitation for patients with chronic imbalance and vestibular dysfunction*. Technology and health care : official journal of the European Society for Engineering and Medicine, 22(6), 915–921.
- [19] Meldrum, D., Herdman, S., Vance, R., Murray, D., Malone, K., Duffy, D., Glennon, A., & McConn-Walsh, R. (2015). *Effectiveness of conventional versus virtual reality-based balance exercises in vestibular rehabilitation for unilateral peripheral vestibular loss: results of a randomized controlled trial*. Archives of physical medicine and rehabilitation, 96(7), 1319–1328.e1.
- [20] Meldrum, D., Glennon, A., Herdman, S., Murray, D., & McConn-Walsh, R. (2012). *Virtual reality rehabilitation of balance: assessment of the usability of the Nintendo Wii(®) Fit Plus*. Disability and rehabilitation. Assistive technology, 7(3), 205–210.

- [21] Sparrer, I., Duong Dinh, T. A., Ilgner, J., & Westhofen, M. (2013). *Vestibular rehabilitation using the Nintendo® Wii Balance Board -- a user-friendly alternative for central nervous compensation*. *Acta oto-laryngologica*, 133(3), 239–245.
- [22] Roettl, J., & Terlutter, R. (2018). *The same video game in 2D, 3D or virtual reality - How does technology impact game evaluation and brand placements?*. *PloS one*, 13(7), e0200724.
- [23] Viziano, A., Micarelli, A., Augimeri, I., Micarelli, D., & Alessandrini, M. (2019). *Long-term effects of vestibular rehabilitation and head-mounted gaming task procedure in unilateral vestibular hypofunction: a 12-month follow-up of a randomized controlled trial*. *Clinical rehabilitation*, 33(1), 24–33.
- [24] Huh, Y. E., & Kim, J. S. (2013). *Bedside evaluation of dizzy patients*. *Journal of clinical neurology (Seoul, Korea)*, 9(4), 203–213.
- [25] Garcia, A. P., Ganança, M. M., Cusin, F. S., Tomaz, A., Ganança, F. F., & Caovilla, H. H. (2013). *Vestibular rehabilitation with virtual reality in Ménière's disease*. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*, 79(3), 366–374.
- [26] Smaerup, M., Laessoe, U., Grönvall, E., Henriksen, J. J., & Damsgaard, E. M. (2016). *The Use of Computer-Assisted Home Exercises to Preserve Physical Function after a Vestibular Rehabilitation Program: A Randomized Controlled Study*. *Rehabilitation research and practice*, 2016, 7026317.

- [27] Phillips, J. S., Fitzgerald, J., Phillis, D., Underwood, A., Nunney, I., & Bath, A. (2018). *Vestibular rehabilitation using video gaming in adults with dizziness: a pilot study*. The Journal of laryngology and otology, 132(3), 202–206.
- [28] Miziara OC, De Oliveira VR, Pessina Gasparini AL, Souza BC, Santos A, Novais Shimano SG, et al. *Virtual reality in vestibular rehabilitation: a pilot study*. International Journal of Therapy and Rehabilitation 26(7):1-13
- [29] Szturm, T., Reimer, K. M., & Hochman, J. (2015). *Home-Based Computer Gaming in Vestibular Rehabilitation of Gaze and Balance Impairment*. Games for health journal, 4(3), 211–220.
- [30] Viirre, E., & Sitarz, R. (2002). *Vestibular rehabilitation using visual displays: preliminary study*. The Laryngoscope, 112(3), 500–503.
- [31] Sulway, S., & Whitney, S. L. (2019). *Advances in Vestibular Rehabilitation*. Advances in oto-rhino-laryngology, 82, 164–169.
- [32] Jones, S. M., Jones, T. A., Mills, K. N., & Gaines, G. C. (2009). *Anatomical and Physiological Considerations in Vestibular Dysfunction and Compensation*. Seminars in hearing, 30(4), 231–241.
- [33] Khan, S., & Chang, R. (2013). *Anatomy of the vestibular system: a review*. NeuroRehabilitation, 32(3), 437–443.
- [34] Lui; F, Foris; LA, Willner; K, Tadi P. (2023). *Central Vertigo*. In: StatPearls

[Internet].

- [35] Yoo H, Mihaila DM. *Neuroanatomy, Vestibular Pathways*. [Updated 2022 Nov 7]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL).
- [36] Kingma, H., & van de Berg, R. (2016). *Anatomy, physiology, and physics of the peripheral vestibular system*. Handbook of clinical neurology, 137, 1–16.
- [37] Snell R. *Clinical Anatomy*. Lippincott Williams & Wilkins: USA. 2004. 436-7. p.
- [38] Casale J., Browne T., Murray IV., et al. Physiology, Vestibular System. [Updated 2023 May 1]. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2024 Jan
- [39] Strupp M., Dieterich M, Brandt T (2013). *The treatment and natural course of peripheral and central vertigo*. Dtsch Arztebl Int;110(29–30):505–15.
- [40] Hilton, M. P., & Pinder, D. K. (2014). *The Epley (canalith repositioning) manoeuvre for benign paroxysmal positional vertigo*. The Cochrane database of systematic reviews, 2014(12), CD003162.
- [41] von Brevern, M., Radtke, A., Lezius, F., Feldmann, M., Ziese, T., Lempert, T., & Neuhauser, H. (2007). *Epidemiology of benign paroxysmal positional vertigo: a population based study*. Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry, 78(7), 710–715.

- [42] Swain S.K., Behera I.C., Das A., Sahu M.C (2018). *Prevalence of benign paroxysmal positional vertigo: Our experiences at a tertiary care hospital of India*. Egypt J Ear, Nose, Throat Allied Sci, 19(3):87–92.
- [43] Parnes, L. S., Agrawal, S. K., & Atlas, J. (2003). *Diagnosis and management of benign paroxysmal positional vertigo (BPPV)*. CMAJ : Canadian Medical Association journal = journal de l'Association medicale canadienne, 169(7), 681–693.
- [44] Riga, M., Bibas, A., Xenellis, J., & Korres, S. (2011). *Inner ear disease and benign paroxysmal positional vertigo: a critical review of incidence, clinical characteristics, and management*. International journal of otolaryngology, 2011, 709469.
- [45] Lee, N. H., Ban, J. H., Lee, K. C., & Kim, S. M. (2010). *Benign paroxysmal positional vertigo secondary to inner ear disease*. Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 143(3), 413–417.
- [46] De Stefano, A., Dispenza, F., Suarez, H., Perez-Fernandez, N., Manrique-Huarte, R., Ban, J. H., Kim, M. B., Strupp, M., Feil, K., Oliveira, C. A., Sampaio, A. L., Araujo, M. F., Bahmad, F., Jr, Ganança, M. M., Ganança, F. F., Dorigueto, R., Lee, H., Kulamarva, G., Mathur, N., Di Giovanni, P., Croce, A. (2014). *A multicenter observational study on the role of comorbidities in the recurrent episodes of benign paroxysmal positional vertigo*. Auris, nasus, larynx, 41(1), 31–36.

- [47] Talaat, H. S., Abuhadied, G., Talaat, A. S., & Abdelaal, M. S. (2015). *Low bone mineral density and vitamin D deficiency in patients with benign positional paroxysmal vertigo*. *European archives of oto-rhino-laryngology :: affiliated with the German Society for Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery*, 272(9), 2249–2253.
- [48] Martellucci, S., Pagliuca, G., de Vincentiis, M., Greco, A., De Virgilio, A., Nobili Benedetti, F. M., Gallipoli, C., Rosato, C., Clemenzi, V., & Gallo, A. (2016). *Features of Residual Dizziness after Canalith Repositioning Procedures for Benign Paroxysmal Positional Vertigo*. *Journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 154(4), 693–701.
- [49] Wu, P., Cao, W., Hu, Y., & Li, H. (2019). *Effects of vestibular rehabilitation, with or without betahistine, on managing residual dizziness after successful repositioning manoeuvres in patients with benign paroxysmal positional vertigo: a protocol for a randomised controlled trial*. *BMJ open*, 9(6), e026711.
- [50] Batuecas-Caletrio, A., Trinidad-Ruiz, G., Zschaeck, C., del Pozo de Dios, J. C., de Toro Gil, L., Martin-Sanchez, V., & Martin-Sanz, E. (2013). *Benign paroxysmal positional vertigo in the elderly*. *Gerontology*, 59(5), 408–412.
- [51] Mandalà M., Salerni L., Nuti D.(2019). *Benign Positional Paroxysmal Vertigo Treatment: a Practical Update*. *Current Treatment Options in Neurology*, 21(12):66.
- [52] Kanyılmaz, T., Topuz, O., Ardiç, F. N., Alkan, H., Öztekin, S. N. S., Topuz, B.,

& Ardiç, F. (2022). *Effectiveness of conventional versus virtual reality-based vestibular rehabilitation exercises in elderly patients with dizziness: a randomized controlled study with 6-month follow-up*. Brazilian journal of otorhinolaryngology, 88 Suppl 3(Suppl 3), S41–S49.

[53] Mir, S. M., Talebian, S., Naseri, N., & Hadian, M. R. (2014). *Assessment of Knee Proprioception in the Anterior Cruciate Ligament Injury Risk Position in Healthy Subjects: A Cross-sectional Study*. Journal of physical therapy science, 26(10), 1515–1518.

[55] Pérez-Vázquez, P., & Franco-Gutiérrez, V. (2017). *Treatment of benign paroxysmal positional vertigo. A clinical review*. Journal of otology, 12(4), 165–173.

[56] van der Scheer-Horst, E. S., van Benthem, P. P., Bruintjes, T. D., van Leeuwen, R. B., & van der Zaag-Loonen, H. J. (2014). *The efficacy of vestibular rehabilitation in patients with benign paroxysmal positional vertigo: a rapid review*. Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 151(5), 740–745.

[57] Whitney, S. L., Alghwiri, A. A., & Alghadir, A. (2016). *An overview of vestibular rehabilitation*. Handbook of clinical neurology, 137, 187–205.

[58] Herdman, S. J., Clendaniel, R. A., Mattox, D. E., Holliday, M. J., & Niparko, J. K. (1995). *Vestibular adaptation exercises and recovery: acute stage after acoustic neuroma resection*. Otolaryngology--head and neck surgery : official

journal of American Academy of Otolaryngology-Head and Neck Surgery,
113(1), 77–87

[59] Herdman S. J. (1998). *Role of vestibular adaptation in vestibular rehabilitation*.
Otolaryngology--head and neck surgery : official journal of American Academy
of Otolaryngology-Head and Neck Surgery, 119(1), 49–54.

[60] Schubert, M. C., & Zee, D. S. (2010). *Saccade and vestibular ocular motor
adaptation*. Restorative neurology and neuroscience, 28(1), 9–18.

[61] Lacour, M., & Bernard-Demanze, L. (2015). *Interaction between Vestibular
Compensation Mechanisms and Vestibular Rehabilitation Therapy: 10
Recommendations for Optimal Functional Recovery*. Frontiers in neurology, 5,
285.

[62] Herdman, S. J., & Clendaniel, R. (2007). *Assessment and interventions for the
patient with complete vestibular loss*. In Vestibular Rehabilitation (pp. 338–
359).

[63] Bhise S., Rathi M., Dabadghav R., Atre J.(2024) *Use of virtual reality in
physical rehabilitation : A narrative review*. Current Medicine Research and
Practice 14(3):122-127

[64] Nehrujee, A., Vasanthan, L., Lepcha, A., & Balasubramanian, S. (2019). *A
Smartphone-based gaming system for vestibular rehabilitation: A usability
study*. Journal of vestibular research : equilibrium & orientation, 29(2-3), 147–

- [65] Tonelo C. Virtual reality for vestibular rehabilitation [Internet]. Sensing Future Technologies. 2019 [cited 2022 Nov 24]. Available from: <https://www.physiosensing.net/zh/post/virtual-reality-therapy-for-vestibular-rehabilitation-4>.
- [66] Shankar Asnani K., Viguruji Singh G (2020). *Letter in Response to Virtual Reality (VR) for Vestibular Rehabilitation: A Pilot Study Comparing VR with Conventional Rehabilitation with Conventional Rehabilitation Alone*. Acta Sci Otolaryngol, 2(11):42–3.
- [67] Suárez, H., Suárez, A., & Lavinsky, L. (2006). *Postural adaptation in elderly patients with instability and risk of falling after balance training using a virtual-reality system*. The international tinnitus journal, 12(1), 41–44.
- [68] Gottshall, K. R., Sessoms, P. H., & Bartlett, J. L. (2012). *Vestibular physical therapy intervention: utilizing a computer assisted rehabilitation environment in lieu of traditional physical therapy*. IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Annual International Conference, 2012, 6141–6144.
- [69] Mckinnis L.N., Ciccone C.D., Michlovitz S.L., Bellew J.W., Nolan T.P., Mcculloch J.M., et al. (2014). *Vestibular Rehabilitation* - 4th Edition. 2014. 657 p.
- [70] Alsalaheen, B. A., Whitney, S. L., Mucha, A., Morris, L. O., Furman, J. M., &

Sparto, P. J. (2013). *Exercise prescription patterns in patients treated with vestibular rehabilitation after concussion*. *Physiotherapy research international : the journal for researchers and clinicians in physical therapy*, 18(2), 100–108.

[71] Ribeiro, K. M., Freitas, R. V., Ferreira, L. M., Deshpande, N., & Guerra, R. O. (2017). *Effects of balance Vestibular Rehabilitation Therapy in elderly with Benign Paroxysmal Positional Vertigo: a randomized controlled trial*. *Disability and rehabilitation*, 39(12), 1198–1206.

[72] Soto-Varela, A., Rossi-Izquierdo, M., Del-Río-Valeiras, M., Faraldo-García, A., Vaamonde-Sánchez-Andrade, I., Lirola-Delgado, A., & Santos-Pérez, S. (2021). *Vestibular rehabilitation with mobile posturography as a "low-cost" alternative to vestibular rehabilitation with computerized dynamic posturography, in old people with imbalance: a randomized clinical trial*. *Aging clinical and experimental research*, 33(10), 2807–2819.

[73] Schoene, D., Delbaere, K., & Lord, S. R. (2017). *Impaired Response Selection During Stepping Predicts Falls in Older People-A Cohort Study*. *Journal of the American Medical Directors Association*, 18(8), 719–725.

[74] Wolf, B., Feys, H., De Weerd, J., Noom, M., Aufdemkampe, G., & Noom, M. (2001). *Effect of a physical therapeutic intervention for balance problems in the elderly: a single-blind, randomized, controlled multicentre trial*. *Clinical rehabilitation*, 15(6), 624–636.

[75] Tinetti, M. E., Richman, D., & Powell, L. (1990). *Falls efficacy as a measure of*

fear of falling. Journal of gerontology, 45(6), P239–P243

- [76] Rose, D. J., Lucchese, N., & Wiersma, L. D. (2006). *Development of a multidimensional balance scale for use with functionally independent older adults*. Archives of physical medicine and rehabilitation, 87(11), 1478–1485.
- [77] Iyigun, G., Kirmizigil, B., Angin, E., Oksuz, S., Can, F., Eker, L., & Rose, D. J. (2018). *The reliability and validity of the Turkish version of Fullerton Advanced Balance (FAB-T) scale*. Archives of gerontology and geriatrics, 78, 38–44.
- [78] Clark, R. A., Bryant, A. L., Pua, Y., McCrory, P., Bennell, K., & Hunt, M. (2010). *Validity and reliability of the Nintendo Wii Balance Board for assessment of standing balance*. Gait & posture, 31(3), 307–310.
- [79] Wrisley, D. M., Walker, M. L., Echternach, J. L., & Strasnick, B. (2003). *Reliability of the dynamic gait index in people with vestibular disorders*. Archives of physical medicine and rehabilitation, 84(10), 1528–1533.
- [80] Tanaka, R., Kamo, T., Ogihara, H., Kato, T., Azami, M., Tsunoda, R., & Fushiki, H. (2022). *Efficacy of supervised vestibular rehabilitation on functional mobility in patients with chronic vestibular hypofunction*. Journal of physical therapy science, 34(8), 584–589.
- [81] Marchetti, G. F., Lin, C. C., Alghadir, A., & Whitney, S. L. (2014). *Responsiveness and minimal detectable change of the dynamic gait index and functional gait index in persons with balance and vestibular disorders*. Journal

of neurologic physical therapy : JNPT, 38(2), 119–124.

- [82] Wrisley, D. M., Whitney, S. L., & Furman, J. M. (2002). *Vestibular rehabilitation outcomes in patients with a history of migraine*. American Neurotology Society [and] European Academy of Otolology and Neurotology, 23(4), 483–487.
- [83] Corrini, C., Torchio, A., Anastasi, D., Parelli, R., Meotti, M., Spedicato, A., Groppo, E., D'Arma, A., Grosso, C., Montesano, A., Cattaneo, D., & Gervasoni, E. (2021). *Minimal clinically important difference of modified dynamic gait index in people with neurological disorders*. Gait & posture, 90, 210–214.
- [84] Şahin Onat Ş, Ünsal Delialioğlu S, Özel S. (2014). *Geriatrik popülasyonda dengenin fonksiyonel durum ve yaşam kalitesi ile ilişkisi*. Türkiye Fiz Tip ve Rehabil Derg. 60:147-54.
- [85] Shubert, T. E., Schrodtt, L. A., Mercer, V. S., Busby-Whitehead, J., & Giuliani, C. A. (2006). *Are scores on balance screening tests associated with mobility in older adults?*. Journal of geriatric physical therapy (2001), 29(1), 35–39.
- [86] MJ Watson (2002). *Refining the ten-metre walking test for use with neurologically impaired people*. Physiotherapy [Internet]. 88(7):386–97.
- [87] Wellons, R. D., Duhe, S. E., MacDowell, S. G., Hodge, A., Oxborough, S., & Levitzky, E. E. (2022). *Estimating the minimal clinically important difference*

for balance and gait outcome measures in individuals with vestibular disorders.

Journal of vestibular research : equilibrium & orientation, 32(3), 223–233.

- [88] Cohen H. S. (2014). *Use of the Vestibular Disorders Activities of Daily Living Scale to describe functional limitations in patients with vestibular disorders.* Journal of vestibular research : equilibrium & orientation, 24(1), 33–38.

- [89] Çiçek Çınar B, Kaya Ş, Pektaş Sjöstrand A, Alpar R, Aksoy S. (2017). Vestibüler bozukluklarda günlük yaşam aktiviteleri ölçeği Türkçe geçerlik ve güvenirlik çalışması. Turk J Physiother Rehabil, 28(1)1-11

- [90] Jacobson, G. P., & Newman, C. W. (1990). *The development of the Dizziness Handicap Inventory.* Archives of otolaryngology--head & neck surgery, 116(4), 424–427.

- [91] Canbal M, Cebeci S, Duyan G, Kurtaran H, Arslan I.(2016). A Study of Reliability and Validity For the Turkish Version of Dizziness Handicap Inventory. Turkish J Fam Med Prim Care, ;10(1):19-24.

- [92] Karapolat, H., Eyigor, S., Kirazli, Y., Celebisoy, N., Bilgen, C., & Kirazli, T. (2010). *Reliability, validity, and sensitivity to change of Turkish Activities-specific Balance Confidence Scale in patients with unilateral peripheral vestibular disease.* International journal of rehabilitation research, 33(1), 12–18.

- [93] Han, B. I., Song, H. S., & Kim, J. S. (2011). *Vestibular rehabilitation therapy: review of indications, mechanisms, and key exercises.* Journal of clinical

neurology (Seoul, Korea), 7(4), 184–196.

- [94] Alpar R. (2022). Spor, Sağlık ve Eğitim Bilimlerinden Örneklerle Uygulamalı İstatistik ve Geçerlik-Güvenirlik. Detay Yayıncılık. 672 p.
- [95] Chang, W. C., Yang, Y. R., Hsu, L. C., Chern, C. M., & Wang, R. Y. (2008). *Balance improvement in patients with benign paroxysmal positional vertigo. Clinical rehabilitation*, 22(4), 338–347.
- [96] Stankiewicz, T., Gujski, M., Niedzielski, A., & Chmielik, L. P. (2020). *Virtual Reality Vestibular Rehabilitation in 20 Patients with Vertigo Due to Peripheral Vestibular Dysfunction. Medical science monitor*, 26, e930182.
- [97] Lubetzky, A. V., Kelly, J., Wang, Z., Gospodarek, M., Fu, G., Sutera, J., & Hujsak, B. D. (2022). *Contextual sensory integration training via head mounted display for individuals with vestibular disorders: a feasibility study. Disability and rehabilitation. Assistive technology*, 17(1), 74–84.
- [98] Andersson, G., Hagman, J., Talianzadeh, R., Svedberg, A., & Larsen, H. C. (2003). *Dual-task study of cognitive and postural interference in patients with vestibular disorders. Otology & neurotology*, 24(2), 289–293.
- [99] Yardley, L., Gardner, M., Bronstein, A., Davies, R., Buckwell, D., & Luxon, L. (2001). *Interference between postural control and mental task performance in patients with vestibular disorder and healthy controls. Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*, 71(1), 48–52.

- [100] Redfern, M. S., Talkowski, M. E., Jennings, J. R., & Furman, J. M. (2004). *Cognitive influences in postural control of patients with unilateral vestibular loss*. *Gait & posture*, 19(2), 105–114.
- [101] Lord, S. R., & Fitzpatrick, R. C. (2001). *Choice stepping reaction time: a composite measure of falls risk in older people*. *The journals of gerontology*, 56(10), M627–M632.
- [102] Menant, J. C., Migliaccio, A. A., Sturnieks, D. L., Hicks, C., Lo, J., Ratanapongleka, M., Turner, J., Delbaere, K., Titov, N., Meinrath, D., McVeigh, C., Close, J. C. T., & Lord, S. R. (2018). *Reducing the burden of dizziness in middle-aged and older people: A multifactorial, tailored, single-blind randomized controlled trial*. *PLoS medicine*, 15(7), e1002620.
- [103] Glueck A.C., Han D.Y. (2020) *Improvement potentials in balance and visuo-motor reaction time after mixed reality action game play: a pilot study*. *Virtual Reality*, 24(2):223–9.
- [104] Kumar, A., Delbaere, K., Zijlstra, G. A., Carpenter, H., Iliffe, S., Masud, T., Skelton, D., Morris, R., & Kendrick, D. (2016). *Exercise for reducing fear of falling in older people living in the community: Cochrane systematic review and meta-analysis*. *Age and ageing*, 45(3), 345–352.
- [105] Jaffar, M., Ghous, M., Ayaz, M., Khan, A. A., Akbar, A., & Haleem, F. (2023). *Effects of Half-Somersault and Brandt-Daroff exercise on dizziness, fear of fall and quality of life in patients with posterior canal benign*

paroxysmal positional vertigo: A randomised control trial. JPMA. The Journal of the Pakistan Medical Association, 73(1), 139–142.

- [106] Jung, J. Y., Kim, J. S., Chung, P. S., Woo, S. H., & Rhee, C. K. (2009). Effect of vestibular rehabilitation on dizziness in the elderly. *American journal of otolaryngology*, 30(5), 295–299.
- [107] Çetişli Korkmaz, N., Duray, M., Doğru Hüzmeli, E., & Şenol, H. (2019). *The Turkish version of the Modified Falls Efficacy Scale: reliability and validity from the viewpoint of balance*. *Turkish journal of medical sciences*, 49(6), 1727–1735.
- [108] Elyoseph, Z., Geisinger, D., Zaltzman, R., Hartman, T. G., Gordon, C. R., & Mintz, M. (2023). *The overarching effects of vestibular deficit: Imbalance, anxiety, and spatial disorientation*. *Journal of the neurological sciences*, 451, 120723.
- [109] Perez, N., Garmendia, I., García-Granero, M., Martin, E., & García-Tapia, R. (2001). *Factor analysis and correlation between Dizziness Handicap Inventory and Dizziness Characteristics and Impact on Quality of Life scales*. *Acta oto-laryngologica. Supplementum*, 545, 145–154.
- [110] Kasse, C. A., Santana, G. G., Scharlach, R. C., Gazzola, J. M., Branco, F. C., & Doná, F. (2010). *Results from the balance rehabilitation unit in benign paroxysmal positional vertigo*. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*, 76(5), 623–629.

- [111] Smaerup, M., Grönvall, E., Larsen, S. B., Laessoe, U., Henriksen, J. J., & Damsgaard, E. M. (2015). *Computer-assisted training as a complement in rehabilitation of patients with chronic vestibular dizziness--a randomized controlled trial*. Archives of physical medicine and rehabilitation, 96(3), 395–401.
- [112] Yoosefinejad, A. K., Hadadi, M., & Eslamloo, P. (2019). *Evaluating the responsiveness of the fullerton advanced balance scale in patients with lymphedema secondary to breast cancer surgery*. Lymphology, 52(2), 61–70.
- [113] Delgado, F., & Der Ananian, C. (2021). *The Use of Virtual Reality Through Head-Mounted Display on Balance and Gait in Older Adults: A Scoping Review*. Games for health journal, 10(1), 2–12.
- [114] Lim YH, Kang K, Lee HW, Kim JS, Kim SH (2012). Gait in Benign Paroxysmal Positional Vertigo. Front Neurol, 12, 10–5.
- [115] Alghwiri AA, Whitney SL (2012). Balance and falls. In: Geriatric Physical Therapy, p. 331–53.
- [116] Pavlou, M., Kanegaonkar, R. G., Swapp, D., Bamiou, D. E., Slater, M., & Luxon, L. M. (2012). *The effect of virtual reality on visual vertigo symptoms in patients with peripheral vestibular dysfunction: a pilot study*. Journal of vestibular research : equilibrium & orientation, 22(5-6), 273–281.
- [117] Di Girolamo, S., Picciotti, P., Sergi, B., Di Nardo, W., Paludetti, G., &

- Ottaviani, F. (2001). *Vestibulo-ocular reflex modification after virtual environment exposure*. *Acta oto-laryngologica*, 121(2), 211–215.
- [118] Dieterich, M., Bense, S., Stephan, T., Yousry, T. A., & Brandt, T. (2003). *fMRI signal increases and decreases in cortical areas during small-field optokinetic stimulation and central fixation*. *Experimental brain research*, 148(1), 117–127.
- [119] Grove, C. R., Whitney, S. L., Pyle, G. M., & Heiderscheit, B. C. (2021). *Instrumented Gait Analysis to Identify Persistent Deficits in Gait Stability in Adults With Chronic Vestibular Loss*. *JAMA otolaryngology-- head & neck surgery*, 147(8), 729–738.
- [120] Kollén L, Bjerleemo B, Möller C. (2006). Evaluation of treatment in benign paroxysmal positional vertigo (BPPV). *Adv Physiother*, 8(3):106–15.
- [121] Verdecchia, D. H., Monzón, A. M., Urbina Jaimes, V., da Silva Paiva, L., Oliveira, F. R., & de Carvalho, T. D. (2020). *Correlation between timed up and go, usual gait speed and dizziness handicap inventory in elderly with vestibular disorders: a retrospective and analytical study*. *Archives of physiotherapy*, 10, 12.
- [122] Porciuncula, F., Johnson, C. C., & Glickman, L. B. (2012). *The effect of vestibular rehabilitation on adults with bilateral vestibular hypofunction: a systematic review*. *Journal of vestibular research*, 22(5-6), 283–298.

- [123] Krebs, D. E., Gill-Body, K. M., Parker, S. W., Ramirez, J. V., & Wernick-Robinson, M. (2003). *Vestibular rehabilitation: useful but not universally so*. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 128(2), 240–250
- [124] Grill, E., Bronstein, A., Furman, J., Zee, D. S., & Müller, M. (2012). *International Classification of Functioning, Disability and Health (ICF) Core Set for patients with vertigo, dizziness and balance disorders*. *Journal of vestibular research*, 22(5-6), 261–271.
- [125] Neuhauser, H. K., Radtke, A., von Brevern, M., Lezius, F., Feldmann, M., & Lempert, T. (2008). *Burden of dizziness and vertigo in the community*. *Archives of internal medicine*, 168(19), 2118–2124.
- [126] Aratani, M. C., Ricci, N. A., Caovilla, H. H., & Ganança, F. F. (2020). *Benefits of vestibular rehabilitation on patient-reported outcomes in older adults with vestibular disorders: a randomized clinical trial*. *Brazilian journal of physical therapy*, 24(6), 550–559.
- [127] Tekin Dal, B., Bumin, G., Aksoy, S., & Günaydın, R. Ö. (2021). *Comparison of Activity-Based Home Program and Cawthorne-Cooksey Exercises in Patients With Chronic Unilateral Peripheral Vestibular Disorders*. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 102(7), 1300–1307.
- [128] Koc, A., & Cevizci Akkılıç, E. (2022). *Effects of vestibular rehabilitation in the management of patients with and without vestibular migraine*. *Brazilian journal of otorhinolaryngology*, 88 Suppl 3, S25–S33.

- [129] Shaabani M, Shahrokhi A, Soufinia B, Javanbakht M, Bakhshi E (2019). The effect of vestibular rehabilitation on dizziness and headache in patients with vestibular migraine. *Audit Vestib Res*, 28(2):87–92.
- [130] Cohen, H. S., & Kimball, K. T. (2003). *Increased independence and decreased vertigo after vestibular rehabilitation*. *Otolaryngology-Head and Neck Surgery*, 128(1), 60–70.
- [131] Viziano, A., Micarelli, A., Augimeri, I., Micarelli, D., & Alessandrini, M. (2019). *Long-term effects of vestibular rehabilitation and head-mounted gaming task procedure in unilateral vestibular hypofunction: a 12-month follow-up of a randomized controlled trial*. *Clinical rehabilitation*, 33(1), 24–33.
- [132] Başoğlu, Y., Şerbetçioğlu, M. B., Çelik, İ., & Demirhan, H. (2022). *Effectiveness of virtual reality-based vestibular rehabilitation in patients with peripheral vestibular hypofunction*. *Turkish journal of medical sciences*, 52(6), 1970–1983.
- [133] de la O-Gómez, A. T., Sierra-Ramírez, J. A., Ramos-Maldonado, D., & Hernández-Caballero, M. E. (2023). *Effectiveness of Balance Rehabilitation Unit (BRU) Posturography Versus Conventional Rehabilitation in Patients With Unilateral Peripheral Vestibular Dysfunction*. *Cureus*, 15(9), e46217.
- [134] Chu, H. Y., Song, N., Zhou, Z. R., Li, Z. F., & Yang, X. (2023). *Can Virtual Reality-Assisted Therapy Offer Additional Benefits to Patients With Vestibular*

Disorders Compared With Conventional Vestibular Physical Therapy? A Meta-analysis. Archives of physical medicine and rehabilitation, 104(3), 490–501

- [135] Hazzaa, N. M., Manzour, A. F., Yahia, E., & Mohamed Galal, E. (2023). *Effectiveness of virtual reality-based programs as vestibular rehabilitative therapy in peripheral vestibular dysfunction: a meta-analysis.* Oto-Rhino-Laryngology - Head and Neck Surgery, 280(7), 3075–3086.
- [136] Heffernan, A., Abdelmalek, M., & Nunez, D. A. (2021). *Virtual and augmented reality in the vestibular rehabilitation of peripheral vestibular disorders: systematic review and meta-analysis.* Scientific reports, 11(1), 17843
- [137] Awad, L. N., Esquenazi, A., Francisco, G. E., Nolan, K. J., & Jayaraman, A. (2020). *The ReWalk ReStore™ soft robotic exosuit: a multi-site clinical trial of the safety, reliability, and feasibility of exosuit-augmented post-stroke gait rehabilitation.* Journal of neuroengineering and rehabilitation, 17(1), 80.

EKLER

Ek A: Etik Kurul Onay Raporu

 Doğu Akdeniz Üniversitesi "Erdem, Bilgi, Gelişim"	Eastern Mediterranean University "Virtue, Knowledge, Advancement"	99628, Gazimağusa, KUZZEY KIBRIS / Famagusta, North Cyprus, via Mersin-10 TURKEY Tel: (+90) 392 630 1995 Faks/Fax: (+90) 392 630 2919 E-mail: bayek@emu.edu.tr
Etik Kurulu / Ethics Committee		

Sayı: ETK00-2020-0107

03.04.2020

Konu: Etik Kurulu'na Başvurunuz Hk.

Sayın Aytül Özdi

Sağlık Bilimleri Fakültesi.

Sağlık Etik Alt Kurulu'nun 18.02.2020 tarih ve 2020/04 sayılı toplantısında incelenerek uygun bulunan, Yrd. Doç. Dr. Gözde İyigün ve Doç. Dr. Birgül Balcı danışmanlığında yürüttüğünüz **"Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigosu Olan Bireylerde Farklı Sanal Gerçeklik Uygulamaları ile Vestibüler Rehabilitasyonun Karşılaştırılması: Randimize Kontrollü Çalışma"** adlı doktora tez çalışmanız, Doğu Akdeniz Üniversitesi Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu tarafından onaylanmıştır.

Bilgize rica ederim.



Prof. Dr. Yücel Vural

Etik Kurulu Başkanı

YV/ns.

www.emu.edu.tr

Ek B: Bilgilendirilmiş Onam Formu

DOĞU AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ-SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON BÖLÜMÜ BİLGİLENDİRİLMİŞ ONAM FORMU

LÜTFEN BU DÖKÜMANI DİKKATLİCE OKUMAK İÇİN ZAMAN AYIRINIZ

Sizi **“Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigosu Olan Bireylerde Vestibüler Rehabilitasyon İle Birlikte Uygulanan Farklı Sanal Gerçeklik Uygulamalarının Etkilerinin Karşılaştırılması: Randomize Kontrollü Çalışma”** başlıklı çalışmaya davet ediyoruz. Bu araştırmaya katılıp katılmama kararını vermeden önce, araştırmanın neden ve nasıl yapılacağını bilmeniz gerekmektedir. Bu nedenle bu formun okunup anlaşılması büyük önem taşımaktadır. Eğer anlamadığınızı ve sizin için açık olmayan şeyler varsa, ya da daha fazla bilgi isterseniz bize sorunuz.

Bu çalışmaya katılmak tamamen gönüllülük esasına dayanmaktadır. Çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmadan çıkma hakkında sahipsiniz. Çalışmayı yanıtlamanız, araştırmaya katılım için onam verdiğiniz biçiminde yorumlanacaktır. Değerlendirmelerde elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacaktır.

1. Çalışmayla İlgili Bilgiler:

a. Çalışmanın Amacı Nedir?

Bu çalışmanın amacı baş dönmesi şikayeti olan benign paroksizmal pozisyonel vertigo tanılı bireylerde vestibüler rehabilitasyon ile birlikte uygulanan farklı sanal gerçeklik (2-Boyutlu ve 3-Boyutlu) uygulamalarının etkilerinin karşılaştırılmasıdır.

b. Katılımınız Ne Kadar Sürecektir?

Çalışmanın süresi ortalama 1-2 saat olarak planlanmıştır.

c. Araştırmada Kullanılacak Anket ve Testler

Nistagmus Değerlendirmesi: Dix Hallpike (Posterior Semisirküler Kanal Testi) ve Roll Testi (Lateral Semisirküler Kanal Testi), düşme korkusu için Düşme Etkinlik Ölçeği (Tinetti) (TDEÖ), klinik denge ölçümü için Fullerton Gelişmiş Denge Ölçeği – Türkçe (FAB-T), teknoloji destekli denge ölçümü için Nintendo-wii Test, reaksiyon zamanı için CSRT Testi, yürüme hızı için 10 metre yürüme testi, 10 metre yürüme testi- horizontal baş hareketi, 10 metre yürüme testi- vertikal baş hareketi, yürüme fonksiyonları Dinamik Yürüme İndeksi, günlük yaşam aktiviteleri için Vestibüler Bozukluklarda Günlük Yaşam Aktiviteleri Ölçeği, yaşam kalitesi için Baş Dönmesi Engellilik Envanteri kullanılacaktır.

d. Çalışmaya Katılma İle Beklenen Olası Yarar Nedir?

- ✓ BPPV hastalarda uygulanan Vestibüler Rehabilitasyon ile farklı Sanal Gerçeklik (2-Boyutlu ve 3-Boyutlu) uygulamalarının hangisi/lerinin yararlı olduğunun tespit edilmesi.
- ✓ Etkili yöntemlerin klinisyenler tarafından kullanılmasının önerilmesi,
- ✓ Meydana gelen iş gücü kaybının en aza indirilmesi hedeflenerek,
- ✓ Toplum için oluşacak ekonomik kayıpların azalması

e. Araştırma Süresince Çıkabilecek Sorunlar İçin Kime Danışmalıyım?

Uzm. Fzt. Aytül ÖZDİL 05488788857

Doç. Dr. Gözde İYİGÜN 03926303011

f. Katılmama İlişkin Bilgiler Konusunda Gizlilik Sağlanabilecek Midir?

Size ait tüm tıbbi ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak etik kurallar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi bilgilerinize ulaşabilir. Sizde istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilerinize ulaşabilirsiniz.

2. Çalışmaya Katılım Onayı:

Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya/gönüllüye verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları tamamen anladım. Çalışma hakkında yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen araştırmacı tarafından yapıldı, soru sorma ve tartışma imkanı buldum ve tatmin edici yanıtlar aldım. Bana, çalışmanın muhtemel riskleri ve faydaları sözlü olarak da anlatıldı. Bu çalışmayı istediğim zaman ve herhangi bir neden belirtmek zorunda kalmadan bırakabileceğimi ve bıraktığım takdirde herhangi bir olumsuzluk ile karşılaşmayacağımı anladım.

Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

Katılımcının (Kendi el yazısı ile)

Adı-Soyadı :.....

Adres- Tel No :.....

İmzası:.....

Tanıklık eden kişi (kendi el yazısı ile)

Adı-Soyadı:.....

İmzası :.....

Ek C: Sosyodemografik Değerlendirme Formu

Ek C: Sosyodemografik Değerlendirme Formu

Ek C: Sosyodemografik Değerlendirme Formu



Tarih:

**DOĞU AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON BÖLÜMÜ
HASTA DEĞERLENDİRME FORMU**

Hasta Numarası:

Yaş/Doğum Yılı:

Cinsiyet: ☐ Kadın ☐ Erkek

Boy/Vücut Ağırlığı:

Meslek/ Eğitim Durumu :

Alkol: ☐ Evet ☐ Hayır

Sigara: ☐ Evet ☐ Hayır

Dominant Taraf: ☐ Sağ ☐ Sol

Özgeçmiş: ☐ HT ☐ DM ☐ KVVH ☐ Diğer.....

Soygeçmiş: ☐ HT ☐ DM ☐ KVVH ☐ Diğer.....

Kullandığı İlaçlar:

Tanı: ☐ Posterior BPPV ☐ Lateral BPPV

Hastalık Süresi-başlangıç yılı:

İlk Atak Nezamandı?:

Son Atak En Son Nezamandı?:

Daha önce kaç kez manevra yapıldı?

Pozisyonel Test Sonuçları (Dix Hallpike ve Roll Testi):

Vertigo: ☐ Var ☐ Yok

Nistagmus: ☐ Var ☐ Yok

1. Baş dönmesi:

	Yok	Var (Durasyon/nekadar zamandır devam ediyor?)
Tedavi Öncesi		
Tedavi Sonrası		

2. Baş dönmesini artıran faktörler:

	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası
Göz hareketi	☐	☐
Baş hareketi	☐	☐
Vücut hareketi	☐	☐

3. Tetikleyen (agreve eden) durum?

	Tedavi Öncesi	Tedavi Sonrası
Stres	☐	☐
Yorgunluk	☐	☐
Araba Yolculuğu	☐	☐
Alışverişte		

4. Baş Dönmesi Analog skalası : (Dorigueto 2009)

Tedavi Öncesi

0(yok)-----10(baş dönmesi maksimum)

Tedavi Sonrası

0 (yok)-----10 (baş dönmesi maksimum)

5. Denge Problemi:

	Yok	Var (Durasyon/nekadar zamandır devam ediyor?)
Tedavi Öncesi		
Tedavi Sonrası		

6. Denge Problemi Analog Skalası

Tedavi Öncesi

0(yok)-----10 (denge prob. mak)

Tedavi Sonrası

0(yok)-----10 (denge prob. mak)

6. Bulantı: ☐ Var ☐ Yok

Kusma: ☐ Var ☐ Yok

7. Baş ağrısı:

Tedavi Öncesi

0(yok)-----10(maksimum)

Tedavi Sonrası

0 (yok)-----10 (maksimum)

9. Herhangi bir fizyoterapi ve rehabilitasyon programı görüyormusunuz?

☐ Evet (ne kadar süredir) ☐ Hayır

Ek D: Düşme Korkusu: Düşme Etkinlik Ölçeği (Tinetti) (DEÖ)



DOĞU AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
FİZİYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON BÖLÜMÜ
DÜŞME ETKİNLİK ÖLÇEĞİ

Tarih:

Aşağıdaki aktiviteleri düşmeden gerçekleştirme konusunda kendinize ne kadar güvenirsiniz?

Soru

En uygun cevabı işaretleyin

1. Banyo yapmak ya da duş almak



2. Raflara uzanmak



3. Yemek hazırlarken



(ağır, sıcak objeleri taşımayı gerektirmeyen)

4. Ev içinde yürümek



5. Yatağa girmek ve yataktan kalkmak



6. Kapı veya telefon ziline cevap vermek



7. Sandalyeye oturmak ve kalkarken



8. Giyinirken veya soyunurken



9. Kişisel bakım (ör. Yüz yıkamak)



10. Tuvalete girmek ve tuvaletten ayrılmak



VİZÜEL ANALOG SKALA (VAS)

Düşmekten ne kadar korkuyorsunuz? Çizgi üzerinde işaretleyin.

0=düşmekten hiç korkmuyorum,

10=düşmekten çok korkuyorum

0 _____ 10

Ek E: Klinik Denge Ölçeği: Fullerton Gelişmiş Denge Ölçeği-Türkçe (FAB-T)

FULLERTON GELİŞMİŞ DENGİ (FAB-T) ÖLÇEĞİ

Tarih: / /

***ayaklarının ön kısmı dokunmasa bile topuklarını bir araya getirebilmesi için

1. Ayaklar bitişik ve gözler kapalı ayakta durma

1. "Ayaklarınızı bir araya getirin, kollarınızı göğsünüzün önünde çaprazlayın, hazır olduğunuzda gözlerinizi kapatın ve gözlerinizi açmanızı söyleyene kadar kadar mümkün olduğunca sabit durmaya çalışın."

- () 0 Doğru ayakta durma pozisyonunu bağımsız olarak alamaz
() 1 Doğru ayakta durma pozisyonunu bağımsız olarak alır fakat pozisyonu koruyamaz veya gözler kapalı 10 saniyeden fazla kalamaz
() 2 Doğru ayakta durma pozisyonunu gözler kapalı 10 saniyeden fazla ama 30 saniyeden az koruyabilir
() 3 Doğru ayakta durma pozisyonunu gözler kapalı 30 saniyeden fazla koruyabilir fakat yakın gözlem gereklidir
() 4 Doğru ayakta durma pozisyonunu güvenli bir şekilde gözler kapalı 30 saniye koruyabilir

1. _____ 2. _____

-Tercih edilen kol, uzatılmış parmaklar
-Parmak uçlarından 25,4 cm (10 inç) ölç
-Kalemi horizontal olarak tut

2. Omuz hizasında tutulan bir nesneyi (kalem) almak için kolu uzatarak öne doğru uzanma

2. "Ayaklarınızı hareket ettirmeden öne doğru uzanarak kalemi elimden almaya çalışın ve tekrar başlangıç noktasına dönün". 2-3 saniye uzandıktan sonra: "Kaleme ulaşmak için adım alabilirsiniz."

- () 0 İki adımdan fazla adım almadan kaleme uzanamaz
() 1 İki adım alarak kaleme uzanabilir
() 2 Bir adım alarak kaleme uzanabilir
() 3 Ayaklarını hareket ettirmeden kaleme uzanabilir fakat gözleme ihtiyacı vardır
() 4 Ayaklarını hareket ettirmeden güvenli ve bağımsız olarak kaleme uzanabilir

1. _____ 2. _____

(Bir ayağını diğerinin önünde çaprazlayabilir)
Adım sayısını say

3. 360 derece sağ ve sol yönde dönme

3. "Yerinizde, tam bir daire çizin, duraklayın ve ardından ters yönde ikinci tam bir daire çizin. Yüzünüz bana dönük olana kadar diğer yöndeki tam daireye başlamayın."

- () 0 Dönerken manuel yardıma ihtiyacı vardır
() 1 Dönerken yakın gözleme veya sözel yönlendirmeye ihtiyacı vardır
() 2 360 derece dönebilir fakat her iki yönde dört adımdan fazla atar
() 3 360 derece dönebilir fakat bir yönde dört veya daha az adımda tamamlayamaz
() 4 360 derece her iki yönde dört veya daha az adım alarak güvenli dönebilir

1. _____ 2. _____

(Güvenlik için basamağı duvara yakın yerleştirin)

* 4. 15 cm basamak üzerine çıkma ve üzerinden geçip inme

4. "Sağ ayağınızla basamak üzerine çıkın, sol ayağınızı basamağın üzerine kaldırıp aşağı sallandırarak, diğer tarafla inin. Hareketi, diğer tarafla sol bacağınız liderlik ederek tekrarlayın."

- () 0 Dengesini kaybetmeden veya manuel yardım almadan basamağa çıkamaz
() 1 Liderlik eden bacak ile basamağa çıkabilir; fakat her iki yönde de takip eden bacak basamak ile temas eder veya sallanma fazı sırasında basamağın etrafından sallandırarak geçirilir
() 2 Liderlik eden bacak ile basamak çıkabilir; fakat tek yönde takip eden bacak basamak ile temas eder veya sallanma fazı sırasında basamağın etrafından sallandırarak geçirilir
() 3 Her iki yönde basamak üzerine çıkmayı ve üzerinden geçip inmeyi başarılı bir şekilde tamamlayabilir fakat bir veya iki yönde yakın gözleme ihtiyacı vardır
() 4 Her iki yönde güvenli ve bağımsız olarak doğru bir şekilde basamak üzerine çıkmayı ve üzerinden geçip inmeyi tamamlayabilir

1. _____ 2. _____

*** tandem duruşu ilk iki adımda başaramaz ise ikinci denemeye izin verin.
Kesintiler= çizgiden bir veya daha adım dışarıya atar VEYA topuk-parmak pozisyonunu başaramaz

* 5. Tandem Yürüyüşü

5. "Çizgi üzerinde bir ayağınızı diğerinin tam önüne koyarak her adımda topuk ve parmak temasının sağlayacak şekilde öne doğru yürünüz. Ben size ne zaman duracağınızı söyleyeceğim."

- () 0 10 adımı bağımsız olarak tamamlayamaz
- () 1 10 adımı beşten fazla kesinti yaparak tamamlayabilir
- () 2 10 adımı üç - beş kesinti yaparak tamamlayabilir
- () 3 10 adımı bir - iki kesinti yaparak tamamlayabilir
- () 4 10 adımı bağımsız olarak ve kesinti yapmadan tamamlayabilir

1.____ 2.____

(Her iki bacağıyla deneyebilir, en iyi skoru kullanan, kolları birleştirin, bacakları birbirini desteklemeyin)

* 6. Tek bacak üzerinde durma

6. "Kollarınızı göğsünüzün önünde birleştirin, bir bacağınızı yerden kaldırın (diğer bacağınıza dokunmadan) ve ayağınızı yere indirin diyene kadar gözleriniz açık bir şekilde durun."

- () 0 Deneyemez veya düşmesini önlemek için yardıma ihtiyacı vardır
- () 1 Bağımsız olarak bacağına kaldırabilir fakat pozisyonu 5 saniyeden daha uzun süre koruyamaz
- () 2 Bağımsız olarak bacağına kaldırabilir ve pozisyonu 5 saniyeden fazla ama 12 saniyeden az süre ile koruyabilir
- () 3 Bağımsız olarak bacağına kaldırabilir ve pozisyonu 12 saniyeden fazla ama 20 saniyeden az süre ile koruyabilir
- () 4 Bağımsız olarak bacağına kaldırabilir ve pozisyonu 20 saniye boyunca koruyabilir

1.____ 2.____

Testi durdurun: gözler açılırsa, kollarını göğsünden kaldırırsa, yardım gerektirecek şekilde dengesini kaybederse.
Gerekli durumda köpükten inerken yardım edilir.

* 7. Gözler kapalı köpük üzerinde durma

7. "Köpük üzerine çıkın ve ayaklarınız omuz genişliğinde açık olacak şekilde ayakta durun. Kollarınızı göğsünüzün önünde çaprazlayın ve hazır olunca gözlerinizi kapatın. Ben size ne zaman gözlerinizi açacağınızı söyleyeceğim."

- () 0 Gözler açık, bağımsız olarak köpüğün üzerine çıkamaz veya ayakta durma pozisyonunu koruyamaz
- () 1 Köpüğün üzerine bağımsız olarak çıkabilir ve ayakta durma pozisyonunu koruyabilir fakat gözlerini kapatamaz veya kapatmak istemez
- () 2 Köpüğün üzerine bağımsız olarak çıkabilir ve ayakta durma pozisyonunu 10 saniye veya daha az süre ile koruyabilir
- () 3 Köpüğün üzerine bağımsız olarak çıkabilir ve ayakta durma pozisyonunu 10 saniyeden fazla ama 20 saniyeden az süre ile koruyabilir
- () 4 Köpüğün üzerine bağımsız olarak çıkabilir ve ayakta durma pozisyonunu 20 saniye boyunca koruyabilir

1.____ 2.____

4 no'lu test maddesi güvenle yapılamadığı veya yapılmasının kontraendike olduğu durumda 8 no'lu test maddesini uygulamayınız (kontraendikasyonlar için test uygulama talimatlarını okuyunuz). Bu soruyu sıfır puan olarak işaretleyiniz ve sonraki test maddesine geçiniz.

8. Çift ayak sıçrama

(her iki ayak üzerinde zıplayın ve her iki ayak üzerinde yere inin. Güvenli ve rahat hissediyor musunuz?)

8. "Zıplayabildiğiniz kadar uzağa FAKAT olabildiğince güvenli bir şekilde zıplayın. Her iki ayağınızın da zeminden ayrıldığından ve aynı anda yere indiğinden emin olun."

- () 0 Çift ayak üzerinde zıplamaya teşebbüs edemez veya yapmak istemez veya başlatır, fakat bir ayak ya da her iki ayak yerden ayrılamaz
- () 1 Çift ayak üzerinde zıplamayı başlatabilir, fakat ya bir ayak yerden kalkar ya da bir ayak diğer ayaktan önce yere iner
- () 2 Çift ayak üzerinde zıplamayı gerçekleştirebilir, fakat kendi ayak uzunluğundan daha uzağa zıplayamaz
- () 3 Çift ayak üzerinde zıplamayı gerçekleştirebilir ve kendi ayak uzunluğundan daha uzak mesafeye zıplamayı başarabilir
- () 4 Çift ayak üzerinde zıplamayı gerçekleştirebilir ve kendi ayak uzunluğundan 2 kat daha uzak mesafeye zıplamayı başarabilir

1.____ 2.____

9 . Başını çevirerek yürüme

(Metronom 100 vuruş/dk, ilk önce başı çevirme denenir, sonra başını çevirerek yürür)

9. "Yerinizde dururken metronomun vuruşuyla başınızı çevirmeye başlayın. Metronomun her vuruşuyla başınızı bir yandan diğer yana çevirerek ileri doğru yürümeye başlayın. Size ne zaman duracağınızı söyleyeceğim."

- () 0 Başı belirlenmiş hızda 30° çevirmeyi sürdürürken bağımsız olarak 10 adım yürüyebilir
- () 1 Bağımsız olarak 10 adım yürüyebilir fakat başı belirlenmiş hızda 30° çevirmeyi gerekli sayıda tamamlayamaz
- () 2 Bağımsız olarak 10 adım yürüyebilir fakat başı belirlenmiş hızda 30° çevirirken düz çizgiden sapar
- () 3 Başı belirlenmiş hızda 30° çevirirken düz çizgide yürüyebilir fakat başı bir yönde veya her iki yöne daha az çevirir
- () 4 Başı belirlenmiş hızda istenilen sayıda 30° başını çevirirken bağımsız olarak düz çizgide 10 adım yürüyebilir

1.____ 2.____

10 . Reaktif postüral kontrol

10. "Ben durdurmanızı söyleyene kadar yavaşça geriye elime doğru yaslanın."

- () 0 Dik duruş pozisyon dengesini koruyamaz; adım alma girişimi gözlenmez; dengesini düzeltmek için manüel yardıma ihtiyacı vardır
- () 1 Dik duruş dengesini koruyamaz; iki veya daha fazla adım alır ve dengesini düzeltmek için manüel yardıma ihtiyacı vardır
- () 2 Dik duruş dengesini koruyamaz; ikiden fazla adım alır fakat dengesini bağımsız olarak düzeltebilir
- () 3 Dik duruş dengesini koruyamaz; iki adım alır fakat dengesini bağımsız olarak düzeltebilir
- () 4 Dik duruş dengesini koruyamaz fakat bir adım alarak dengesini bağımsız olarak düzeltebilir

1.____ 2.____

TOPLAM: / 40 PUAN

Gerekli Ekipmanlar:

- Kronometre, Kalm, 30 cm cetvel, Mezura, 15 cm yüksekliğinde basamak (genişliği:46 x 46 cm), Koli bandı, 2 Airex ped (pedler arasına ve 1. ped ile zemin arasına kaymaz malzeme) Metronom

Düşme Riski Değerlendirilmesi : kesme değeri: $\leq 25/40$ puan

Referans: Rose DJ, Lucchese N, Wiersma LD. Development of a multidimensional balance scale for use with functionally independent older adults. Arch Phys Med Rehabil. 2006 Nov;87(11):1478-85.

Tedavi Öncesi/40

Tedavi Sonrası/40

Ek F: Teknoloji Destekli Denge Ölçeği: Nintendo Wii Denge Tahtası

**DOĞU AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON BÖLÜMÜ**

NİNTENDO-Wİİ DENGE ÖLÇÜMÜ

	SAĞ	SOL
Gözler Açık		
Gözler Kapalı		

Ek G: Dinamik Yürüme İndeksi

DOĞU AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON BÖLÜMÜ DİNAMİK YÜRÜME İNDEKSİ

1. Yürüme seviyesi düzeyi

Emir: normal yürüme hızında ilerideki noktaya yürü (20').

(3) Normal: 20' yürüme, yardımcı cihaz yok, iyi hızda, imbalans yok, normal yürüme paterninde.

(2) Hafif yetmezlik: 20' yürüme, yardımcı cihaz kullanır, düşük hızda, hafif yürüme deviasyonu.

(1) Orta yetmezlik: 20' yürüme, düşük hızda, anormal yürüme paterni, denge kaybı var.

(0) Şiddetli yetmezlik: 20' yürüyemez, yardımlı yürür, şiddetli yürüme deviasyonu/imbalans var.

1.____ 2.____

2. Yürüme hızında değişiklik

Emir: normal hızda başlangıç, “yavaş” dedikten sonra yürüyebildiği kadar yavaş yürüyüş

(3) Normal: denge kaybı, deviasyon olmadan yürüme hızını değiştirebilir.

(2) Hafif yetmezlik: hızını değiştirebilir, fakat hafif yürüyüş deviasyonu gösterir veya yürüyüş deviasyonu yoktur fakat belirgin bir yürüme hızına ulaşamaz, veya yardımcı cihaz kullanır.

(1) Orta yetmezlik: belirgin yürüyüş deviasyonuyla hız değişikliği yapar, hızını değiştirir fakat dengesini kaybeder ama toparlayıp yürümeye devam edebilir.

(0) Şiddetli yetmezlik: yürüme hızını değiştirmez, veya dengesini kaybeder, düşmeye yakın hal alır.

1.____ 2.____

3. Horizontal baş hareketiyle yürüyüş

Emir: normal hızda yürümeye başlar, “sağa bak” “sola bak” “ileriye bak” emriyle yürümeye devam edilir.

(3) Normal: yürümede değişiklik yapmadan baş hareketlerini yapabilir.

(2) Hafif yetmezlik: yürüme hızında hafif değişikliklerle baş dönmesi hareketlerini yapabilir. (yürüme paterninde minor bozulmalar, veya yürüme yardımı alır).

(1) Orta yetmezlik: yürüme hızında orta değişikliklerle baş dönmesi hareketlerini yapar, yavaşlayarak, fakat toparlayabilir, ve yürümeye devam edebilir.

(0) Şiddetli yetmezlik: yürüme şiddetli bozulmalarla emirlere uyar (yürümede 15 derece sapmalar, denge kaybı, duraklama, duvara uzanma).

1.____ 2.____

4. Vertikal baş hareketleriyle yürüme:

Emir: normal hızda yürümeye başlar, “yukarı bak” “aşağı bak” “karşıya bak” emrine kadar bu şekilde yürümeye devam eder ve emirden sonra bakarak yürümeye devam eder.

(3) Normal: yürümede değişiklik olmadan emirlere uyar.

(2) Hafif yetmezlik: yürüme hızında hafif değişikliklerle emirlere uyar, (yürüme paterninde minor bozulma veya yardım ihtiyacı duyar).

(1) Orta yetmezlik: yürüme hızında orta değişimle emirleri yapar, fakat toparlayıp yürümeye devam edebilir.

(0) Şiddetli yetmezlik: yürümede şiddetli bozulma ile emirlere uyar (yürümeden 15 derecelik sapma, denge kaybı, duvara uzanmak için durma).

1.____ 2.____

5. Yürüme ve pivot dönüş

Emir: normal hızda yürümeye başlar, “dur ve geri dön” emriyle hemen geri döner ve durur.

(3) Normal: 3 sn içinde dönüp durur ve denge kaybı yaşamaz.

(2) Hafif yetmezlik: 3 sn'den fazla sürede dönüp durur fakat denge kaybı yaşamaz.

(1) Orta yetmezlik: güvenli dönmez, durmak ve dönmek için yardım gerekir.

(0) Şiddetli yetmezlik: güvenli dönmez, durmak ve dönmek için yardım gerekir.

1.____ 2.____

6. Engel üzerinden atlama

Emir: normal hızda yürümeye başlar, bir kutuya denk gelince üzerinden atlar ve yürümeye devam eder.

(3) Normal: yürüme hızını değiştirmeden engeli aşar ve imbalans yaşamaz.

(2) Hafif yetmezlik: kutuyu güvenle aşabilir, fakat yavaşlar.

(1) Orta yetmezlik: durduktan sonra engeli aşabilir, sözel emire ihtiyaç duyar.

(0) Şiddetli yetmezlik: yardımsız başaramaz.

1.____ 2.____

7. Engeller etrafında adım alma

Emir: normal hızda yürümeye başlar. İlk engele gelince sağ tarafından döner, ikinci engele gelince sol tarafından döner.

(3) Normal: hızını değiştirmeden engellerin etrafından döner, denge kaybı yoktur.

(2) Hafif yetmezlik: yavaşlayarak engellerin etrafında döner.

(1) Orta yetmezlik: belirgin olarak hızını yavaşlatır, sözel emir gerekebilir.

(0) Şiddetli yetmezlik: engelleri geçemez, çarpabilir veya fiziksel yardım gerekebilir.

1.____ 2.____

8. Merdiven

Emir: merdivenleri çıkıp geri döner ve aşağı iner.

(3) Normal: alternatif adımlarla yardım almadan çıkar.

(2) Hafif yetmezlik: alternatif adımlarla yardım alarak çıkar.

(1) Orta yetmezlik: tek tek adım alarak yardımla çıkar.

(0) Şiddetli yetmezlik: güvenli çıkamaz.

1.____ 2.____

Ek H: Yürüme Hızı Test Formu

DOĞU AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON BÖLÜMÜ
NÖROLOJİ ÜNİTESİ
YÜRÜME HIZI TESTLERİ

***Hasta test sırasında 10 metre mesafe bulunan iki belirteç arasında normal yürüyüş hızında yürür ve geçen süre kaydedilir**

		1.DEĞERLENDİRME	2.DEĞERLENDİRME
10 metre	1.Test		
	2.Test		
	3.Test		
	Ortalama		
10 metre Baş sağ-sol çevirme	1.Test		
	2.Test		
	3.Test		
	Ortalama		
10 metre Baş yukarı-aşağı çevirme	1.Test		
	2.Test		
	3.Test		
	Ortalama		

Ek I: Vestibüler Bozukluklarda Günlük Yaşam Aktiviteleri Ölçeği (VBGYAÖ)

Bu değerlendirme ölçümü, günlük yaşamdaki rutin bağımsız aktiviteler üzerindeki baş dönmesi ve denge bozuklukları etkilerini değerlendirmektedir. Belirli bir aktiviteyi hiç yerine getirmiyorsanız, lütfen AY kolonunu işaretleyiniz. Her aktivite için, gösterdiğiniz performans en doğru şekilde anlatan seviyeyi belirtiniz. Lütfen, her maddede açıklanmış olan aktivitedeki performansınızı değerlendiriniz. Performansınızın aralıklı baş dönmesine ya da denge problemlerine bağlı olarak değişmesi halinde, yetersizlik halinizin en yüksek değerini belirtiniz. Değerlendirme ölçeği, sayfa sonunda açıklanmıştır.

	Bağımsızlık Derecelendirmesi										
	Bağımsız	Rahatsız, Yeterlilik Seviyesinde Değişim Yok	Azalmış Yeterlilik, Performans Şeklinde Değişiklik Yok	Daha Yavaş, Temkinli, Daha Dikkatli	Yardım İçin Bir Objeye Kullanma Tercih Edilmektedir	Yardım İçin Bir Objeye Kullanma Zorunludur	Özel Bir Ekipman Kullanımı Zorunludur	Fiziksel Desteğe İhtiyaç Duyulmaktadır	Bağımlı	Çok Zor, Performans Gösterilemiyor	Aktiviteyi Yapmıyorum
Aktivite	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	AY
F-1 Yatar pozisyonundan oturur pozisyona geçme											
F-2 Yatakta ya da sandalyede oturur pozisyonundan ayağa kalkma											
F-3 Üst gövde (örn: tişört, gömlek, fanila vs.) giyimi											
F-4 Belden aşağı (örn: pantolon, etek, iç çamaşır, vs) giyimi											
F-5 Çorap ya da külotlu çorap giyme											
F-6 Ayakkabıları giyme											
F-7 Küvet ya da duş kabinine girme ya da çıkma											
F-8 Küvet ya da duş kabininde kendi kendine banyo yapma											
F-9 Yukarıdaki bir bölüme (örn: yüksek bir dolaba ya da rafa) uzanma											
F-10 Aşağıya (örn: yere ya da alçak bir rafa) eğilme											
F-11 Yemek hazırlama											
A-13 Düz zemin üzerinde yürüme											
A-14 Düz olmayan zemin üzerinde yürüme											

A-15 Merdiven çıkma												
A-16 Merdiven inme												
A-17 Dar aralıklarda (örn: koridor, market raf araları gibi) yürüme												
A-18 Açık alanlarda yürüme												
A-19 Kalabalıklar içinde yürüme												
A-20 Asansör kullanma												
A-21 Yürüyen merdiven kullanma												
E-22 Araba kullanma												
E-23 Yürürken bazı eşyaları (örn: paket, çöp torbası gibi) taşıma												
E-24 Hafif ev işleri (örn: toz alma, ortalığı düzeltme gibi) yapma												
E-25 Ağır ev işleri (örn: elektrikli süpürgeyle temizlik, mobilyaların yerini değiştirme gibi) yapma												
E-27 Mesleki görevler (örn: iş, çocuk bakımı, ev hanımlığı, öğrencilik gibi) yapma												
E-28 Toplu taşıma aracı kullanma												

Bağımsızlık Değerlendirme Ölçeği Açıklamaları

Bu değerlendirme, iç kulak sorunlarınızın her aktiviteyi yerine getirirken gösterdiğiniz performansınız üzerinde nasıl bir etkiye yol açtığını belirlememize yardımcı olacaktır. Açıklanmış olan aktiviteyi nasıl yerine getirdiğinizi en doğru olarak açıklayacak şekilde yanıt veriniz.

Lütfen, her aktivitedeki mevcut performansınızı, iç kulak sorununuz ortaya çıkmadan önceki halinizle karşılaştırarak, sayfa ortasındaki kolonlardan birini işaretleyerek belirtiniz

1. Ben engelli/çalışamaz değilim, bir iç kulak bozukluğu ortaya çıkmadan önceki performansıyla hiçbir değişiklik görmüyorum.

2. Aktiviteyi yerine getirirken rahatsızlık hissediyorum ama performansımın niteliğinde bir değişiklik algılamıyorum.

3. Performansımın niteliğinde bir eksiklik algılıyorum fakat performansımın şeklinde herhangi bir değişiklik yok.

4. Performansımın şeklinde bir değişiklik var, örneğin işleri eskisine göre daha yavaş ve dikkatli yapmaktayım, ya da işleri eğilmeden yapıyorum.

5. Ortam içinde destek için sıradan bir obje (örneğin bir merdiven gibi) kullanmayı tercih ediyorum fakat işi görmek için objeye ya da cihaza bağımlı değilim.

6. Ortam içinde destek için sıradan bir obje kullanmak zorundayım, fakat belirli bir iş için özellikle tasarlanmış bir cihaz edinmiş değilim.

7. Belirli bir iş için uyarlanabilen bir ekipman/ürün (örneğin tutunma demirleri, baston, tutamaç, engelli ekipmana sahip otobüs, dolgu süngerli yastık gibi) kullanmak zorundayım.

8. Fiziksel destek için başka bir kişiye ihtiyacım var ya da, iki kişilik bir aktivite için alışılmadık fiziksel desteğe gereksinim duymaktayım.9. Aktiviteyi yerine getirebilmek için başka bir kişiye bağımlıyım. 10. Baş dönmesi

Ek J: Baş Dönmesi Engellilik Envanteri

DOĞU AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ FAKÜLTESİ
FİZYOTERAPİ VE REHABİLİTASYON BÖLÜMÜ

BAŞ DÖNMESİ ENGELLİLİK ENVANTERİ

	Evet	Bazen	Hayır
P1: Bas dönmeniz giderek artıyor mu?			
E2: Bas dönmenizden dolayı kendinizi engellenmiş hissediyor musunuz?			
F3: Bas dönmenizden dolayı isinizi, seyahatlerinizi ya da hobilerinizi kısıtlıyor musunuz?			
P4: Bir süpermarketin dar koridorları bas dönmenizi arttırıyor mu?			
F5: Bas dönmenizden dolayı yataga yatmakta ya da yataktan kalkmakta zorlanıyor musunuz?			
F6: Bas dönmenizden dolayı aksam yemekleri ya da sinema gibi sosyal aktiviteleriniz etkileniyor mu?			
F7: Bas dönmenizden dolayı kitap okumakta zorluk çekiyor musunuz?			
P8: Bas dönmenizden dolayı spor, dans, ev süpürmek, sofra toplamak gibi aktiviteleriniz kısıtlanıyor mu?			
E9: Bas dönmenizden dolayı yanınızda bir kisi olmadan evden ayrılmaya korkuyor musunuz?			
E10: Bas dönmenizden dolayı baskalarının önünde mahcup oluyor musunuz?			
P11: Basınızın hızlı hareketleri bas dönmenizi arttırıyor mu?			
F12: Bas dönmenizden dolayı yüksek yerlerden kaçınıyor musunuz?			
P13: Yatakta dönmek bas dönmenizi arttırıyor mu?			
F14: Bas dönmenizden dolayı ağır ev işleri ya da bahçe işlerinde zorluk çekiyor musunuz?			
E15: Bas dönmenizden dolayı insanların sizi zehirlenmiş olarak			

düşünebileceğinden korkuyor musunuz?			
F16: Bas dönmenizden dolayı kendi başınıza yürümekte zorlanıyor musunuz?			
P17: Yokus aşağı yürürken ya da kaldırımdan inerken bas dönmeniz artıyor mu?			
E18: Bas dönmenizden dolayı dikkatinizi toplamakta zorluk çekiyor musunuz?			
F19: Bas dönmenizden dolayı evde karanlıkta yürümekte zorlanıyor musunuz?			
E20: Bas dönmenizden dolayı evde tek başına kalmaktan korkuyor musunuz?			
E21: Bas dönmenizden dolayı kendinizi özürlü ya da sakat hissediyor musunuz?			
E22: Bas dönmenizden dolayı ailenizle ya da arkadaşlarınızla ilişkileriniz etkileniyor mu?			
E23: Bas dönmenizden dolayı kendinizi depresyonda hissediyor musunuz?			
F24: Bas dönmeniz is ya da ev sorumluluklarınızı bozuyor mu?			
P25: Fazla egilmek bas dönmenizi arttırıyor mu?			

Ek K: Sanal Gerçeklik Uygulaması ile İlgili Memnuniyet Düzeyi

Sanal Gerçeklik (SG) Uygulaması ile İlgili Hasta Memnuniyeti

Aşağıdaki sorular oyun oynarken kullanmış olduğunuz Sanal Gerçeklik Gözlüğü ile ilgili memnuniyet durumunuzu belirlemek için oluşturuldu.

	Hiç (1)	Az (2)	Orta (3)	Çok (4)	Pek çok (5)
1. Tedavide takmış olduğunuz sanal gerçeklik (SG) gözlük rahat ve boyutları sizin için uygun muydu?					
2. SG gözlüğün ayarlanabilmesi, sabitlenmesi kolay mıydı?					
3. SG gözlük güvenli miydi?					
4. SG uygulamasının tedavide etkili olduğunu düşünüyor musunuz?					
5. Oyun oynarken gözlük kullanmak daha eğlenceli midir?					
6. SG gözlük ile oyun oynadıktan sonra yorgunluk ve sersemlik arttı mı?					
7. SG gözlük ile oyun oynadıktan sonra baş dönmeniz daha fazla arttı mı?					
8. SG gözlük ile oyun oynadıktan sonra denge probleminiz daha fazla arttı mı?					
9. SG gözlük ile oyun oynamak sizi dış dünyadan soyutladı mı?					
10. SG oyununun hızının ve zorluk düzeyinin ayarlanamaması seni etkiledi mi?					

...../50