



T.C.

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**OPTİK İLLÜZYON VARLIĞINDA VESTİBÜLER SİSTEM
ETKİLENİMİ**

ŞEYMA TUĞBA ÖZTÜRK

ODYOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Prof. Dr. MUSTAFA BÜLENT ŞERBETÇİOĞLU

İSTANBUL-2020

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca benimle bilgi ve tecrübelerini paylaşan, hem mesleki anlamda hem de hayata dair bana yol gösteren, birlikte çalışmaktan gurur duyduğum saygıdeğer tez danışman hocam Sayın Prof. Dr. Bülent Şerbetçioğlu'na,

Yüksek lisans eğitimim ve çalışma hayatım boyunca engin bilgileri ve tecrübelerini benimle paylaşarak bana çok şey katan, sevgisini ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen saygıdeğer hocam Sayın Prof. Dr. Erol Belgin'e,

İş hayatımda ve yüksek lisans eğitimim süresince bana yol gösteren, sorularımı sabırla yanıtlayan, tez konumun fikrini veren ve çalışmanın şekillenmesine yardımcı olan, birlikte çalışmaktan dolayı şanslı olduğum Sayın Dr. Öğr. Üyesi Oğuz Yılmaz'a,

Tez sürecimi birlikte geçirdiğim hem iş hem hayatta her zaman yanımda olan ve benden desteğini esirgemeyen, her zaman bana yol gösteren çok sevgili iş arkadaşım Öğr. Gör. Kerem Ersin'e,

Lisans döneminden beri yanımda olan, yüksek lisans eğitimini ve iş hayatını birlikte göğüslediğim, her stresli anımda, yorulduğumda bana motivasyon sağlayan ve varlığı bana güç veren sevgili arkadaşım Arş. Gör. Büşra Nur Eser'e,

Lisans eğitiminin bana kattığı en değerli arkadaşlıklardan olan, kötü anlarımda bana destek olan sevgili meslektaşlarım ve canım arkadaşlarım Ody. Büşranur Taşçı ve Ody. Berna Özge Mutlu'ya

Hayatımın büyük çoğunluğunda yanımda olan, iyi ve kötü günlerimde her zaman destek veren, birlikte büyüdüğüm canım arkadaşım Şansal Gümüşpala'ya

Ve son olarak hayatım boyunca beni maddi manevi destekleyen, zorlandığım anlarda bana yol gösteren, iyi ve erdemli bir insan olmanın önemini öğreten fedakâr Annem'e ve bana yaşam enerjisi veren, güç katan canım Kardeşim'e

TEŞEKKÜR EDERİM...

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI FORMU	i
BEYAN	ii
TEŞEKKÜR	iii
SİMGELER / KISALTMALAR LİSTESİ	vii
ŞEKİLLER VE RESİMLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ	xi
1. ÖZET	1
2. ABSTRACT	2
3. GİRİŞ VE AMAÇ	3
4. GENEL BİLGİLER	4
4.1. Periferik Vestibüler Sistem	4
4.1.1. Semisirküler kanallar	6
4.1.2. Otolit organlar	8
4.1.3. Vestibüler sinir	9
4.2. Santral Vestibüler Sistem	9
4.2.1. Vestibüler çekirdekler	11
4.2.2. Vestibüloserebellum	12
4.2.3. Kortikal Alanlar	13
4.2.4. Vestibüler Refleksler	14
4.3. Efferent Vestibüler Sistem	15
4.4. Diğer Denge Mekanizmaları	18
4.4.1. Somatosensöriyel sistem	18
4.4.2. Görsel sistem	19
4.5. Sensory Reweighting	20
4.6. Vestibüler Sistemin Değerlendirilmesi	20

4.6.1. VEMP	20
4.6.2. vHIT	23
4.7. Optik İllüzyon.....	26
5. METOT VE MATERYAL	28
5.1. Araştırmanın Yeri ve Zamanı.....	28
5.2. Etik Kurul Onayı	28
5.3. Bireyler	28
5.4. Yapılan Ölçümler	30
5.4.1. VEMP test yöntemi.....	30
5.4.2. vHIT test yöntemi	34
5.4.3. Subjektif değerlendirme.....	37
5.5. Optik İllüzyon.....	37
5.6. Verilerin Değerlendirilmesi.....	37
5.6.1. VEMP verilerinin değerlendirilmesi.....	38
5.6.2. vHIT verilerinin değerlendirilmesi	38
5.7. İstatistiksel Analiz	38
6. BULGULAR.....	39
6.1. Demografik Özellikler.....	39
6.2. cVEMP Değerlerinin Karşılaştırılması	39
6.3. vHIT Değerlerinin Karşılaştırılması.....	47
6.4. Subjektif Değerlendirme	49
7. TARTIŞMA VE SONUÇ	51
7.1. İleri Çalışma Önerileri.....	61
7.2. Araştırmanın Sınırlılıkları	61
8. KAYNAKLAR	63
9. EKLER.....	77

10. ETİK KURUL ONAYI.....	81
11. ÖZGEÇMİŞ	84



SİMGELER / KISALTMALAR LİSTESİ

AOS	: Accessory Optic System
BOS	: Beyin Omurilik Sıvısı
BT	: Bilgisayarlı Tomografi
CSv	: Cingulate Sulcus Visual Area
cVEMP	: Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential
dB	: Desibel
DTN	: Dorsal Terminal Nuclues
EEG	: Electroencephalogram
EMG	: Electromyography
fMRI	: Functional Magnetic Resonance Imaging
Hz	: Hertz
LA	: Left Anterior
LARP	: Left Anterior Right Posterior
LL	: Left Lateral
LP	: Left Posterior
LTN	: Lateral Terminal Nuclues
ML	: Medial Lemniscus
MLF	: Medial Longitudinal Fasikülüs
MRG	: Manyetik Rezonans Görüntüleme
MT	: Middle Temporal Cortex
MTN	: Medial Terminal Nuclues
N1	: VEMP Negatif Tepe

NOT	: Nucleus of the Optic Tract
oVEMP	: Ocular Vestibular Evoked Myogenic Potential
P1	: VEMP Pozitif Tepe
PET	: Positron Emission Tomography
PIVC	: Parieto-Insular Vestibular Cortex
RA	: Right Anterior
RALP	: Right Anterior Left Posterior
RL	: Right Lateral
RP	: Right Posterior
SCM	: Sterneocleidomastoid Kas
SPL	: Sound Pressure Level
SSK	: Semisirküler Kanal
SSKD	: Semisirküler Kanal Dehisansı
SSS	: Santral Sinir Sistemi
VCR	: Vestibulo-Collic Reflex
VEMP	: Vestibular Evoked Myogenic Potential
vHIT	: Video Head Impulse Test
VID	: Visually Induced Dizziness
VOR	: Vestibulo-Ocular Reflex
VSR	: Vestibulo-Spinal Reflex

ŞEKİLLER VE RESİMLER LİSTESİ

Şekil 4.1.1.	Dış, orta ve iç kulak anatomisi.....	5
Şekil 4.1.2.	İç kulak anatomisi.....	6
Şekil 4.1.1.1.	Semisirküler kanalların yerleşimi.....	7
Şekil 4.1.2.1.	Otolit organların yerleşimi.....	8
Şekil 4.2.1.	Santral vestibüler sistem.....	10
Şekil 4.2.1.1.	Vestibüler çekirdeğin entegrasyon sistemi.....	12
Şekil 4.2.3.1.	Vestibüler korteks yolakları.....	13
Şekil 4.2.4.1.	Vestibüler refleks yolakları.....	15
Şekil 4.3.1.	Vestibüler çekirdeğin efferent yanıt çıktıları.....	16
Şekil 4.3.2.	Efferent vestibüler nöronlar.....	17
Şekil 4.4.2.1.	Denge mekanizmalarının entegrasyonu.....	19
Şekil 4.6.1.1.	cVEMP cevaplarının kaynağı olan sinirsel refleks yolağı.....	21
Şekil 4.6.1.2.	cVEMP dalgası.....	22
Şekil 4.6.2.1.	Vestibulooküler refleks yolağı.....	24
Şekil 4.6.2.2.	Horizontal vHIT.....	25
Şekil 4.6.2.3.	Vertikal vHIT.....	26
Şekil 4.7.1.	Santral ve periferik görüş açılarını kaplayan optik illüzyon.....	27
Şekil 5.3.1.	Çalışmada yer alan bireylerin cinsiyet dağılımları.....	29
Şekil 5.4.1.	Çalışmada kullanılan ölçüm protokolleri.....	30
Şekil 6.2.1.	Optik illüzyon varlığında ve yokluğunda cVEMP P1 latans değerlerinin karşılaştırılması.....	41
Şekil 6.2.2.	Optik illüzyon varlığında ve yokluğunda cVEMP P1-N1 amplitüd değerlerinin karşılaştırılması.....	43
Şekil 6.2.3.	Optik illüzyon varlığında ve yokluğunda cVEMP P1-N1 interpike latans değerlerinin karşılaştırılması.....	45
Şekil 6.2.4.	Optik illüzyon varlığında ve yokluğunda cVEMP sağ/sol asimetri değeri karşılaştırılması.....	46
Şekil 6.3.1.	Optik illüzyon varlığında ve yokluğunda vHIT VOR kazançlarının karşılaştırılması.....	49
Şekil 6.4.1.	vHIT için yapılan subjektif değerlendirme sonuçları.....	50

Şekil 6.4.2.	cVEMP için yapılan subjektif değerlendirme sonuçları.....	50
Resim 5.4.1.1.	cVEMP elektrot yerleşimi.....	31
Resim 5.4.1.2.	cVEMP testi uygulaması.....	33
Resim 5.4.1.3.	cVEMP testi sırasında optik illüzyon oluşturulması.....	33
Resim 5.4.2.1.	vHIT uygulaması.....	36
Resim 5.4.2.2.	vHIT sırasında optik illüzyon oluşturulması.....	36



TABLolar LİSTESİ

Tablo 6.1.1.	Çalışma Grubunun Demografik Özellikleri.....	39
Tablo 6.2.1.	Optik İllüzyon Varlığında ve Yokluğunda cVEMP P1 Latans Değerlerinin Karşılaştırılması.....	40
Tablo 6.2.2.	Optik İllüzyon Varlığında ve Yokluğunda cVEMP P1-N1 Amplitüd Değerlerinin Karşılaştırılması.....	42
Tablo 6.2.3.	Optik İllüzyon Varlığında ve Yokluğunda cVEMP P1-N1 İnterpik İnterlatans Değerlerinin Karşılaştırılması.....	44
Tablo 6.2.4.	Optik İllüzyon Varlığında ve Yokluğunda cVEMP Sağ/Sol Asimetri Değeri Karşılaştırılması.....	46
Tablo 6.3.1.	Optik İllüzyon Varlığında ve Yokluğunda Lateral Kanal vHIT VOR Kazançlarının Karşılaştırılması.....	47
Tablo 6.3.2.	Optik İllüzyon Varlığında ve Yokluğunda Anterior Kanal vHIT VOR Kazançlarının Karşılaştırılması.....	48
Tablo 6.3.3.	Optik İllüzyon Varlığında ve Yokluğunda Posterior Kanal vHIT VOR Kazançlarının Karşılaştırılması.....	48

1. ÖZET

OPTİK İLLÜZYON VARLIĞINDA VESTİBÜLER SİSTEM ETKİLENİMİ

Bu tez çalışması optik illüzyon varlığında vestibüler sistemin nasıl etkilendiğini incelemek adına gerçekleştirildi. Çalışma İstanbul Medipol Üniversitesi'nde öğrenci 27 kadın ve 27 erkek olmak üzere toplam 54 birey üzerinde yapıldı. Çalışmaya katılmaya gönüllü kişilere Vestibüler Uyarılmış Kas Potansiyeli (VEMP) ve Video Baş İtme Testi (vHIT) uygulandı. VEMP ve vHIT testleri gönüllülere birer kere optik illüzyon varlığında ve yokluğunda yapıldı. Bunun yanı sıra her testten sonra kişilerin kendilerini dengeli hissedip hissetmedikleri anket ile sorgulandı. Optik illüzyon varlığında ve yokluğunda VEMP yanıtları karşılaştırıldığında sol dalga latanslarında kısalma ve amplitüdlerinde artış gözlemlendi ($p \leq 0.05$). vHIT sonuçları karşılaştırıldığında ise sağ lateral kanal ve bilateral anterior kanalların kazançlarında artış olduğu (kazançların 1.0'a yaklaştığı) gözlemlendi ($p \leq 0.05$). Bu tez çalışmasında, optik illüzyon yardımıyla görsel ve vestibüler girdilerin birbirleri ile çeliştiği bir durum yaratıldı. Görsel-vestibüler girdiler birbirleri ile uyumsuz olduklarında sensory reweighting mekanizmasının devreye girdiği ve bu mekanizmanın daha güvenilir olan (vestibüler) girdileri güçlendirirken, güven vermeyen (görsel) girdileri baskıladığı düşünülmüştür. Uyumsuz koşullar devam ettiği sürece, efferent vestibüler sistemden elde edilen geri dönütler sayesinde sensory reweighting mekanizması çalışmaya devam edecektir. Sonuç olarak görsel ve vestibüler sistemlerin dengenin sağlanması için birlikte çalıştıkları görülmüştür. Bu iki sistemin özellikle kortikal ve efferent düzeydeki mekanizmaları her ne kadar bilinmiyor olsa da çalışmamız bu iki sistemin birlikte aktif bir etkileşim içinde çalıştıklarını göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: optik illüzyon, vestibülooküler refleks, vestibüler sistem, vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller, video baş itme testi

2. ABSTRACT

THE IMPACT ON THE VESTIBULAR SYSTEM IN THE PRESENCE OF OPTICAL ILLUSION

This thesis study was carried out to examine how the vestibular system is affected in the presence of an optical illusion. The study was conducted on 27 male and 27 female, a total of 54, individuals studying at Istanbul Medipol University. Vestibular Evoked Myogenic Potentials (VEMP) test and Video Head Impulse Test (vHIT) were applied to individuals volunteering to participate in the study. VEMP and vHIT tests were performed to the volunteers once in the absence of an optical illusion and afterwards in the presence of an optical illusion. In addition, after each test, whether the individuals feel balanced is questioned with a questionnaire. When the VEMP results of tests in the absence and presence of optical illusion were compared it was seen that the latencies of the waves on the left side had shortened, while the amplitudes had increased ($p \leq 0.05$). When vHIT results were compared, it was seen that the gains of the right lateral and bilateral anterior canals increased, approaching 1.0 ($p \leq 0.05$). In this thesis, a situation where visual and vestibular inputs contradict each other with the help of optical illusion was created. It is thought that when the visual-vestibular inputs are incompatible with each other, the sensory reweighting mechanism is activated, and this mechanism strengthens the more reliable (vestibular) inputs, while suppressing the unreliable (visual) inputs. As long as the incompatible condition persists, the sensory reweighting mechanism will continue to operate, thanks to the feedback loop from the efferent vestibular system. As a result, it has been observed that the visual and vestibular systems work together to ensure balance. Although the coordination of these two systems, especially at the cortical and efferent levels, are unknown; our study shows that these two systems work together in an active interaction.

Keywords: optical illusion, vestibulo-ocular reflex, vestibular evoked myogenic potentials, vestibular system, video head impulse test

3. GİRİŞ VE AMAÇ

Denge, vücut kütle merkezimizi destek merkezimiz üzerinde tutabilme becerisidir. Doğru çalışan bir denge sisteminde insanlar, hareket halinde net görmelerini, yer çekimine göre uzaysal konum kavramayı, hareketlerin yön ve hızını anlayabilmeyi ve en önemlisi çeşitli durumlar ve hareketlerde dengeyi korumak için otomatik postüral düzeltmeler yapabilmelerini sağlar.

Denge oldukça kompleks sensör sistemlerden alınan girdiler ile sağlanır. Bu sistemlere girdi sağlayan üç temel mekanizma vardır: somatosensöriyel, vestibüler ve görsel. Gözler, kas ve eklemler ve vestibüler organlar dengenin korunmasında en önemli veri kaynaklarıdır. Denge, sabitken ve hareket halindeyken stabil kalma becerisinin bu reseptör sistemlerin sağlıklı ve birbirleriyle uyumlu veri iletimiyle sağlanabilmektedir.

Vestibüler sistem, nöral yollar aracılığı ile refleks yollarla yürütülen VOR kullanarak gözlerdeki kaslara motor kontrol cevaplar iletir. Baş hareket etmediği zamanlarda sağ ve soldaki vestibüler organlardan gelen impulslar eşit sayıdadır. Fakat baş bir tarafa doğru hareket ettiğinde, baş çevrilen taraf uyarılırken karşı taraf impulslarında azalma gözlenir. İki taraf impulsları arasındaki fark göz hareketlerini kontrol etmekle birlikte hızlı baş hareketlerinde net görmeyi sağlar.

Bu tez çalışmasında optik illüzyon ile görsel girdiler bozularak; dengenin sağlanmasında önemli yer sahibi olan somatosensöriyel ve vestibüler mekanizmaların değerlendirilmesi, klinikte rutin uygulamalarda kullanılan yöntemler ile vestibüler bozuklukların kökenini daha iyi tespit etmeye olanak sağlanması, vestibüler ve görsel sistemlerin ilişkisi ile birlikte sinirsel yolların incelenmesi ve elden edilen sonuçlar aracılığı ile hastalara ihtiyaçları olduğu mekanizmayı geliştirecek rehabilitasyon verilebilmesi amaçlanmıştır. Bu değerlendirmeler için vHIT aracılığıyla değişen VOR kazançları ile VEMP dalgalarının amplitüd ve latansları incelenecektir.

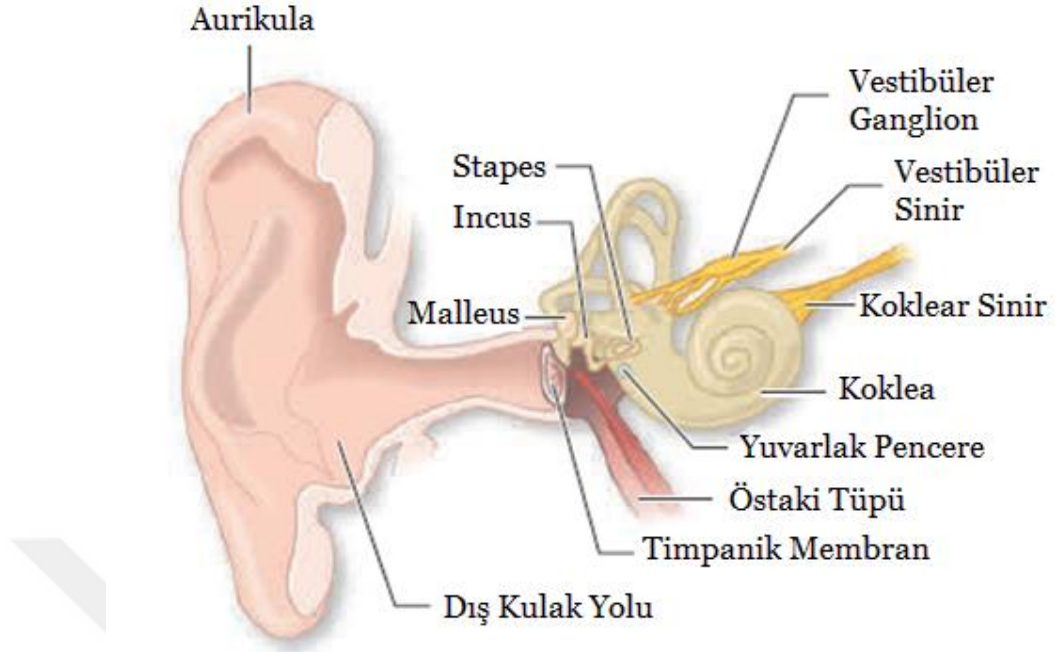
4. GENEL BİLGİLER

Denge; vestibüler, görsel ve somatosensöriyel sistemden gelen bilgilerin santral sinir sistemi tarafından yorumlanması ve bunun sonucunda kas iskelet sistemine gerekli uyarıların gönderilmesiyle sağlanan kompleks bir mekanizmadır (1,2). Görsel sistem gözler; somatosensöriyel sistem kas, eklem ve tendonlar; vestibüler sistem ise periferik vestibüler organlar aracılığı ile dengenin sağlanması ve postürün korunmasında kullanılan verileri toplar (3,4).

Periferik vestibüler sistem, yerçekimini algılayarak postürün korunmasına yardımcı olur. Bunun yanı sıra özellikle baş ve vücut hareketli haldeyken kişinin uzaysal konumunu korumasına ve görme alanının sabit tutulmasına yardımcı olur. Alınan veriler, vestibüler sinir aracılığı ile santral vestibüler sisteme iletilir. Santral vestibüler sistemde farklı aşamalarda veriler değerlendirildikten sonra dengenin sağlanması için gerekli motor yanıtlar oluşturulur (3,4).

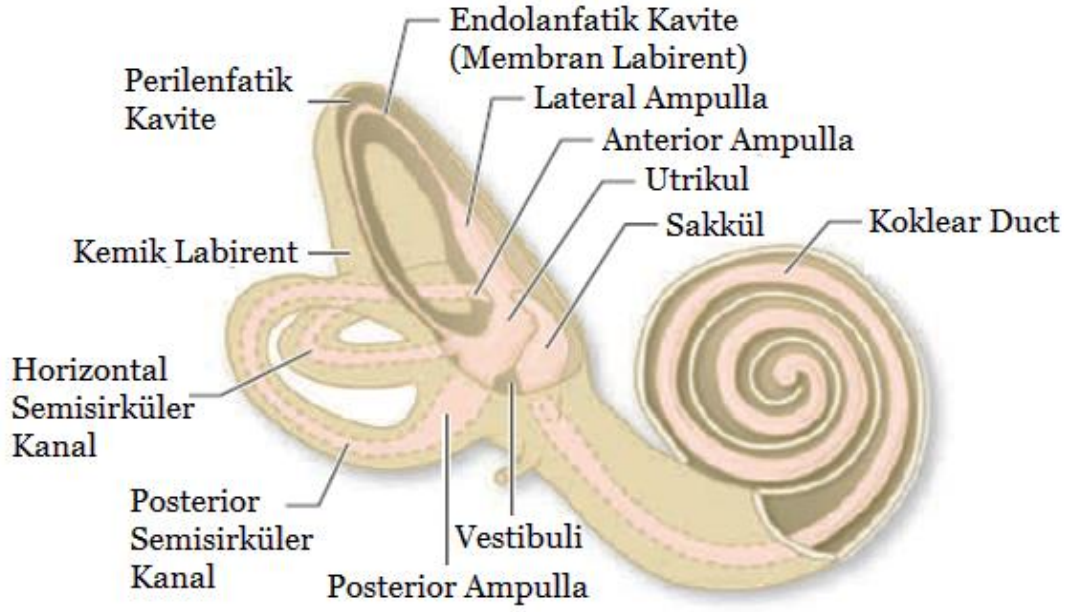
4.1. Periferik Vestibüler Sistem

Özel duyu reseptörleri içeren vestibüler labirent kokleaya lateral ve posterior bir pozisyonda konumlanmıştır. Periferik vestibüler sistem, temporal kemiğin sert kısmı olan petröz parçada bulunur ve beş farklı reseptör yapıdan oluşur. Bu reseptör yapılar üç adet semisirküler kanal ve iki adet otolit organı barındırır (2). Vestibüler labirent, kemik labirent ve membranöz labirent olmak üzere iki farklı yapıdan oluşur. Kemik labirent, içindeki hassas vestibüler duyu organlarını kapsayan koruyucu bir görev görür. Kemik labirentin içinde ise kapalı ve sıvı dolu bir sistem olan membranöz labirent bulunmaktadır. Vestibüler duyu organları, membranöz labirent içerisinde belirli bölgelerde bulunur (2,5).



Şekil 4.1.1. Dış, orta ve iç kulak anatomisi (6)

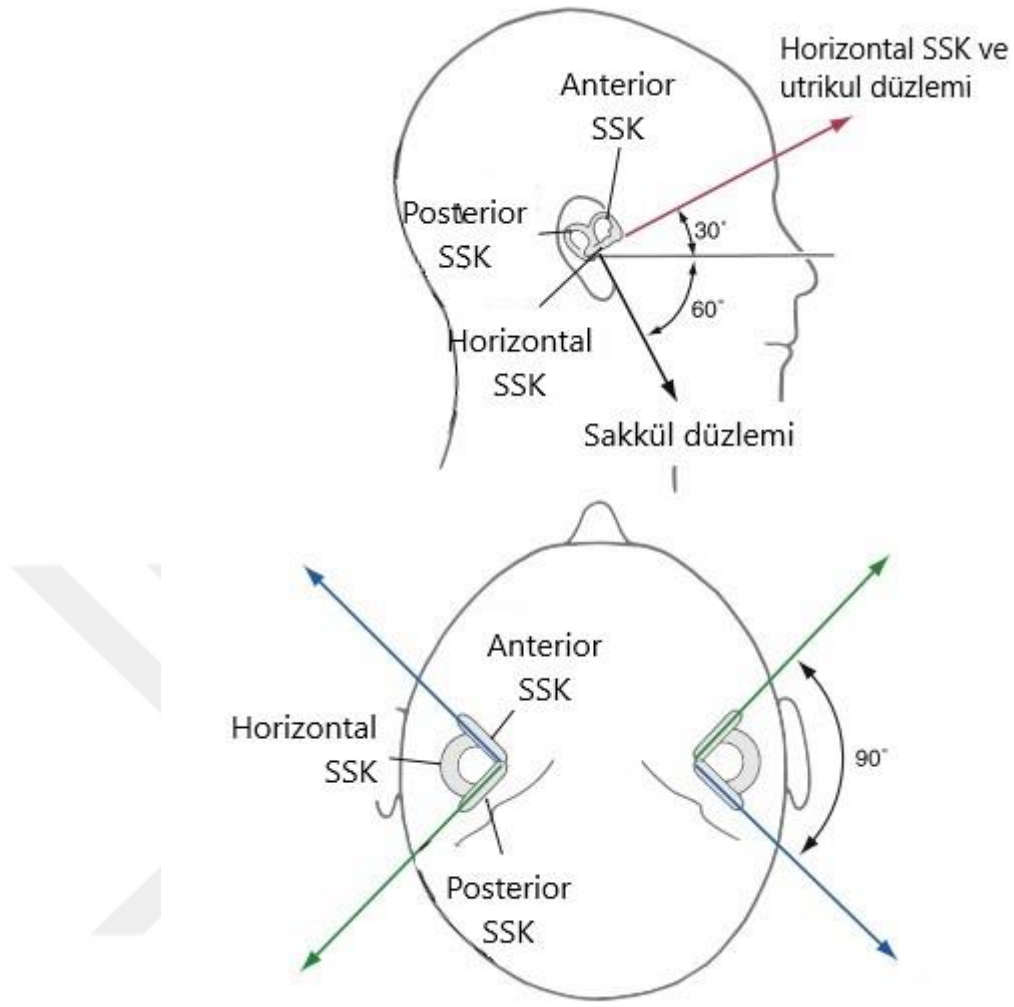
Kemik labirent ile membranöz labirent arasında kalan bölgede, yapısal olarak beyin omurilik sıvısına (BOS) benzeyen perilenf sıvısı bulunur. Perilenfin, sodyum içeriği zengin (150 mM) ve potasyum içeriği düşüktür (7 mM) (2). Membranöz labirentin iç kısmı ise endolenf ile kaplıdır ve vestibüler duyu hücrelerini sarar. Endolenf, perilenfin aksine, sodyum içeriği düşük (16 mM) potasyum içeriği yüksek (150 mM) bir yapıya sahiptir. Perilenf ve endolenfin yapılarındaki bu farklılık, periferik vestibüler sistem için önem arz etmektedir. Sıvıların miktarlarında veya iyonik dengelerinde oluşacak değişiklikler vestibüler bozukluklara yol açabilir (2).



Şekil 4.1.2. İç kulak anatomisi (2)

4.1.1. Semisirküler kanallar

Semisirküler kanallarda, baş veya gövdenin rotasyonel ivmelenmesine duyarlı reseptörler bulunur (2,7). Her bir tarafta üçer tane olmak üzere toplamda altı tane semisirküler kanal bulunur. Bu kanallar yerleştikleri düzleme göre; anterior (superior), posterior (inferior) ve lateral (horizontal) kanallar olarak isimlendirilir. Anterior ve posterior kanallar vertikal düzleme 45° açı ile, lateral kanallar ise horizontal düzleme 30° açı ile konumlanır. Semisirküler kanallar birbirleri ile 90° açı yaparlar. Her iki kulaktaki semisirküler kanallar, fonksiyonel açıdan birer çift oluşturur (2,3,7).



Şekil 4.1.1.1. Semisirküler kanalların yerleşimi (2)

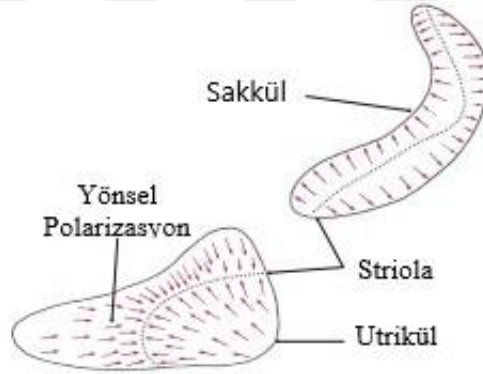
Her bir fonksiyonel semisirküler kanal çiftinde (örn. sağ ve sol lateral kanallar) baş hareketi olduğunda bir taraftaki duyu organında eksitasyon olurken, karşı taraftaki duyu organında inhibisyon gözlenir (7). Komissural bağlantılar yardımıyla vestibüler çekirdekler her iki taraftaki reseptörlerden veri alır (2).

Semisirküler kanal reseptör hücrelerine yüzeyden çıkan stereosilyalar (stereocilia) sebebiyle tüylü hücreler denir. Her bir tüylü hücrede 60-100 adet stereosilya ile birlikte, bir adet daha uzun kinosilyum (kinocilium) bulunur (2,5,7,8). Stereosilyalar, kinosilyuma doğru kıstadan uzuna sıralanırlar. Stereosilyaların kinosilyuma doğru hareketleri, depolarizasyona sebep olarak bağlantılı oldukları

vestibüler afferent fibrillerinde ateşleme artışına (eksitasyon) sebep olur. Stereosilyaların, kinosilyumdan uzağa hareketleri ise hiperpolarizasyonla beraber ateşlemede azalmalara (inhibisyon) neden olur (2,7).

4.1.2. Otolit organlar

Otolit organlar, utrikul ve sakkül olarak iki organdan oluşur ve doğrusal ivmelenme, yerçekimi etkisi ve baş eğme hareketlerini algırlar. Her biri makula denilen sensör nöroepiteli barındırır. Utriküldeki makula horizontal düzlemdeki hareketleri algırlarken, sakküldeki makula dikey düzlemdeki hareketleri algılar (2,7,9).



Şekil 4.1.2.1. Otolit organların yerleşimi (2)

Makulanın inferior duvarı jelatinöz bir membran ile kaplıdır. İçerisinde otolit veya otokonya denilen mikroskobik kalsiyum karbonat parçaları bulundurur (10). Otolitler endolenften daha yoğun oldukları için baş hareketsiz durumdayken yerçekiminden etkilenirler ve hareketin algılanmasını sağlarlar (11). Lineer hareket veya başın eğilmesi otolit membran ve makuler yüzey arasında basınç oluşturur ve tüy hücrelerinin bükülmesini sağlar. Semisirküler kanaldaki tüylü hücrelerde olduğu gibi otolitik organdaki tüylü hücreler de stereosilyaların kinosilyuma yaklaşmasıyla depolarize olurken, uzaklaşmasıyla hiperpolarize olur (2,12,13).

Utrikulus ve sakkulusun makulalarındaki farklı tüylü hücrelerinin çeşitli şekillerde yönelimde bulunması, başın değişik durumlarında farklı hücrelerin uyarılması açısından özellikle önemlidir. Farklı tüylü hücrelerin uyarılma modelleri başın yerçekimine göre pozisyonunu bildirir (2,13).

4.1.3. Vestibüler sinir

Vestibüler ganglion, superior ve inferior olmak üzere iki bölüme ayrılır. Vestibüler ganglionun superior kısmındaki periferal fibriller anterior ve lateral semisirküler kanala ve utriküle bağlıdır. Inferior kısmı ise posterior semisirküler kanal ile sakküle bağlıdır (14). Vestibüler ganglionun, superior ve inferior bölümlerinden gelen sinir lifleri birleşerek vestibüler siniri oluşturur. Ardından koklear sinir ile birleşerek vestibülokoklear sinir (VIII. kranial sinir) oluşur (11).

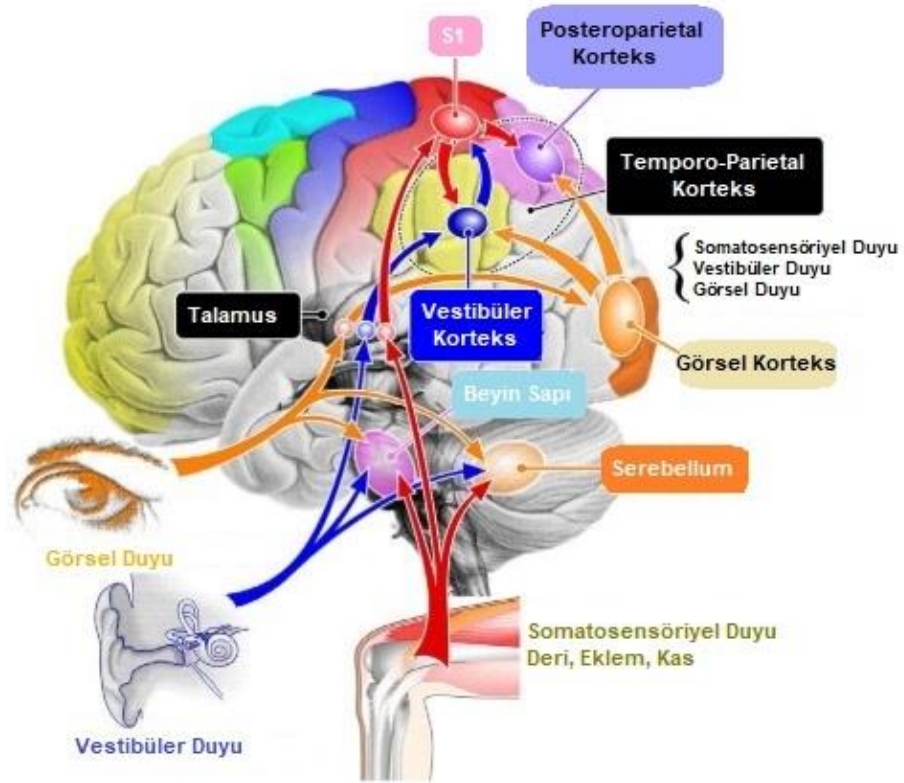
VIII. kranial sinir, petröz temporal kemikten posterior fossaya geçen meatus acousticus internus'dan fasiyal sinir, nervus intermedius ve labirent arter ile ilerler (11). Sinir lifleri serebellopontin açısını geçerek pontomedüller bileşkede beyin sapına girer. Bu noktada, vestibüler sinir koklear sinirden ayrılır. Afferent vestibüler liflerin çoğu ponttaki ipsilateral vestibüler nükleer komplekse iletilir. Sinir liflerinin bazıları serebellumun flokülo-nodüler lobuna iletilirken ve bir kısmı da anatomik olarak bitişiğindeki vermian kortekse iletilir (6).

4.2. Santral Vestibüler Sistem

Santral vestibüler sistem, ipsilateral ve kontralateral vestibüler çekirdeklerden alınan girdileri orta beyin, talamus ve kortekse ulaştırarak denge ve dik duruş algısının oluşmasını sağlar (15,16). Vestibüler sinir, beyinsapına iki farklı dalı ile girdileri taşır. Bu dallardan biri medulla aracılığı ile vestibüler kortekse, diğeri ise superior vestibüler ve lateral vestibüler çekirdekler aracılığı ile serebelluma ulaşır (17). Santral vestibüler sisteminin bilateral girdi alan yapısı; sistemin sensöryel, sensörimotor ve kognitif

işleyişinin temelini oluşturur (15,18). Santral vestibüler sistem ile sağlanan fonksiyonlar anatomik olarak dörde ayrılabilir:

1. Pontomedullar ve spinal kord kaynaklı vestibülospinal refleks ile dik duruş ve postür stabilizasyonu,
2. Pontomesensefalon ve serebellum kaynaklı vestibülooküler refleks ile baş ve vücut hareketlerinde bakış stabilizasyonunun sağlanması,
3. Kortikal ve subkortikal kaynaklı oryantasyon ve hareket hissinin algılanması,
4. Hippokampus ve temporoparietal lob kaynaklı farklı uyaranların entegrasyonu (örn. uzaysal hafıza) (18)



Şekil 4.2.1. Santral vestibüler sistem (19)

4.2.1. Vestibüler çekirdekler

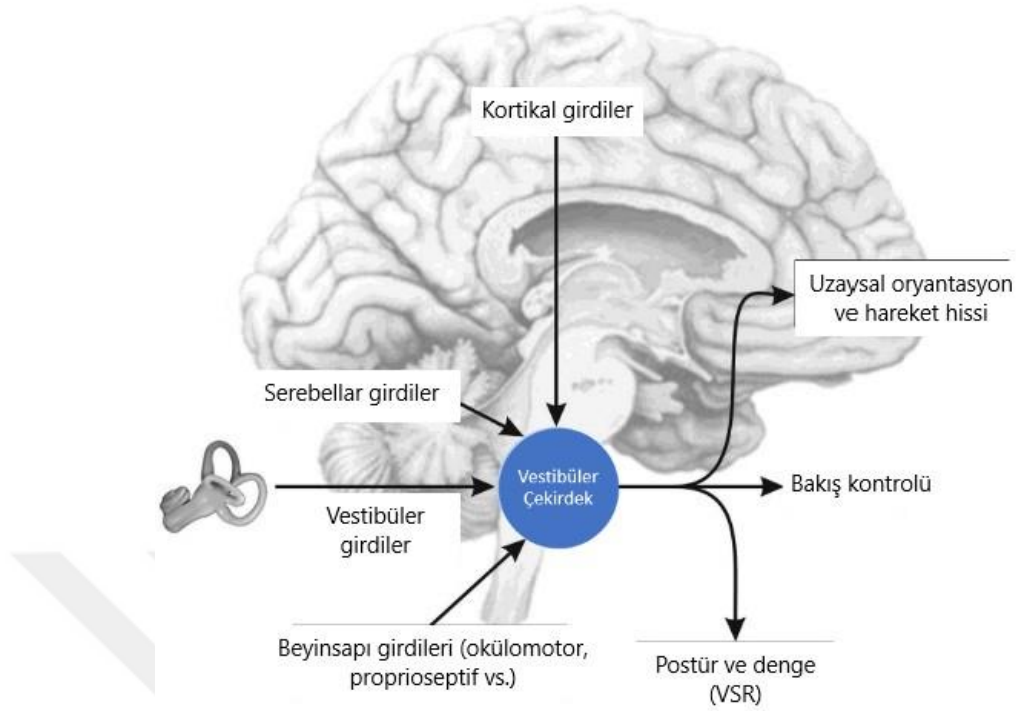
Vestibüler çekirdek kompleksi, vestibüler girdilerin primer işleme bölgesidir ve medial (Schwalbe), superior (Bechterew), lateral (Deiter) ve inferior (descending) olmak üzere sağlı-sollu dört ana çekirdekten oluşur (14,20). Dördüncü ventrikülün tabanında yer alan bu yapılar, rostral medulladan kaudal ponsa uzanan iki ana sütun oluştururlar (7,14).

Medial vestibüler çekirdek, dört çekirdek içinde en büyük olanıdır ve tek başına medial sütunu oluşturur. Lateral sütunu ise superior, lateral ve inferior vestibüler çekirdekler oluşturmaktadır (14). Medial vestibüler çekirdek, VOR için gerekli olan lateral semisirküler kanal girdilerini alır. Bunun yanı sıra baş ve boyun hareketlerinin koordinasyonunun sağlanması için vestibülospinal reflekse vestibüler girdileri iletir (7).

Superior vestibüler çekirdek, VOR için anterior ve posterior semisirküler kanallardan gelen vestibüler girdileri toplar. MLF aracılığıyla ekstraoküler göz kaslarına efferent yanıt göndererek VOR koordinasyonunu sağlar (7,21).

Lateral vestibüler çekirdek, krista ampulla, otolitler ve vestibüloserebellumdan veri alır. Vücut kaslarının tonusunun ayarlanmasında ve uzuvların kontrolünde görev alarak vestibülospinal reflekse katkıda bulunur (7,21).

İnferior vestibüler çekirdek ise otolit organlardan gelen afferent verileri alır. Bu çekirdekten diğer üç vestibüler çekirdeğin yanı sıra serebelluma veri akışı sağlanır (7,21).



Şekil 4.2.1.1. Vestibüler çekirdeğin entegrasyon sistemi

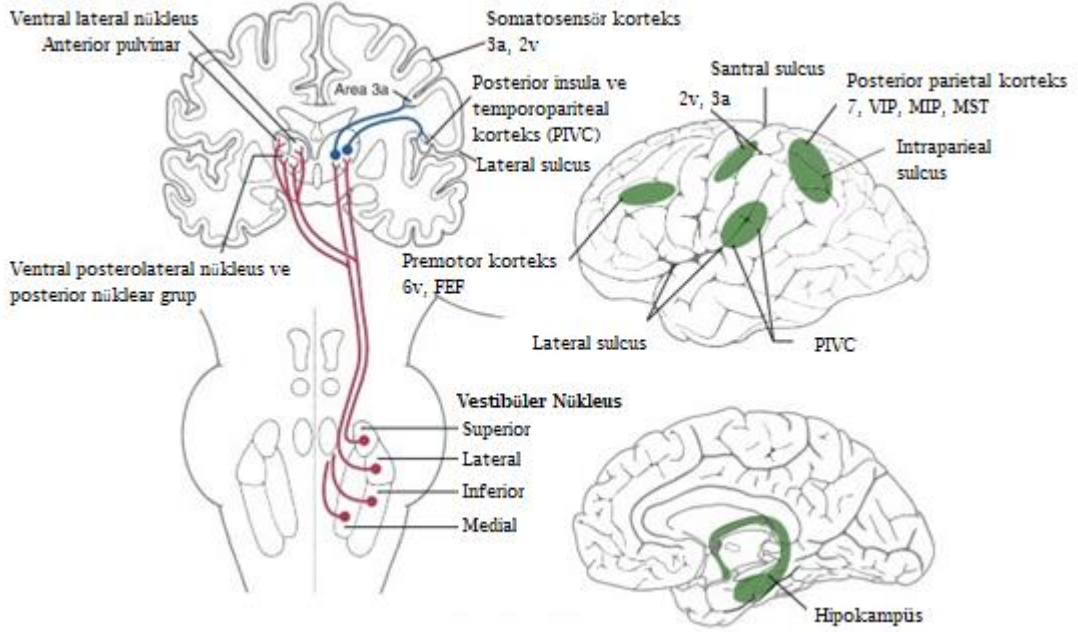
4.2.2. Vestibüloserebellum

Serebellum, vestibüler sisteminde ve dengenin sağlanmasında adaptif bir görev alır. Denge performansını kontrol ederek, gereken durumlarda vestibüler girdilerde inhibisyon sağlar (11). Vestibüloserebellum, flocculonodular lob ve vermis korteksten oluşur. Serebellum, bilateral vestibüler çekirdeklere ve ipsilateral fastigial çekirdeğe uyarılar iletir. Fastigial çekirdeğe gelen sinyaller, buradan kontralateral vestibüler çekirdeğe iletilir (6). Vestibüloserebellum, postür kontrolü ve hareketlerin oryantasyonunun sağlanmasında görev alır (7).

Serebellar flocculus, VOR kazancının ayarlanmasında görev alır (11). Serebellar nodül ise VOR süresini ayarlar. Aynı zamanda otolitik organlardan gelen afferent girdilerin işlenmesinde de görev alır (11). Anterior superior vermis, vestibüler sistem ve kaslardan gelen somatosensöriyel sistem afferent girdileri ile VSR normalizasyonunu sağlar (7).

4.2.3. Kortikal Alanlar

Kortikal vestibüler bağlantıların spesifik yolları henüz tam anlamıyla netlik kazanmamıştır. Ayrıca tek bir vestibüler korteksten söz edilemez. Primatlarda yapılan çalışmalarda, parietoinsular vestibüler korteks (PIVC), intraparietal sulkus'un 2v alanı ve santral sulkus'un 3av alanlarının kortekste vestibüler girdileri alan ana bölgeler olduğu görülmüştür (1,2,7). Primatlarda, diğer kortikal vestibüler bölgelerin entegre olduğu ana vestibüler korteks bölgesinin PIVC olduğu düşünülmektedir (7).



Şekil 4.2.3.1. Vestibüler korteks yolları (2)

İnsanlar üzerinde yapılan çalışmalar, ana kortikal işleme bölgesinin parietal korteks (alan 7) ve insular kortekste olduğunu düşündürmüştür (2,7). Kahane, elektriksel uyarılarla insanlarda vestibüler semptomlar yaratmış ve “temporo-peri-sylvian vestibüler korteks” olarak adlandırdığı bir bölge bulmuştur. Kahane insanlardaki bu bölgenin, primatlardaki PIVC ile iletişim halinde olduğunu düşünmüştür (22). Pozitron emisyon tomografisi (PET) ve fonksiyonel manyetik

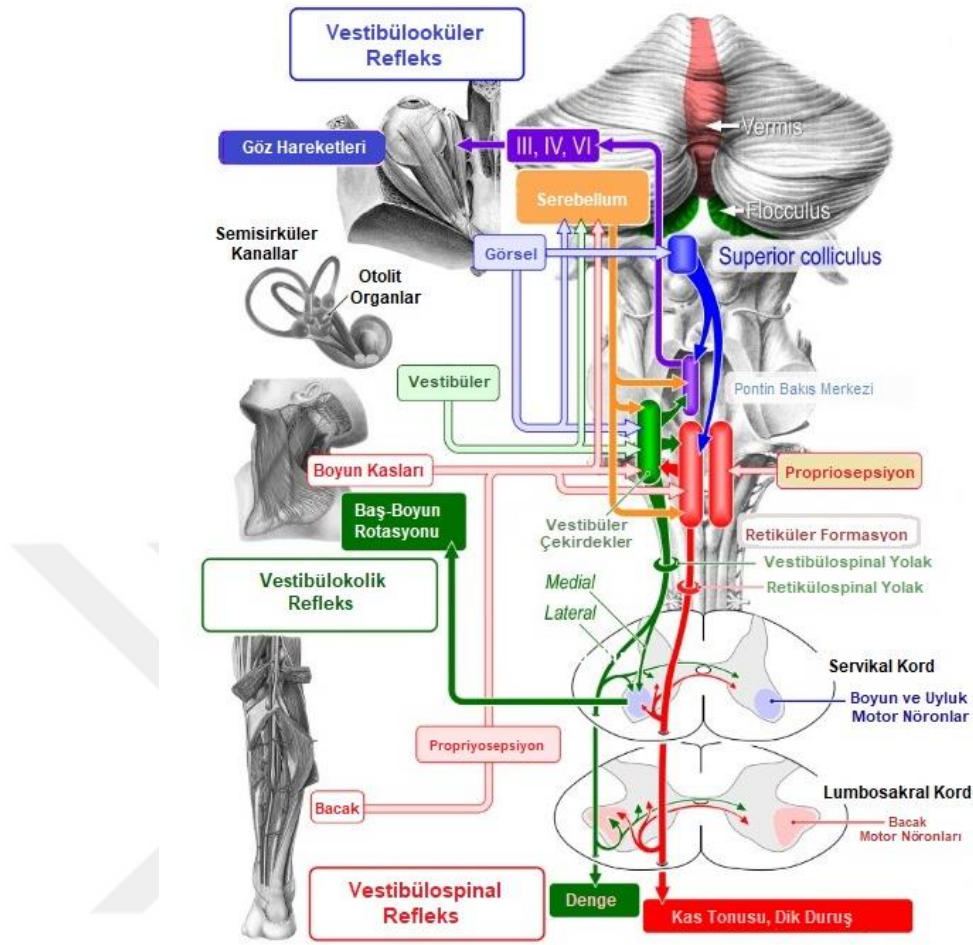
rezonans görüntüleme (fMRI) ile yapılan bir başka çalışmada ise Eulenburg, vestibüler uyaran verildiğinde en çok sağ hemisferdeki parietal opercular bölgenin aktif olduğunu göstermiştir (7).

Talamus ve hipokampüste de vestibüler bağlantıların olduğu düşünülmektedir. İnsanlarda, afferent vestibüler yollar, kortekse ulaşmadan önce thalamusta ventral posterior çekirdekte bağlantılar yapar (21). Hipokampüsün ise uzaysal oryantasyon ve uzaysal hafıza açısından oldukça önemli yere sahip olduğu düşünülmektedir. Baş ve gövdenin konumunun belirlenmesi adına kullanılan vestibüler girdiler hipokampüsün bu fonksiyonları için önem taşır (7,21).

4.2.4. Vestibüler Refleksler

VOR, baş hareketleri sırasında retinaya düşen görüntüyü sabitlemek için göz hareketlerinin koordinasyonunu sağlar. Konjuge göz hareketlerinin sağlanması adına; semisirküler kanallar, vestibüler çekirdekler ve ekstraoküler göz kaslarını barındıran minimum üç nöronlu refleks ağı mevcuttur (7,23).

Ayakta duran bir kişinin, başı aniden sağa çevrildiğinde, sağ horizontal semisirküler kanalda beliren eylemsizlik momenti sonucunda, endolenf akımı kupulayı sola doğru hareketlendirir. Başın “yaw” hareketi sonucunda, sağ taraftaki tüylü hücrelerde depolarizasyona, sol taraftaki tüylü hücrelerde ise hiperpolarizasyona neden olur. Böylece eksitator uyarılar sağ horizontal kanal bağlantılı afferent vestibüler fibriller aracılığıyla, ipsilateral superior ve medial vestibüler çekirdeklere ve oradan da serebelluma ulaşır. Böylece iletilen eksitator uyarılar, MLF ile sağ okülomotor çekirdeğe, Deiters ile de sol abducens çekirdeğe iletilir (2). Böylece ipsilateral medial rektus ve kontralateral lateral rektus kaslarında kasılmaya sebep olur. Bu şekilde baş hareketinin tersine, gözler sola hareket edecektir. Gözlerin hızının başın hızına uyuşmadığı durumlarda, serebellar flocculonodular lobdan alınan bilgiler vestibüler çekirdeklere iletilir ve ateşleme hızları bu bilgiye göre modifiye edilir (7,14).



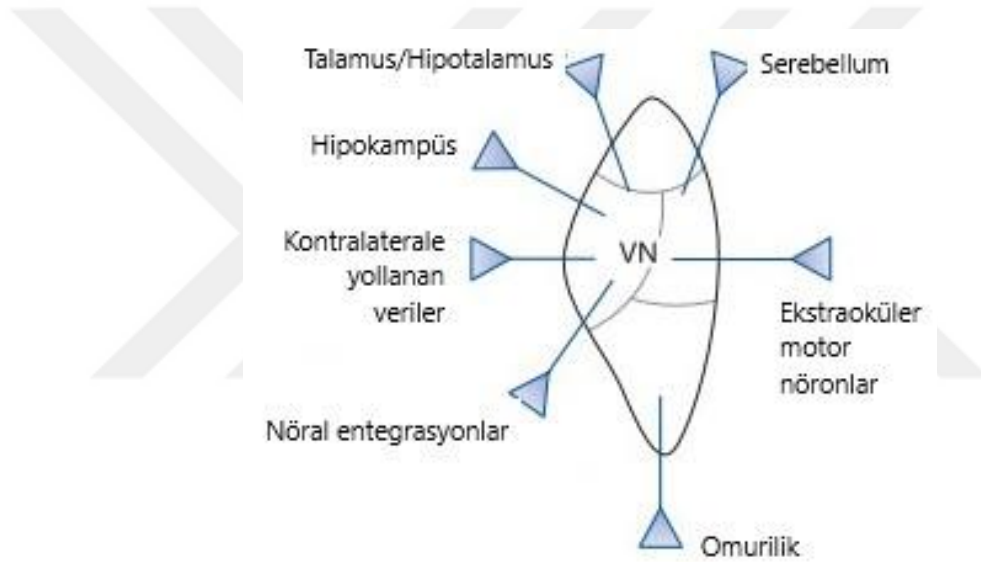
Şekil 4.2.4.1. Vestibüler refleks yolları (19)

Vestibüler sistem verileriyle gövde ve postür stabilizasyonu, vestibülospinal yolak aracılığıyla yönetilir (2). Bu refleks; otolit organlar, görsel sistem, vücut kasları ve serebellumdan gelen girdileri kullanarak denge ve postürün korunmasını sağlar (7,24). Vestibülokolik refleks (VCR), bir başka deyimle vestibüler-boyun refleksi, boyun kaslarını kullanarak yerçekimi düşeyine göre başın pozisyonunu ayarlar (2,7).

4.3. Efferent Vestibüler Sistem

İlk olarak Rasmussen, 1946 yılında yaptığı çalışmalarda olivokoklear demetlerin varlığını savunmuştur. Böylece vestibüler ve diğer tüylü hücrelere sahip

periferik organların efferent yollarla uyarılabileceği düşünülmüştür. Bu yapıların varlığını 1958'de kanıtlayan Engström ise koklear ve vestibüler organlarda iki çeşit sinir ucu olduğunu belirtmiştir (25). Bu iki çeşit sinir ucundan daha yoğun kesecik içeriklilerin efferent, daha az kesecik içeriklilerin ise afferent sinir uçları olduğu düşünülmüştür. Bunun yanı sıra Rasmussen, medial olivokoklear efferentlerinin IV. ventrikül tabanında orta hattan geçtiğini belirtmiştir. Gacek ve Lyon ise, vestibüler efferentlerin, vestibüler çekirdeklerin her iki yanından çıkış gösterdiğini kanıtlamışlardır (25). Geçmiş yıllarda yapılan bu çalışmalara rağmen efferent vestibüler sistemin kapsamlı anatomisi ve fizyolojisi halen bilinmemektedir (26).



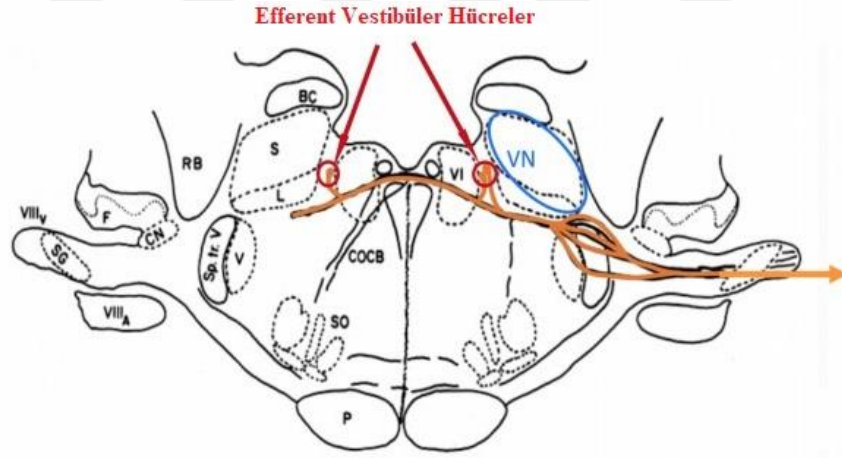
Şekil 4.3.1. Vestibüler çekirdeğin efferent yanıt çıktıları (27)

Hareket halinde semisirküler kanallar ve/veya otolit organlarda tüylü hücre aktivasyonu ve bununla beraber sinir liflerinin ateşlenmesi gerçekleşir. Labirentten alınan bu veriler primer sensör afferentleri ile beyne taşınır. Efferent yanıtlar ise beyinsapından köken alarak, periferik vestibüler sistemde tüylü hücreler ve afferentler ile sinaptik bağlantılar gerçekleştirir (26,28–30). Farklı çalışmalarda efferent vestibüler sistemin fonksiyonları hakkında farklı hipotezler bulunmaktadır. Bu hipotezlerden bazıları şu şekildedir:

- i. Aktif ve pasif hareketlerin birbirinden ayrılması.

- ii. Ortam koşullarından bağımsız vestibüler sistem hassasiyetinin korunması.
- iii. Santralden periferik vestibüler sistem hassasiyetinin korunması.
- iv. Omurilikten gelen motor komutlar ile entegrasyonunun sağlanması.
- v. Vestibüler sistem plastisitesine katkı sağlanması (26).

Efferent vestibüler sistem, her iki kulaktaki semisirküler kanallar ve otolit organlardan girdi alır ve cevap oluşturur. Fakat yapılan çalışmalar; deriye uygulanan basınç, pasif uzuv hareketleri, görsel uyaranlar ve uyku durumunun da efferent vestibüler sistemi aktive ettiğini göstermiştir (26,28–32). Bu efferent vestibüler sistemin birçok bölge ile iç içe çalıştığını ve polisaptik bağlantılar kurduğunu göstermektedir (33). Bu bölgelerden bazıları; hipotalamus, retiküler formasyon, solitary çekirdeği ve raphe çekirdeğidir (34). Bunun yanı sıra yapılan çalışmalar efferent sinir sisteminin, sempatik sinir sisteminde önemli role sahip olduğunu düşündürmektedir (26,35).



Şekil 4.3.2. Efferent vestibüler nöronlar (36)

Efferent vestibüler sistemin, vestibüler reseptörleri regüle ettiği böylece bir geribildirim döngüsü oluştuğu da düşünülmektedir. Vestibüler sistemin farklı koşullarda, farklı santral ve periferik mekanizmalar aracılığı ile kendini düzenlediği ve dengenin korunmasını sağladığı bilinmektedir (37). Fakat bu düzenlemelerin, geribildirim döngüsü içerisinde hangi santral veya periferik bölgelerde

gerçekleştirildiği hala kesin olarak bilinmemektedir (26). Efferent vestibüler sistemin işleyişinin daha iyi anlaşılması için farklı uyarılar ve koşullar kullanılarak çalışmalara devam edilmesi gerekmektedir (26).

4.4. Diğer Denge Mekanizmaları

4.4.1. Somatosensöriyel sistem

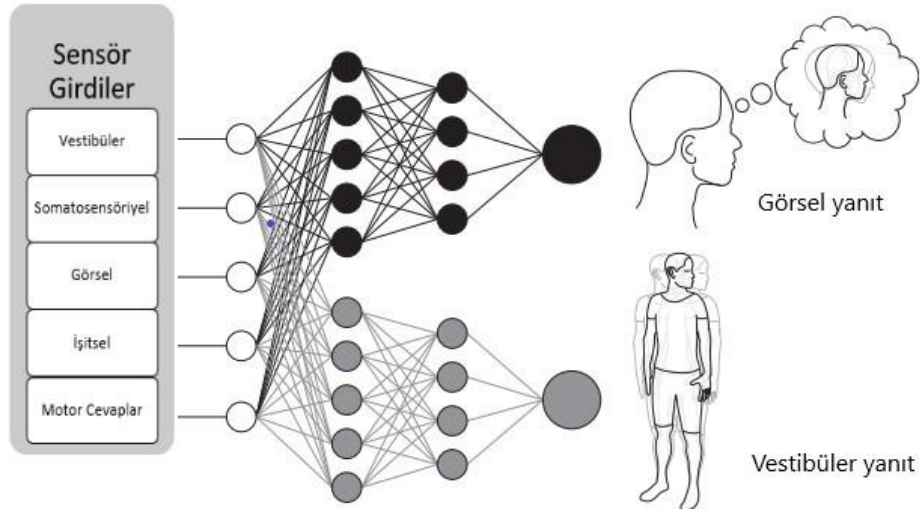
Somatosensöriyel sistem, vücut hareketleri ve pozisyonuyla beraber dokunma, basınç ve vibrasyon duyuları hakkında bilgi sağlar (38). Somatosensöriyel sistem ile bacak, kol, baş, boyun gibi birçok yerden gelen bilgiler ile uzaysal olarak vücudumuzun konumu ve onu nasıl hareket ettireceğimizin bilgisi elde edilir. Özellikle boyun ve ayak bileklerinden gelen bilgiler dengenin sağlanması ve postürün korunması adına oldukça önemlidir. Boyun kaslarından gelen somatosensöriyel bilgiler başın dönüş yönü hakkında, ayak bileklerinden gelen bilgiler vücudun hareketi ve salınımı hakkında bilgi sağlar (39). Elde edilen bilgiler üzerinde durulan yüzey alanının yapısına ve sertliğine göre değişiklik gösterir. Bu bilgiler ile denge sağlanır (20,40).

Deri, kaslar ve eklemlerdeki reseptör hücrelerden alınan girdiler kraniyal sinir gangliasından ilerleyerek spinal kord ve beyin sapına ulaştırılır. Bu afferentler, spinal kordun dorsalinde veya beyin sapında sinaps yaparak dorsal trigeminal çekirdek kompleksine iletilir. Buradaki nöronların birçoğunun aksonları alt beyin sapında çaprazlaşarak Medial Lemniscus'u (ML) oluştururlar. ML'de çaprazlaşan bilgiler buradan talamusa iletilir. Talamusun somatosensöriyel bölgelerde değerlendirilen veriler, ihtiyaç duyulması halinde buradan korteksteği ilgili alanlara iletilir (40).

4.4.2. Görsel sistem

Görsel sistem, denge ve postürün korunması adına bilgi sağlar. Görsel uyarılar; kişinin kendi hareketi, çevresi veya her ikisi hakkında olabilir. Dengenin sağlanması için beyin bu verileri hem kendi içinde hem de vestibüler ve somatosensöriyel sistemden gelen verilerle karşılaştırır ve değerlendirir. Yavaş çevre hareketleri, santral sinir sistemi tarafından beklenen ve nasıl tepki verileceği bilinen hareketlerdir. Fakat görüş alanının büyük bir kısmı hızlı hareket görüntüsüne maruz kalırsa, görsel sistem yanılmaya ve hareket hissi algılamaya daha müsaittir (39,41,42). Bunun yanı sıra görsel girdiler, vertikal düzlemdeki algımızı sağlamamıza ve yer çekimine göre hareket etmemize büyük katkı sağlarlar (39).

Görsel veriler, retinadaki fotoreseptörler ile parlaklık/kontrasta göre algılanır. Alınan veriler buradan retinal ganglion hücrelerine ve magnocellular lateral genikulat çekirdeğe gelir. Bu yapılar aracılığıyla da primer görsel korteks, orta temporal bölge ve medial superior temporal bölgelerin dorsal kısımlarında da verilerin işlenmesi gerçekleşir (39).



Şekil 4.4.2.1. Denge mekanizmalarının entegrasyonu (39)

4.5. Sensory Reweighting

Ayakta duruş ve dengenin sağlanması, genellikle bireylerin bilincine varmadan gerçekleştirebildikleri bir işlemdir. Fakat denge, her bir duysal organdan alınan verilerin etki durumlarının istikrarlı bir modifikasyonu gerektirir. Bu modifikasyonun değişken çevre koşullarında da sağlanması kompleks bir algı-motor sistemi sayesinde gerçekleştirilir (43). Postür kontrolü için gerekli motor yanıtların oluşması, duysal verilerin birlikte değerlendirilmesine dayanır. Bu duysal entegrasyon sağlanırken bütün duysal girdilerden (görsel, somatosensöriyel ve vestibüler) veriler toplanır ve “sensory reweighting” ile değerlendirmeleri yapılır (44,45). Sensory reweighting kavramı, SSS'nin buraya erişen farklı girdilere verdiği önem ve kullanımındaki ayarlamaları ifade eder (41). Güvenilir veya istikrarlı olmayan verilerle karşılaşıldığında, o girdilerin etkinliği azaltılır ve daha güvenilir olan girdilerin etkisi yeniden değerlendirilerek artırılır (45–49). Örneğin periferik vestibüler disfonksiyonu olan hastalarda, dengenin korunması için hatalı olan vestibüler girdilerin etkinliği azaltılırken, görsel veri gruplarına daha fazla ağırlık kazandırılır (50–52). Sağlıklı organizmanın dengesini koruyabilmesi için oldukça yararlı ve gerekli olan bu mekanizma, birçok ve çelişkili duysal girdilerin bulunduğu ortamlarda problem yaratabilir (53).

4.6. Vestibüler Sistemin Değerlendirilmesi

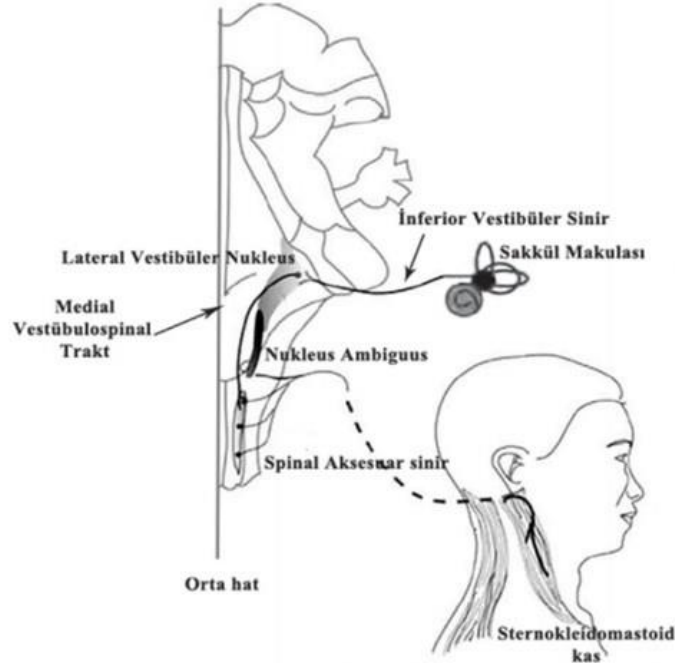
4.6.1. VEMP

Tullio, 1929 senesinde vestibüler semptomların yüksek sese maruziyet ile tetiklendiğini tanımlamıştır. Von Békésy ise 1935 yılında yüksek seslerin baş hareketlerine yol açtığını ve bu cevabın vestibüler kaynaklı olduğunu ileri sürmüştür (54). Bickford ve arkadaşları yüksek şiddetli hava yolu tone-burst uyarımları ile boyun kaslarından kısa latanslı cevaplar alındığını görmüşler. Sonraki çalışmalarda vestibüler fonksiyonları sağlam işitme kayıplı kişilerde de yanıt elde edilmesi, cevapların

vestibüler sistem kaynaklı olduğunu düşündürmüştür. Colebatch ve ark. da 1994 yılında Vestibular Evoked Myogenic Potentials (VEMP) testini klinik olarak kullanmaya başlamışlardır (55).

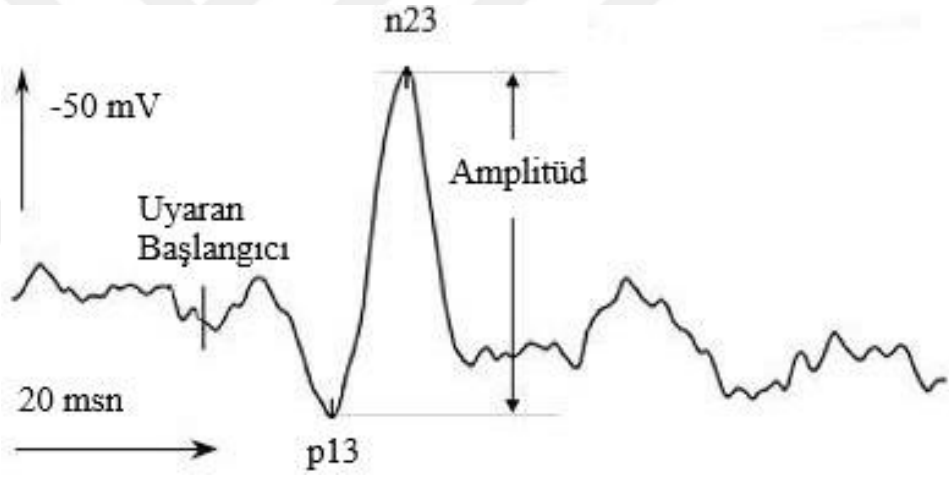
VEMP testi otolitik organların yüksek şiddetli ses uyarımı ile elde edilen kısa latanslı kas refleks cevaplarının kaydı olarak tanımlanır. Yüksek şiddetli akustik uyarının vestibüler sistemi uyarması ile ipsilateral sternocleidomastoid (SCM) kasından elektromiyografik (EMG) yanıtlar elde edilir. Bu şekilde, otolitik organların yanı sıra vestibüler sinir fonksiyonu da değerlendirilir. Servikal VEMP (cVEMP) ve oküler VEMP (oVEMP) olmak üzere iki çeşit VEMP vardır (56).

cVEMP testi, akustik uyarının sırasıyla sakkül, ipsilateral vestibüler sinir ve lateral vestibüler nükleusu uyarılmasıyla gerçekleştirilir. Devamında sırasıyla medial vestibulospinal traktus, spinal aksesory nükleus ve aksesory sinire iletilen girdi SCM kasının motor nöronlarında son bulur ve kas tonusunda inhibisyona sebep olur. Böylece cVEMP testiyle vestibülo-kollik refleks değerlendirilir (56,57).



Şekil 4.6.1.1. cVEMP cevaplarının kaynağı olan sinirsel refleks yolağı (58)

cVEMP ölçümü yapabilmek için ilk önce hastaya elektrotlar yerleştirilir. Kişinin her iki taraftaki SCM kaslarının üst 1/3'üne aktif (-) elektrot, sternuma toprak elektrot ve vertekse ise referans (+) elektrot yerleştirilir (59). Kişilerde boyunlarını bir tarafa çevirerek SCM kaslarını kasmaları istenir ve kasılı SCM tarafından uyarın verilir. Akustik uyarınlar hava veya kemik yoluyla iletilirken, titreşim ve galvanik uyarınlar da cVEMP için kullanılabilir (60). Hava yolu iletimi ile uyarın için genelde click ya da tone burst 100 dB SPL rarefaction uyarın vererek gerçekleştirilen test için 200 yanıtın kaydedilmesi yeterli olabilir. Elde edilen yanıtta kasılı SCM kasında inhibisyonun oluştuğu noktada P1 (P13), eksituar potansiyelin belirlediği yer ise N1 (N23) olarak adlandırılır. P1 yaklaşık 13. ms'de gözlenirken, N1 21-23. ms dolaylarında gözlenir (56,61).



Şekil 4.6.1.2. cVEMP dalgası (62)

cVEMP yanıtı değerlendirilirken P1 ve N1 latanslarının yanı sıra dalga amplitüdü ve sağ/sol dalga asimetrisi de değerlendirilir. cVEMP cevaplarının amplitüd değerleri 50-160 mV aralığında olmalıdır. Bunun yanı sıra normal bir bireyin kulaklararası amplitüdü arası asimetri oranı %35'in altında olmalıdır (63).

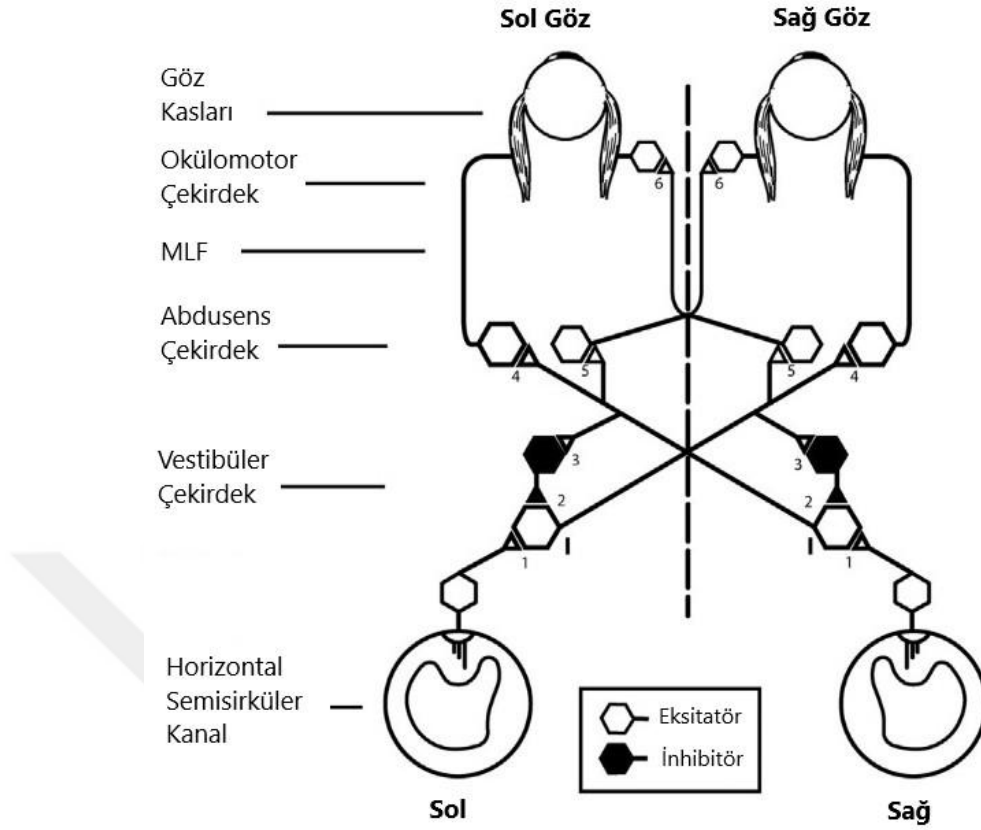
İletim tipi işitme kayıplarında, uyarın şiddeti azaldığı için amplitüdüde azalma veya dalga kaybı gözlenebilir. Lezyon yer tayini için ise retrokoklear yanıt sağlayan galvanik uyarım kullanılabilir (55,56). cVEMP testi, Superior Semisirküler

Kanal Dehisansı (SSKD), Meniere Hastalığı ve inferior vestibüler sinir tutulumlarında tanı koymak için oldukça önemli bir yere sahiptir (56). Periferik vestibüler hipofonksiyonlu kişilerde, lezyon tarafında VEMP dalgası kaybolabilir veya amplitüdü düşebilir.

4.6.2. vHIT

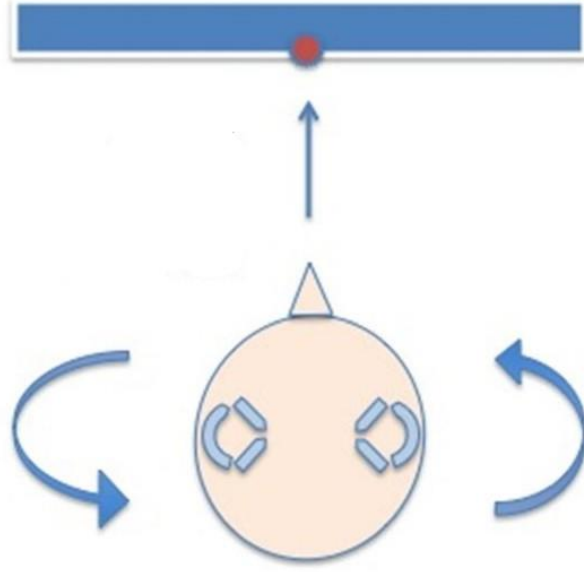
Semisirküler kanalların fonksiyonlarının değerlendirilmesi ilk olarak 1914 senesinde Kalorik Testi tanımlayan Robert Barany tarafından yapılmıştır (1988`de Curthoys ve Halmagyi, semisirküler kanalların değerlendirilmesi için Head Impulse Test yöntemini tanımlamıştır (2). Video head impulse test (vHIT), ilk defa Barany Society`nin 2004`te Paris`teki toplantısında tanıtılmış ve sonrasında Ulmer ve Chays tarafından 2005 senesinde detaylı olarak tanımlanmıştır (2).

vHIT, her bir semisirküler kanal VOR kazancının ayrı ayrı değerlendirilmesini sağlar. Bunun için Horizontal, Left Anterior Right Posterior (LARP) ve Right Anterior Left Posterior (RALP) vHIT olmak üzere üç farklı test parametresini bünyesinde barındırır. Pasif, öngörülemeyen nitelikte ve düşük amplitüdü hızlı baş ivmelenmeleri ile gerçekleştirilen bir test yöntemidir (64). VOR, ani baş hareketleri gerçekleştiğinde, hedef nesnenin görüntüsünü retinada sabit tutmaya çalışır. Bunu gözleri baş hareketinin tersi yönünde hareket ettirerek gerçekleştirir. vHIT kazancı, gözlerin yavaş faz hızının, baş hareketinin hızına oranıdır. Yapılan çalışmalara göre sağlık bireylerde vHIT kazançları 0.70 ve daha yüksek olmalıdır (64–66).



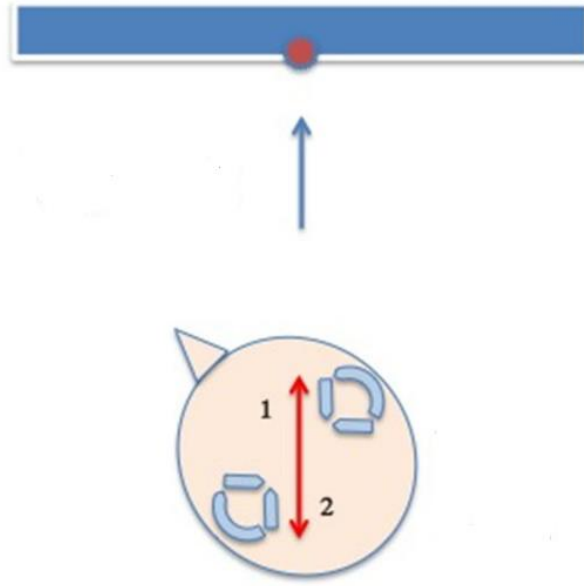
Şekil 4.6.2.1. Vestibulooküler refleks yolağı (67)

VOR; periferik vestibüler sistemdeki semisirküler kanallar, vestibüler çekirdek, okülomotor çekirdek ve ekstra-oküler kaslar ile çalışır (64,67). Kişinin başı bir tarafa döndürüldüğünde o taraftaki afferentlerin uyarılması aynı taraftaki vestibüler çekirdeği de uyarır. Vestibüler çekirdeğin uyarılması, karşı taraftaki abducens çekirdeği innerve eder ve baş hareketi telafi edici yavaş fazı hareket yönünün tersine göz hareketleri oluşur (65). Abducens çekirdek, MLF ile karşı okülomotor çekirdeği aktive eder ve bu taraftaki gözün medial rektus kası inerve olur. Bu yol iki gözün konjuge hareketini sağlar (65,67). Serebellum VOR yolağına giren verileri kontrol eder ve gerekli durumlarla VOR'un baskılanmasında görev alır (65,67-69).



Şekil 4.6.2.2. Horizontal vHIT (64)

vHIT testi sırasında kişi, gözleriyle sabit bakacağı noktaya 1 metre mesafede oturur. Hangi semisirküler kanallar için test yapılacaksa baş ona uygun pozisyona getirilir. Baş 10° - 20° arasında, 150-200 ms süresince, $200^{\circ}/s$ hız ve 2000 - $6000^{\circ}/s^2$ ivme ile hareket ettirilir (64,65). Gözler, baş hareketinden sonra oldukça hızlı, 8 ms latanslı, cevap vererek harekete geçerler (70). Kişiyi test esnasında karşısındaki noktaya sabit bakması söylenir ve buna bağlı olarak VOR kazançları ölçülür (64).



Şekil 4.6.2.3. Vertikal vHIT (64)

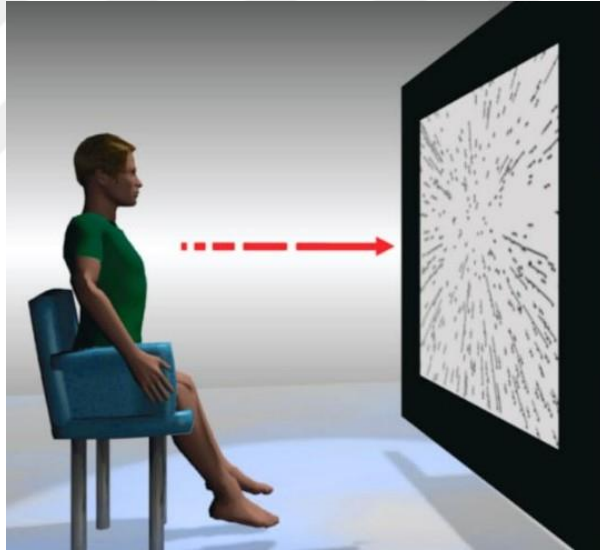
Matino-Soler ve ark., vHIT kazançlarının yaş, baş hızı, cinsiyet ve uyaran yönünden etkilenimini araştırmış ve kazançların bu durumlardan etkilenmediğini göstermişlerdir (71). Benign paroxysmal positional vertigo (BPPV), VOR kazançlarını etkilemediği için BPPV hastalarının vHIT sonuçları normal çıkar (72). Vestibüler Schwannoma için tek başına tanılayıcı bir test olmayan vHIT, kalorik testin yanında onu destekleyici nitelik gösterebilir (66,72). Meniere Hastalığı olanlarda ise vHIT, kalorik test kadar güvenilir sonuçlar göstermemesine rağmen yine de korelasyon sağlamak adına değerli bir test yöntemi olarak kabul edilir (66).

4.7. Optik İllüzyon

Hermann von Helmholtz, görsel algının kişilerin bilinci dışında gerçekleştiğini ortaya atan ilk kişidir (73,74). Günümüzde illüzyon kavramının kesin ve herkesçe kabul gören bir tanımı henüz yapılamamıştır. En basit ve kabul gören şekilde tanımlanacak olursa; duysal organlarımız yardımıyla algıladıklarımız ile gerçeklik arasında çatışma yaratan olaylara “*illüzyon*” denir (75,76). İllüzyonlar

algılanan deneyimler ile ölçülebilir deneyimlerin karşılaştırılması ile değerlendirilebilir (76).

Görme, duysal girdileri toplayan gözler ile birlikte bunları anlamlandıran beyin aracılığıyla gerçekleşir. Toplanan duysal veriler optik sinir ile santral sinir sistemine taşınır. Beynin çok büyük bir bölümü görsel verilerin algılanması ve analiz edilmesiyle ilgilidir. Diğer bir deyişle, görülen nesnenin algılanması ve ayırt edilmesi beyin için oldukça karmaşık bir süreçtir. Kortekste bu veriler, hafıza ve yorumlama (algı) ile birleştirilerek, bütün resim oluşturulur. Optik illüzyonlar, algıladığımız/beklediğimiz durum ile görsel sistemden aldığımız verilerin birbirleri ile uyumsuz oldukları durumlarda oluşur. Böylesi çelişkilerde, beynimiz eksik bilgileri kendisi tamamlamaya çalışır ve mevcut olmayan bir görüntü ve/veya hareketi algılamamıza veya yanlış yorumlamamıza sebep olabilir.



Şekil 4.7.1. Santral ve periferik görüş açılarını kaplayan optik illüzyon (77)

Santral ve periferik görüş açılarını kaplayan tutarlı hareket görsellerine maruz bırakılan hareketsiz bireyler (Şekil 4.7.1.), genellikle (yanlış olarak ve illüzyon etkisiyle) kendilerini hareket ediyormuş gibi hissederler. Kişilerin hissettikleri hareket algısı çoğunlukla optik illüzyon uyarısının tersi yönündedir. Bu şekilde optik illüzyon ile tetiklenen hareket algısı “*vectio*n” olarak tanımlanmaktadır (78–80).

5. METOT VE MATERYAL

5.1. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

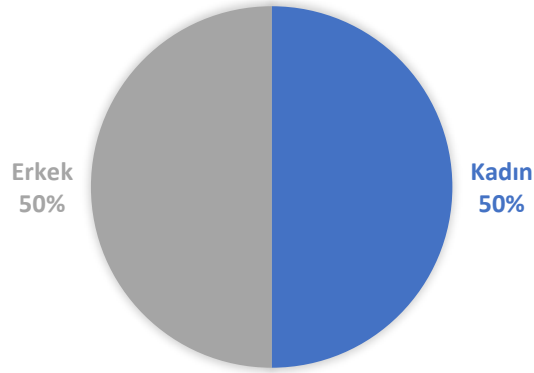
Bu alışma, İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Klinik Odyoloji Yüksek Lisans tezi kapsamında, İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Laboratuvarlarında Ekim 2018 – Haziran 2019 tarihleri arasında gerçekleştirildi.

5.2. Etik Kurul Onayı

Çalışma öncesinde, “İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik alışmalar Etik Kurulu” tarafından 05.10.2018 tarihli ve 10840098-604.01.01-E.44132 sayılı onay alındı. Araştırmaya katılan tüm katılımcılara, çalışmanın amacı, çalışmada uygulanacak test yöntemleri ve çalışmanın ne kadar süreceği anlatılarak “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” imzalatıldı (EK 1).

5.3. Bireyler

Çalışmaya 18-25 yaşları arasındaki genç yetişkinler dahil edildi. 54 katılımcının 27’si kadın, 27’si erkektir (Şekil 5.3.1.).



Şekil 5.3.1. Çalışmada yer alan bireylerin cinsiyet dağılımları

Araştırma Grubunun Dahil Edilme Kriterleri:

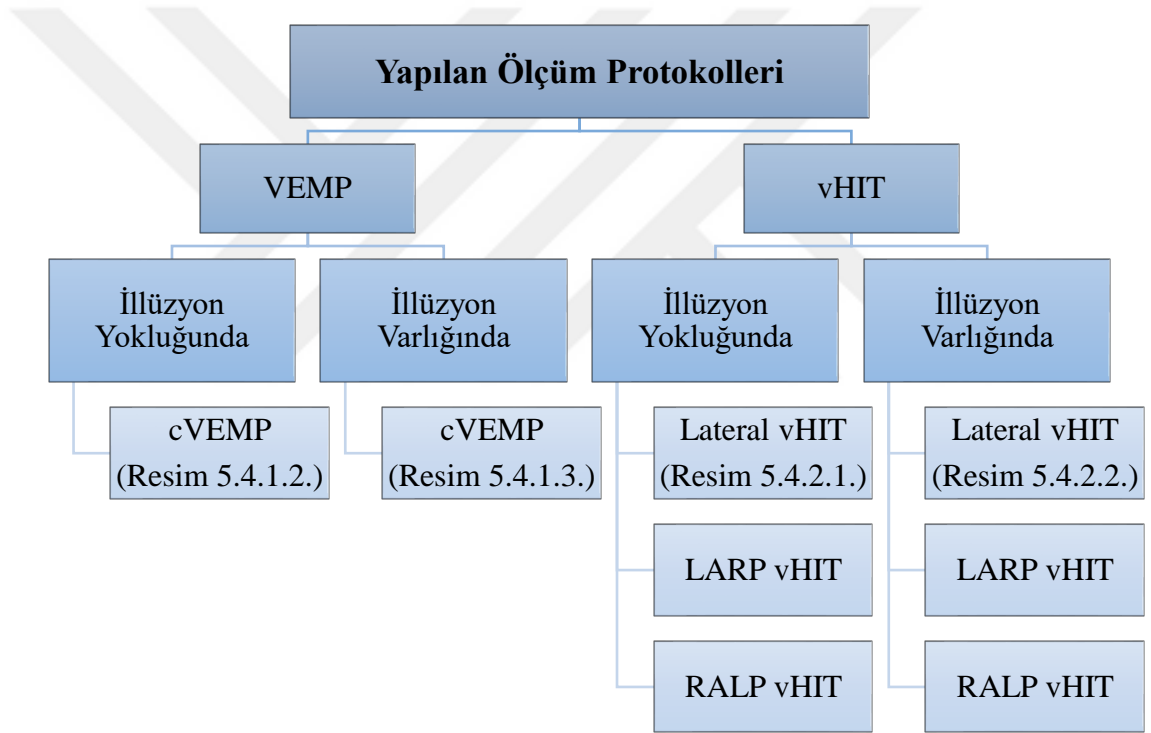
- 18-25 yaş arası olması,
- Araştırmaya gönüllü olarak katılmayı kabul etmiş olması ve Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formunu imzalaması,
- Son altı ay içerisinde herhangi bir baş dönmesi atağı veya dengesizlik geçirmemiş olması,
- Günlük hayatta kendini dengeli hissediyor olması.

Araştırma Grubundan Dışlanma Kriterleri:

- Herhangi bir görme sorununun bulunması,
- Herhangi bir fiziksel (boyun) rahatsızlık tanısının konması,
- Psikolojik ve/veya nörolojik bozukluk hikayesinin olması,
- Alışkanlık derecesinde alkol alması ve/veya vestibüler supresan ilaç kullanması.

5.4. Yapılan Ölçümler

Çalışmaya dahil edilen kadın ve erkek bireyler randomize olarak sayıları eşit iki gruba bölündü. Bu gruplardan birine ilk önce vHIT, diğerine ilk önce VEMP testi uygulandı. Her iki test için de boyun kaslarının kullanımı gerekli olduğundan, iki testin de aynı seansta yapılmasının ikinci yapılan testin sonuçlarını bozacağı düşünüldü. Testler ilkin optik illüzyon yokluğunda oturur, sonra optik illüzyon varlığında yine oturur pozisyonda gerçekleştirildi.



Şekil 5.4.1. Çalışmada kullanılan ölçüm protokolleri

5.4.1. VEMP test yöntemi

Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller test bataryası, “*Interacoustics Eclipse*” cihazında yer alan cVEMP modülü kullanılarak yürütüldü. Katılımcılara

yalnızca cVEMP değeriendirilmesi yapıldı. Hasta cVEMP testine hazırlanırken, ilk önce SCM kası ve kasın $\frac{1}{3}$ 'ü tespit edildi. Katılımcıya takılan elektrotlar, iki tarafta SCM kasının üst $\frac{1}{3}$ 'üne simetrik şekilde (aktif elektrot), vertekse (referans elektrot) ve sternum kemiğine (toprak elektrot) yerleştirildi. Hastaya elektrotlar takılmadan önce, elektrotların takılacağı yüzeyler Weaver and Company marka “Nuprep Skin Prep Gel” kullanılarak gazlı bez ile silindi. Dört adet altın kaplama “Yüzeyel Disk Elektrot” kullanıldı. Elektrotların içine Weaver and Company marka “Ten20 EEG Conductive Paste”, elektrotların yüzey alanını tamamen kaplayacak şekilde sürüldü. Nova Fix marka “Tıbbi Elastik Flaster” kullanılarak, pasta sürülmüş elektrotlar silinmiş bölgelere sabitlendi. Elektrotlar takıldıktan sonra; her bir elektrot empedansının 5 kOhm'un, elektrotlar arası empedansların da 3 kOhm'un altında olmasına dikkat edildi. İşitsel uyarın vermek için “E-A-RTONE™ 3A Insert Earphone” kulaklıklar kullanıldı.



Resim 5.4.1.1. cVEMP elektrot yerleşimi

Teste başlamadan önce hastaların boyunlarını, testi uygulayabilecek kadar çevirebildikleri kontrol edildi. Interacoustics Eclips cihazında test yapılırken EMG monitörü, kasın gerektiği kadar kasılıp kasılmadığı hakkında görsel bir geribildirim sağlamaktadır. Kırmızı alan, kasılmanın çok az veya çok fazla olduğunu gösterirken, yeşil alan kasılmanın ideal olduğunu gösterir. Bu görsel geribildirim test esnasında doğru kasılmayı sağlamalarına yardımcı olduğu için, katılımcılar test sırasında monitörü görebilecekleri şekilde konumlandırıldı (Resim 5.4.1.2.).

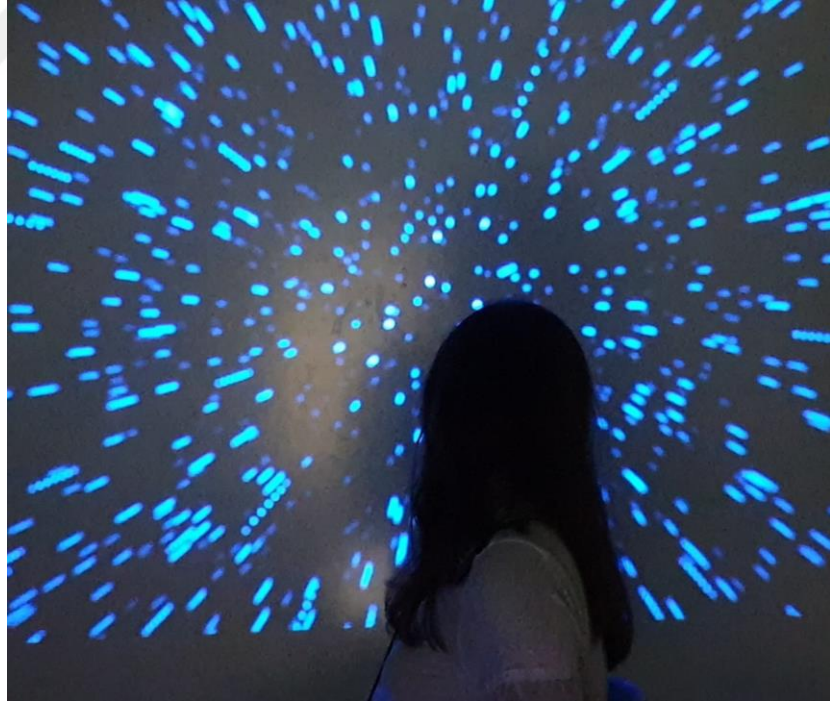
Teste başlarken hastaların dik ve rahat bir pozisyonda sandalyede oturmaları istendi. Katılımcıların kayıtları “*OtoAccess® Veri Tabanına*” yapıldıktan sonra, sağ ve sol dış kulak kanallarına sünger prob yerleştirildi. Katılımcılar monitörü görebilecekleri şekilde oturtuldu ve EMG monitöründen kontrol ederek ilk önce sağ, sonra sol SCM kaslarını boyunlarını çevirerek kasmaları istendi. Katılımcılardan ses uyarısını duyduğu sürece SCM kaslarını kasılı tutmaları istendi. Sırasıyla sağ ve sol kulağa takılı insert kulaklık yardımıyla işitsel uyarın verilererek cVEMP kayıtları alındı. SCM kasının kasılma düzeyi testi yapan kişi tarafından da test süresi boyunca kontrol edilerek ideal kasılma aralığında kalması sağlandı.

Katılımcılara test boyunca 100 dB SPL şiddetinde 500 Hz Tone Burst uyarın sunuldu. Kişiyeye uyarın verilirken 200 sweep ile kayıtlama yapıldı. Her bir kulak için iki adet trase alındı. Karşı kulak için de aynı işlem tekrarlandı.

Optik illüzyon varlığında VEMP testi yukarıda tanımlanan protokolün tıpatıp aynısı uygulandı. Ancak bu sefer katılımcılar bilgisayar ekranına dönük oturmak yerine, optik illüzyonun verildiği akıllı tahtaya dönük oturdular (Resim 5.4.1.3.). Kişiler test edilen kulağın karşı tarafındaki omuzları üzerinden tahtayı izlediler. Kişiler akıllı tahtaya, santral ve periferik tüm görüş açıları optik illüzyon ile kaplanacak konumda oturdular. Optik illüzyonun tüm görme alanını etkili bir şekilde kaplamasını sağlamak için ortam ışıkları tamamen kapatıldı. Kişilerin SCM kaslarını, yeteri kadar kasıp kasmadıkları test süresince testi yapan kişi tarafından kontrol edildi.



Resim 5.4.1.2. cVEMP testi uygulaması



Resim 5.4.1.3. cVEMP testi sırasında optik illüzyon oluşturulması

5.4.2. vHIT test yöntemi

Video Hit Impulse Testi, “*Micromedical VisualEyes Videonistagmografi*” cihazı kullanılarak yapıldı. vHIT içerisinde Lateral vHIT, Left Anterior Right Posterior (LARP) vHIT ve Right Anterior Left Posterior (RALP) vHIT protokolleri bulunmaktadır. Katılımcılara bu üç test protokolü de uygulandı. Test sırasında “*Interacoustics MMT BG 3.0*” gözlüğü kullanıldı.

Katılımcılardan akıllı tahtadan 1 m uzaklığa sabit duran bir sandalyeye, rahat edebilecekleri şekilde oturmaları istendi. Akıllı tahtanın üzerinde, kişilerin göz hizalarına gelecek şekilde bir referans noktası belirlenip teste başlamadan önce bu referans noktasına bir işaret yerleştirildi. Her bir katılımcı için referans noktası revize edilerek, kişinin boyuna göre yeniden ayarlandı. Kişilerden test süresince bu referans noktasına, olabildiğince gözlerini kırpmadan bakmaları istenerek testi yapan kişi tarafından bunun kontrolü sağlandı.

Katılımcıların kayıtları “*Spectrum*” yazılımında yapıldı. Kayıt yapıldıktan sonra kişilere test gözlükleri takılarak pupillerin konumu ve parlaklığı ayarlandı. Pupillerin konumu ve parlaklığı ayarlandıktan sonra, teste başlamadan önce her katılımcı için kalibrasyon yapıldı. Test süresince katılımcıların boyunlarını serbest bırakmaları istendi. Testi yapan kişi, katılımcıların arkasında ayakta durarak vHIT protokolünü uyguladı (Resim 5.4.2.1.).

Lateral vHIT, testi yapan kişinin katılımcının başını sağa-sola küçük, pasif ve ani bir şekilde hareket ettirmesinden oluşur. Kişinin başı, lateral kanalı yere paralel konuma getirmek için, 30° öne eğik tutuldu. Testi yapan kişi ellerini katılımcının çenesinin iki yanına, gözlüğe ve gözlük bandına temas etmeyecek şekilde yerleştirmeye özen gösterdi. Baş 30° sağa veya sola ani biçimde çevrildi. Hastaya yaptırılan baş hareketlerinin yönünün ve şiddetinin tahmin edilemez (randomize) nitelikte olmasına dikkat edildi. Aynı zamanda başı bir tarafa ani bir şekilde çevirdikten sonra oluşan “bounce-back” durumu en aza indirgenmeye çalışıldı. Bunu sağlamak için her uyarı kısa ve ani bir “çevir ve durdur” şeklinde gerçekleştirildi. Lateral vHIT için her bir katılımcının başı 20 kere sağa, 20 kere sola çevrildi.

vHIT ile vertikal semisirküler kanalların değerlendirilmesinde kişiler vücutları karşıya dönükken, başları referans noktasından 45° sağa veya sola döndürülerek konumlandırıldı. Katılımcılardan test boyunca yine tam karşılarındaki referans noktasına odaklanmaları istendi. LARP vHIT`de kişinin başı sağa dönük pozisyondayken öne ve arkaya 30° açıyla ittirildi. Aynı şekilde RALP vHIT için ise kişinin başı sola çevrilmiş ve yine 30° açıyla öne ve arkaya ittirildi. Lateral vHIT`de olduğu gibi hareketlerin küçük, ani ve tahmin edilemez olmalarına özen gösterildi. Vertikal vHIT için öne ve arkaya 20`şer kere ani baş hareketi uygulandı. Bütün katılımcılara tanımlanan testler aynı kişi tarafından uygulandı.

Yukarıda tanımlanan vHIT uygulamaları optik illüzyon varlığında, normal test protokolünün tıpatıp aynısı olarak tekrar edildi. Katılımcıların baktıkları referans noktasının işaretli olduğu akıllı tahta üzerine cVEMP testinde kullanılan illüzyonun aynısı yansıtıldı (Resim 5.4.2.2.). Kişiler test boyunca optik illüzyon ile üst üste binmiş olan referans noktasını izlediler. Kişilerin santral ve periferik görüş açıları tamamen kaplayacak şekilde ayarlama yapıldı. Optik illüzyonun etkili olması adına test yapılırken ortam ışıkları tamamen kapatıldı. Bu şekilde optik illüzyonun tüm görüş alanlarını kapladığına emin olundu. Katılımcılar, optik illüzyon varlığında ve yokluğunda, vHIT uygulamaları sırasında hedefteki noktadan 1 m uzakta teste tabi tutuldular.



Resim 5.4.2.1. vHIT uygulaması



Resim 5.4.2.2. vHIT sırasında optik illüzyon oluşturulması

5.4.3. Subjektif değerlendirme

Çalışmada, yapılan testler sonrasında, katılımcılardan bireysel bilgiler alabilmek adına bir anket doldurmaları istendi (EK 2). Bu anket ile kişilerin test yapılırken kendilerini ne kadar “dengeli” hissettikleri sorgulandı. Bununla birlikte dengesizlik ile ilişkilendirilen mide bulantısı durumu da değerlendirildi. Kişilerin optik illüzyonu izlerken de kendilerini ne kadar “dengeli” hissettikleri sorgulandı. Eğer hissettikleri durum, verilen şıklarda sunulmamışsa ayrıca belirtmeleri istendi. Ankette kişilerin sağ/sol el dominansları da sorgulandı. Anket sonuçları yüzdeler olarak ifade edildi.

5.5. Optik İllüzyon

Optik illüzyon “*Lenovo IdeaPad 110*” marka bilgisayar kullanılarak, “*UST BenQ*” markalı projeksiyon cihazı ile geniş akıllı tahtaya yansıtıldı. Optik illüzyon varlığında testleri süresince illüzyon katılımcılara izletildi. Optik illüzyon uyarıları, siyah arka plan üzerine 1000 adet mavi nokta olacak şekilde yerleştirilmişti. Mavi noktalar radial olarak merkezden dışa doğru hareket edecek şekilde ayarlanmıştı. Uyarıcı mavi noktalar, “*30m x 30m x 80m*”lik sanal bir yüzey alanında “*6 m/s*” hızla hareket etmekteydi (81).

5.6. Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışmaya gönüllü olarak katılım sağlayan bireylere normal koşullarda ve optik illüzyon varlığında vHIT ve cVEMP testleri uygulandı. Kişilerin test sonuçları daha sonra değerlendirildi.

5.6.1. VEMP verilerinin değerlendirilmesi

cVEMP, periferik vestibüler organların uyarılması sonucu kasların kasılma ve gevşemesinin ölçüldüğü elektromiyografik bir test yöntemidir. Çalışmaya dahil edilen katılımcılarda cVEMP testinde oluşan dalgaların P1 ve N1 tepe noktalarının ölçüm değerleri istatistiksel analize tabi tutuldu. Bu negatif ve pozitif tepe noktalarının amplitüd ve latans değerleri ölçüldü. Bu tepe noktalarının latansları (P1 ve N1), interlatans değerleri (P1N1), amplitüdüleri ve sağ/sol kulak asimetri oranları değerlendirildi. İllüzyon yokluğunda ve varlığında yapılan testlerin sonuçları birbiriyle karşılaştırıldı.

5.6.2. vHIT verilerinin değerlendirilmesi

vHIT ile katılımcıların sağ ve sol vestibüler labirentlerinde bulunan altı semisirküler kanal [Right Lateral (RL), Left Lateral (LL), Right Posterior (RP), Left Anterior (LA), Right Anterior (RA) ve Left Posterior (LP)] değerlendirildi.

5.7. İstatistiksel Analiz

Çalışmadaki verilerin istatistiksel analizleri, “*Statistical Package for the Social Sciences version 22 (SPSS-22)*” ile gerçekleştirildi. Yapılan analizlerin güven aralığı %95 düzeyinde değerlendirmeye alındı ve istatistiksel anlamlılık seviyesi $p \leq 0.05$ olarak kabul edildi. Verilerin tanımlayıcı istatistikleri ortalama ve standart sapma (Ort. \pm SS) olarak belirtildi. Verilerin normal dağılımı “Kolmogorov–Smirnov Test” kullanılarak incelendi. Bu teste göre verilerin normal dağılım göstermediği anlaşıldığından, istatistiksel analiz için nonparametrik testler kullanıldı. Oturarak ve optik illüzyon varlığında oturarak gerçekleştirilen vHIT ve cVEMP testlerinin arasındaki farklılıklar, “Wilcoxon Sign Rank Test” kullanılarak karşılaştırıldı.

6. BULGULAR

Bu çalışmanın katılımcıları, İstanbul Medipol Üniversitesi'nde okuyan veya çalışan 54 kişiden oluşmaktadır. Çalışmada tek bir grup bulunmaktadır. Bu gruba iki farklı koşulda testler uygulandı.

6.1. Demografik Özellikler

Çalışmaya 18-25 yaşları arasındaki gönüllü bireyler dahil edildi. Grubun demografik özellikleri Tablo 6.1.1.'de verilmiştir.

Tablo 6.1.1. Çalışma Grubunun Demografik Özellikleri

Özellik	
Cinsiyet, n (K/E)	27/27
Yaş Ort.±SS	21.07±1.35
Boy Ort.±SS	168.89±8.84
Kilo Ort.±SS	60.99±11.16
Dominant El (Sağ/Sol)	46/8

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma

6.2. cVEMP Değerlerinin Karşılaştırılması

İki farklı koşulda uygulanan cVEMP testiyle elde edilen bağımlı veriler "Wilcoxon Sign Rank Test" kullanılarak karşılaştırıldı. Karşılaştırmanın sonuçları Tablo 6.2.1., Tablo 6.2.2., Tablo 6.2.3., Tablo 6.2.4., Şekil 6.2.1., Şekil 6.2.2., Şekil 6.2.3. ve Şekil 6.2.4.'te verildi.

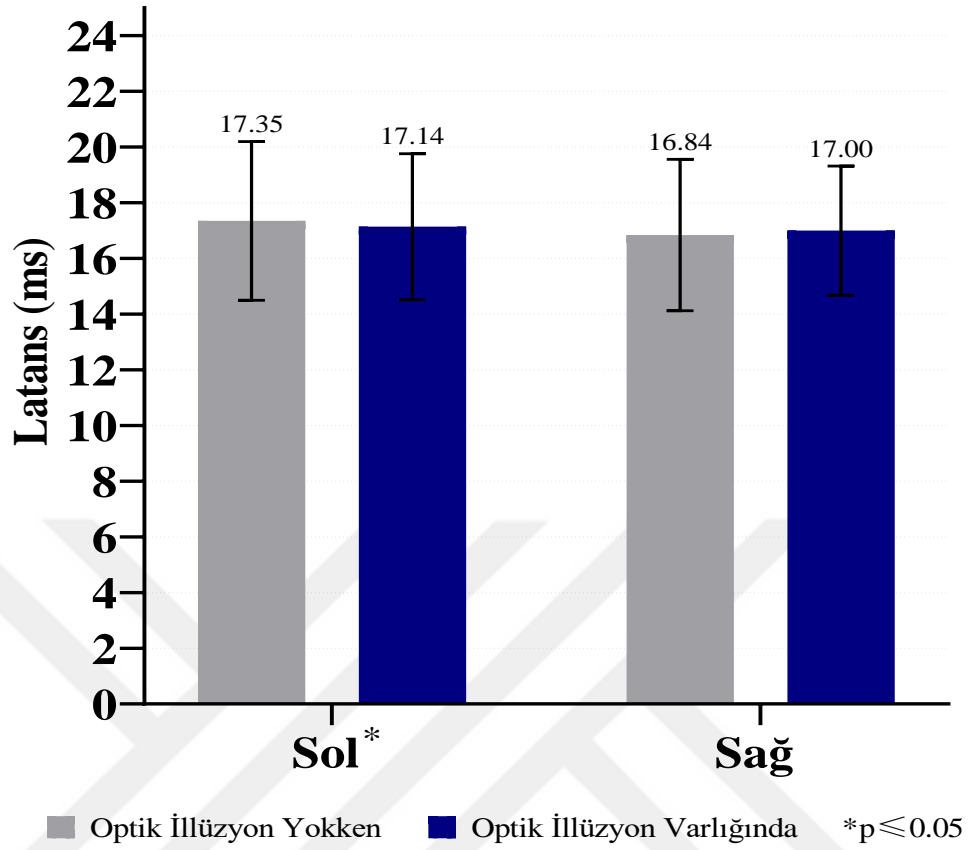
Katılımcılara uygulanan cVEMP testinde elde edilen verilerden P1 latansları her iki koşul için karşılaştırıldığında sol taraf için istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilirken ($p \leq 0.05$), sağ taraf için istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmedi ($p > 0.05$) (Tablo 6.2.1. ve Şekil 6.2.1.).

Tablo 6.2.1. Optik İllüzyon Varlığında ve Yokluğunda cVEMP P1 Latans Değerlerinin Karşılaştırılması

	Sol cVEMP P1 Latansı	Sağ cVEMP P1 Latansı
	Ort.±SS	Ort.±SS
Optik İllüzyon Yokluğunda	17.35±2.85	16.84±2.72
Optik İllüzyon Varlığında	17.14±2.62	17.00±2.32
p	0.039*	0.253

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, cVEMP: Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential

* $p \leq 0.05$



Şekil 6.2.1. Optik illüzyon varlığında ve yokluğunda cVEMP P1 latans değerlerinin karşılaştırılması

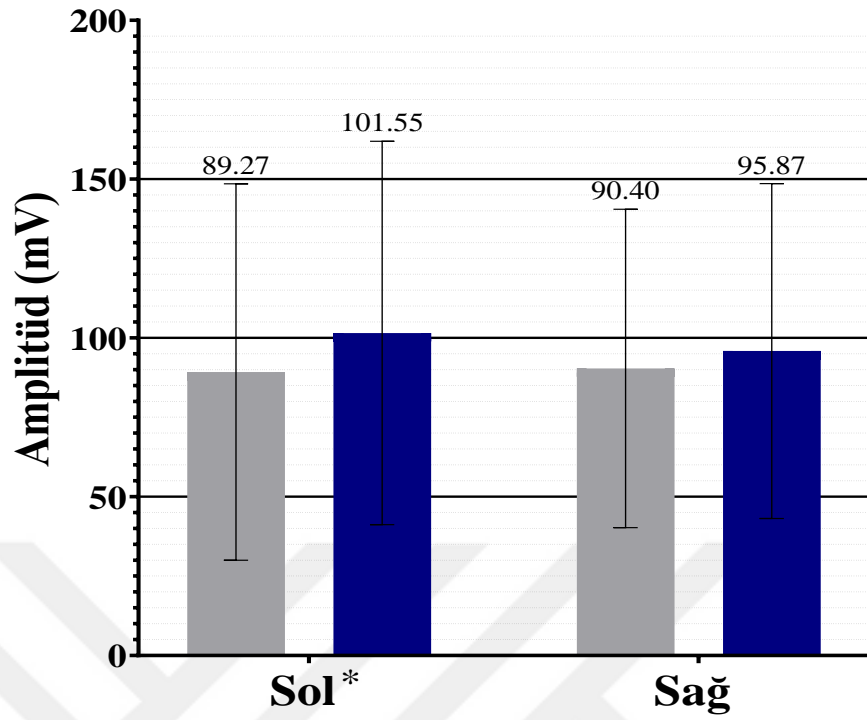
Kişilerin cVEMP sonuçlarında P1-N1 tepe noktaları arasındaki amplitüd değerleri uygulanan iki koşul için karşılaştırıldığında sol taraf için istatistiksel olarak anlamlı fark bulunurken ($p \leq 0.05$), sağ taraf için istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadı ($p > 0.05$) (Tablo 6.2.2. ve Şekil 6.2.2.).

Tablo 6.2.2. Optik İllüzyon Varlığında ve Yokluğunda cVEMP P1-N1 Amplitüd Değerlerinin Karşılaştırılması

	Sol cVEMP P1-N1 Amplitüdü Ort.±SS	Sağ cVEMP P1-N1 Amplitüdü Ort.±SS
Optik İllüzyon Yokluğunda	89.27±59.29	90.40±50.10
Optik İllüzyon Varlığında	101.55±60.37	95.87±52.71
p	0.003*	0.176

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, cVEMP: Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential

*p≤0.05



■ Optik İllüzyon Yokken ■ Optik İllüzyon Varlığında * $p \leq 0.05$

Şekil 6.2.2. Optik illüzyon varlığında ve yokluğunda cVEMP P1-N1 amplitüd değerlerinin karşılaştırılması

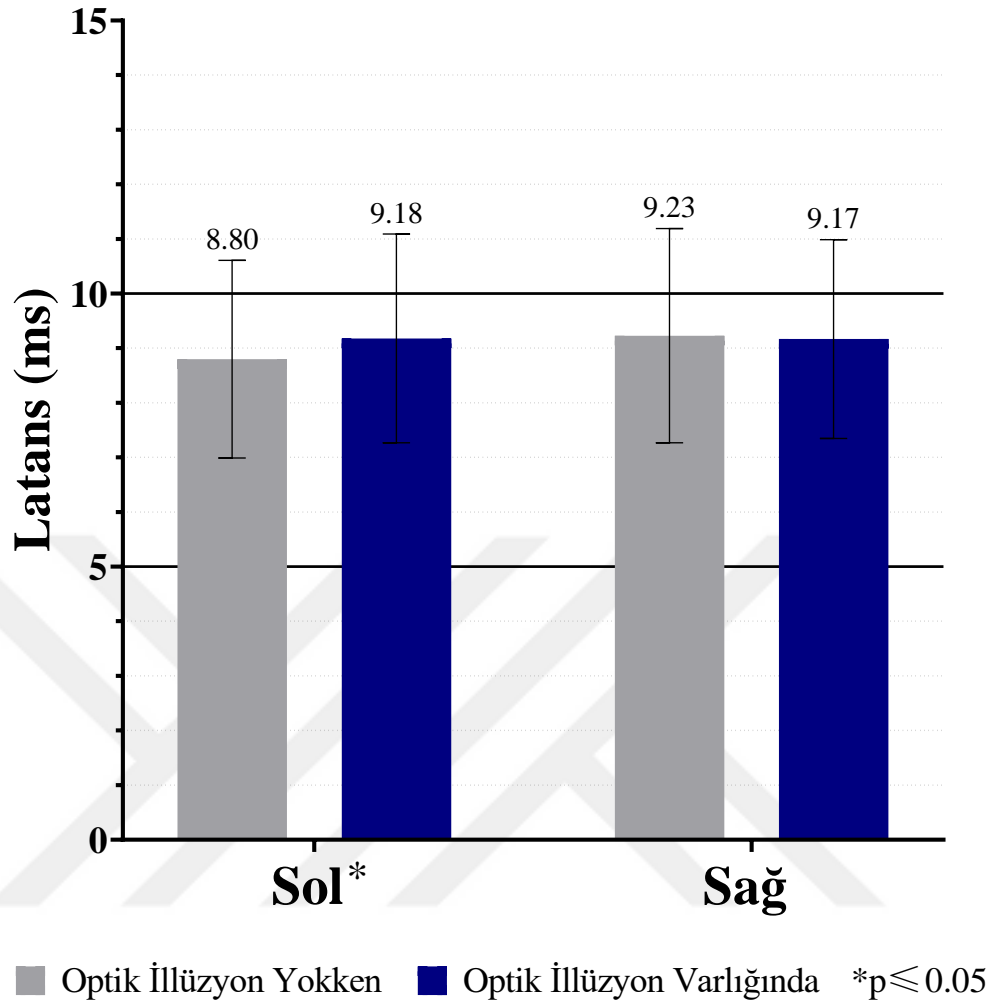
P1 ve N1 tepe noktaları arasında kalan interpike latans verisinde de sol taraf için istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilirken ($p \leq 0.05$), sağ taraf için istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmedi ($p > 0.05$) (Tablo 6.2.3. ve Şekil 6.2.3.).

Tablo 6.2.3. Optik İllüzyon Varlığında ve Yokluğunda cVEMP P1-N1 İnterlatans Değerlerinin Karşılaştırılması

	Sol cVEMP P1-N1	Sağ cVEMP P1-N1
	Latansı	Latansı
	Ort.±SS	Ort.±SS
Optik İllüzyon Yokluğunda	8.80±1.81	9.23±1.96
Optik İllüzyon Varlığında	9.18±1.91	9.17±1.82
p	0.022*	0.896

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, cVEMP: Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential

*p≤0.05



Şekil 6.2.3. Optik illüzyon varlığında ve yokluğunda cVEMP P1-N1 latans değerlerinin karşılaştırılması

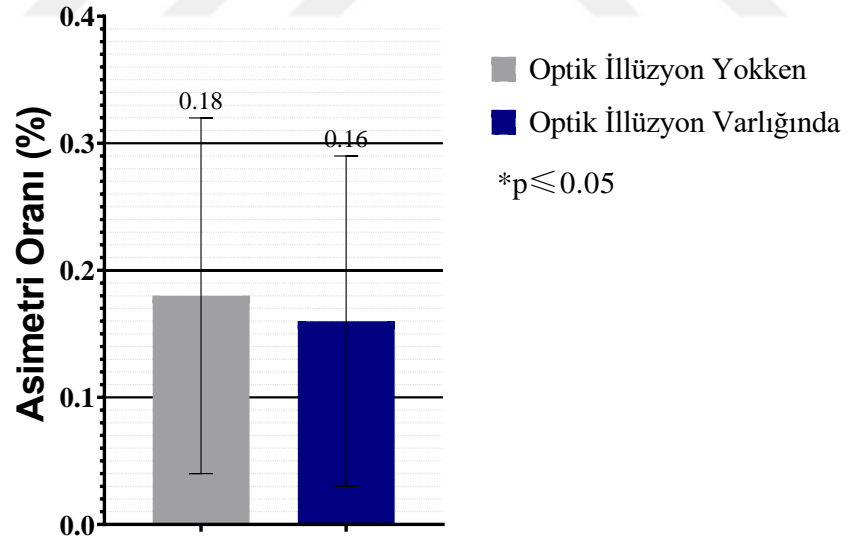
Sağ ve sol taraftan elde edilen dalga amplitüdüleri arasındaki asimetri değerlerinde, her iki koşul karşılaştırıldığında, istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmedi ($p > 0.05$) (Tablo 6.2.4. ve Şekil 6.2.4.).

Tablo 6.2.4. Optik İllüzyon Varlığında ve Yokluğunda cVEMP Sağ/Sol Asimetri Değeri Karşılaştırılması

Sağ/Sol cVEMP Asimetri Değeri	
Ort.±SS	
Optik İllüzyon Yokluğunda	0.18±0.14
Optik İllüzyon Varlığında	0.16±0.13
p	0.291

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, cVEMP: Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potential

*p≤0.05



Şekil 6.2.4. Optik illüzyon varlığında ve yokluğunda cVEMP sağ/sol asimetri değeri karşılaştırılması

6.3. vHIT Değerlerinin Karşılaştırılması

İki farklı koşulda uygulanan vHIT ile elde edilen VOR kazançlarını temsil eden bağımlı veriler “Wilcoxon Sign Rank Test” kullanılarak karşılaştırıldı. Karşılaştırmanın sonuçları Tablo 6.3.1., Tablo 6.3.2., Tablo 6.3.3.’de ve Şekil 6.3.1.’de sunulmuştur.

Lateral vHIT değerlendirmesinde, sağ lateral kanal VOR kazançlarında anlamlı fark elde edilirken ($p \leq 0.05$), sol lateral kanal VOR kazançlarında anlamlı bir fark saptanmadı ($p > 0.05$) (Tablo 6.3.1. ve Şekil 6.3.1.).

Tablo 6.3.1. Optik İllüzyon Varlığında ve Yokluğunda Lateral Kanal vHIT VOR Kazançlarının Karşılaştırılması

	Sol Lateral vHIT VOR	Sağ Lateral vHIT VOR
	Kazancı	Kazancı
	Ort.±SS	Ort.±SS
Optik İllüzyon Yokluğunda	0.91±0.09	0.93±0.08
Optik İllüzyon Varlığında	0.92±0.06	0.96±0.06
p	0.458	0.039*

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, vHIT: Video Head Impulse Test, VOR: Vestibulo Oküler Refleks

* $p \leq 0.05$

Optik illüzyon varlığında ve yokluğunda yapılan anterior kanal vHIT`de elde edilen veriler karşılaştırıldığında sağ anterior kanal ve sol anterior kanal için de anlamlı farklar elde edildi. ($p \leq 0.05$) (Tablo 6.3.2. ve Şekil 6.3.1.).

Tablo 6.3.2. Optik İllüzyon Varlığında ve Yokluğunda Anterior Kanal vHIT VOR Kazançlarının Karşılaştırılması

	Sol Anterior vHIT VOR	Sağ Anterior vHIT VOR
	Kazancı	Kazancı
	Ort.±SS	Ort.±SS
Optik İllüzyon Yokluğunda	0.93±0.10	0.96±0.12
Optik İllüzyon Varlığında	1.00±0.11	1.01±0.10
p	0.002*	0.006*

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, vHIT: Video Head Impulse Test, VOR: Vestibulo Oküler Refleks

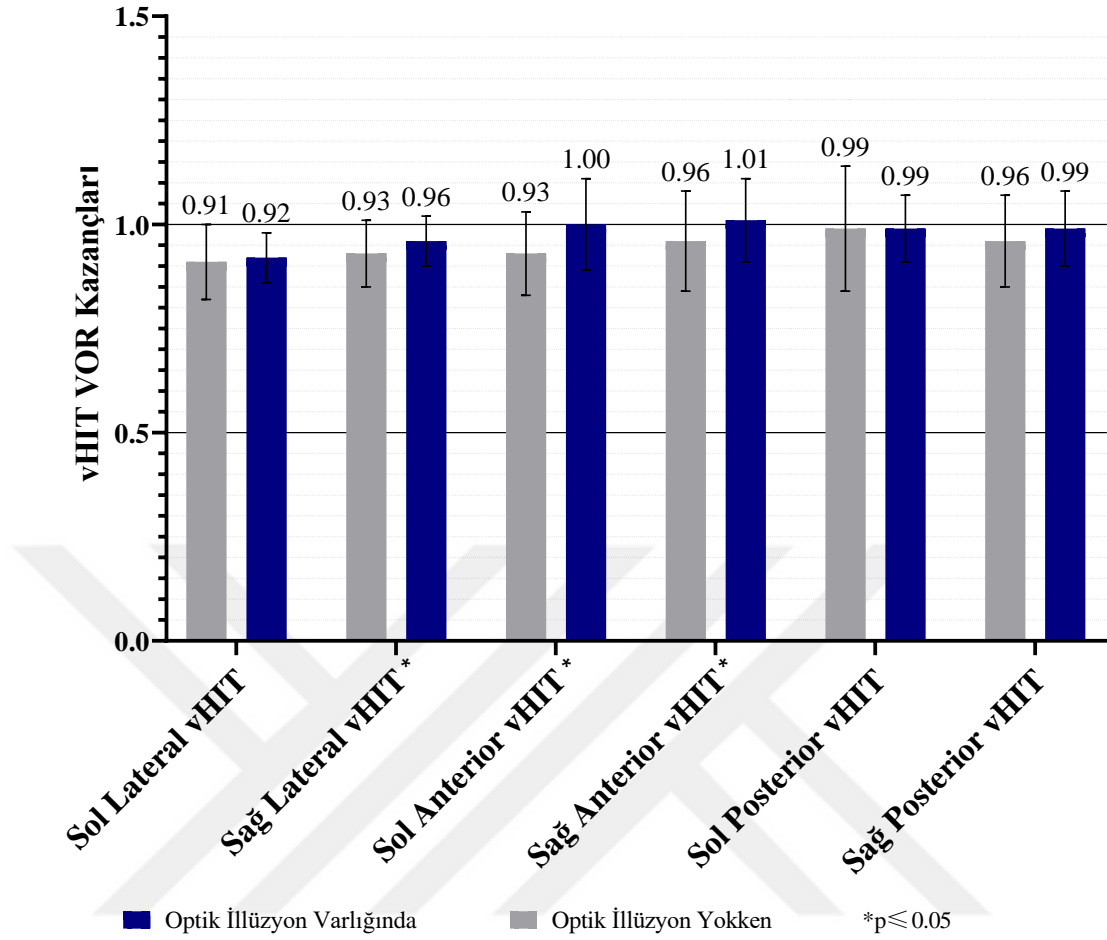
*p≤0.05

Posterior kanal VOR kazançları optik illüzyon varlığında ve yokluğunda karşılaştırıldığında her iki taraf için de istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmadı (Tablo 6.3.3. ve Şekil 6.3.1.).

Tablo 6.3.3. Optik İllüzyon Varlığında ve Yokluğunda Posterior Kanal vHIT VOR Kazançlarının Karşılaştırılması

	Sol Posterior vHIT VOR	Sağ Posterior vHIT VOR
	Kazancı	Kazancı
	Ort.±SS	Ort.±SS
Optik İllüzyon Yokluğunda	0.99±0.15	0.96±0.11
Optik İllüzyon Varlığında	0.99±0.08	0.99±0.09
p	0.931	0.070

Ort.: Ortalama, SS: Standart Sapma, vHIT: Video Head Impulse Test, VOR: Vestibulo Oküler Refleks



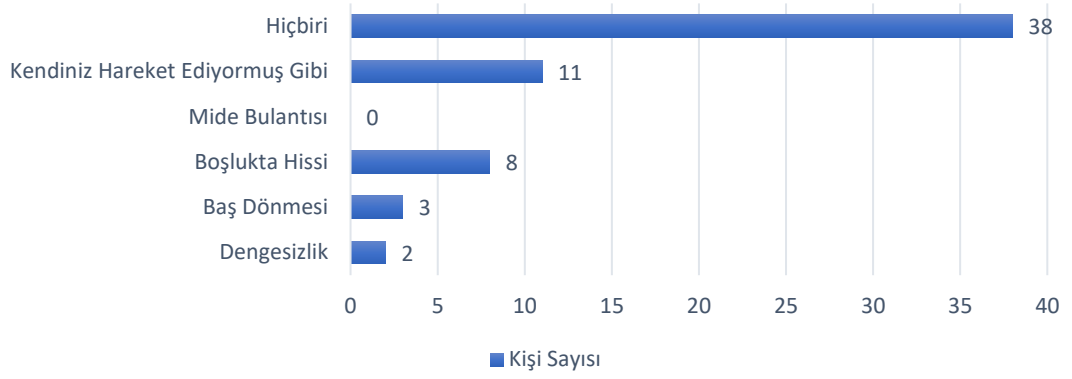
Şekil 6.3.1. Optik illüzyon varlığında ve yokluğunda vHIT VOR kazançlarının karşılaştırılması

6.4. Subjektif Değerlendirme

Subjektif değerlendirme için yapılan ankette, çalışmaya katılan 54 katılımcının da optik illüzyon yokluğunda yapılan cVEMP ve vHIT`de kendilerini dengesiz hissetmedikleri anlaşıldı. Optik illüzyon varlığında nasıl hissettikleri yapılan anket ile sorgulandı. Yapılan ankette vHIT uygulamasında 38 kişi (%70,4) hiçbir dengesizlik hissetmediğini belirtirken, 11 kişi (%20,4) optik illüzyonu izlerken kendileri hareket ediyormuş gibi hissettiklerini belirtti (Şekil 6.4.1.). cVEMP testinde ise 33 kişi (%61,1) hiçbir dengesizlik yakınması belirtmezken, 14 kişi (%25,9) optik illüzyonu izlerken kendilerini boşlukta hissettiklerini belirtti (Şekil 6.4.2.).

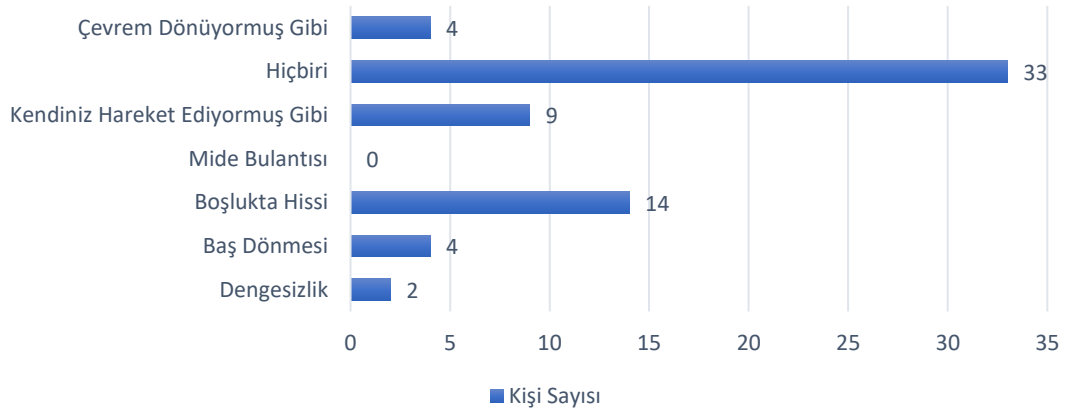
Dengesizlik hisseden kişilerin test sonuçları ayrı olarak değerlendirildiğinde, sayının az olması sebebiyle, durumlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi ($p>0.05$).

Optik İllüzyon Varlığında vHIT Yapılırken Aşağıdakilerden Hangisini Hissettiniz?



Şekil 6.4.1. vHIT için yapılan subjektif değerlendirme sonuçları

Optik İllüzyon Varlığında cVEMP Yapılırken Aşağıdakilerden Hangisini Hissettiniz?



Şekil 6.4.2. cVEMP için yapılan subjektif değerlendirme sonuçları

7. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bulunduğu ortamda hareket halinde olan her birey farklı duysal sinyallerin devamlı akışı ile “self-motion” durumunu değerlendirir. Burada söz konusu olan sistemler; optik uyarılar alan görsel sistem, vücuttaki kas, eklem ve tendonların pozisyonundan bilgi alan somatosensöriyel sistem ile başın ivmeli hareket uyarılarını alan periferik vestibüler sistemlerdir (82). Vestibüler inputlar; görsel, propriyosepsiyon ile dokunma gibi diğer duysal modalitelerle entegre edilir (83–86). Statik denge, kişinin ayakta hareketsiz bir şekilde dururken pozisyonunu koruyabilmesi durumudur (87). Dinamik denge ise hareket halinde, farklı sistemlerden gelen bilgiler yardımı ile dengemizin sürdürülebilmesidir (88). Gündelik hayatımızda dengemizi koruyabilme becerimizin multimodal etkileşimler, vestibüler çekirdekler, talamus ve korteksin de dahil olduğu vestibüler yollarla; beklenmeyen durumlarda ise refleks yollarıyla gerçekleştiği düşünülmektedir (89,90).

Normal şartlar altında, bireyin bulunduğu ortamda tutarlı hareketlerin ortaya çıkması için duysal uyarıların da entegre edildiğinde tutarlılık içinde olması gerekir. Fakat bu duysal uyarılar birbirleri ile çelişecek olursa, uygun olmayan sonuçlar doğurabilir. Kişinin görme alanını tamamen kaplayan görsel uyarılarla, self-motion hissinin yaratılması durumu “vection” olarak tanımlanır (91,92). Kişilere oturur pozisyondayken optik illüzyon verildiğinde de bu durum ortaya çıkmaktadır. Optik illüzyon veya self-motion hissi yaratan diğer görsel uyarılar, kişilerde mide bulantısı, dengesizlik, bulanık görme ve baş ağrısı gibi yan etkiler yaratabilir (93). Bu yan etkiler, literatürde “cybersickness” veya “visually induced dizziness (VID)” olarak tanımlanabilir (93–95). Görsel uyarılar, izleyen kişilere, belirli bir yönde, belirli bir ivme ile hareket ettikleri algısını verirler. Ancak başta herhangi bir hareket olmadığı için, vestibüler reseptörlerden kişiye sabit kaldığı bilgisi iletilir. Görsel ve vestibüler reseptörlerden birbiriyle çelişen uyarılar iletildiğinde, optik illüzyon ile indüklenmiş duysal çelişkiler ortaya çıkar. Görsel ve vestibüler uyarıların çelişkisi arttıkça, yakınmaların da artması kaçınılmaz olur (96,97).

Çalışmamızın sonuçları optik illüzyonun, kişinin kısmen vestibüler işlemlerini etkilediğini göstermektedir (Tablo 6.2.1., Tablo 6.2.2. ve Tablo 6.2.3.). Bu etkilenmenin refleks mekanizmalarla gerçekleştiği düşünülmektedir (98–100).

Duyulardan gelen uyarılar genellikle güvenilirliklerine göre ilk önce değerlendirilir, sonra entegre edilir. Daha güvenilir kabul edilen uyarılar, entegrasyonda daha baskın yere sahip olur (101–103). Bir duysal uyarana güvenilirlik azalır, entegrasyonda ona verilen önem de azaltılır ve diğer uyarılara verilen önem artırılır (104). Görsel-vestibüler entegrasyonu optimal şartlara uygun olarak gerçekleştirme durumunu, elektrofizyolojik test yöntemleri de kanıtlamaktadır (84,105–107). Görsel (örn.vection) ve vestibüler (örn. ivmeli hızlanma) ipuçları aynı anda beyinde entegre edildiğinde gidiş yönü daha doğru bir şekilde tespit edilir (107). Görsel ipuçlarının tutarlılıkları azaldıkça, entegrasyon sistemi refleks yolla merkesi sinir sistemine daha erken erişen vestibüler reseptörlerden gelen uyarılara daha fazla önem atfedilmeye başlanır (106). Bu sebeple, görsel ve vestibüler uyarılar çatıştığında, bununla başa çıkmak için vestibüler uyarıların önemi dışarıdan etki ile azaltılabilir. Örneğin, gürültülü galvanik vestibüler stimülasyon (daha düşük profilde vestibüler uyarı) kullanıldığı durumlarda, vestibüler uyarıların güvenilirliği düşmektedir. Bu durumun optik illüzyon varlığında, beliren görsel ve vestibüler uyarı çatışmasını azalttığı gösterilmiştir (108). Korteksteki görsel-vestibüler uyarılar entegrasyon bölgeleri de bu sürece katkıda bulunur. Vection`ın orta temporal korteks (MT), singulat sulkus görsel bölgesi (CSv), precuneus ve parieto-insular vestibüler korteksi (PIVC) aktive ettiği gösterilmiştir (109–112). Kişiler optik illüzyon ile hareket hissi yaşadıklarında, PIVC aktivitesinde düşüş gözlenir, bu da vestibüler aktivitenin aktif olarak modüle edildiği öngörüsünü desteklemektedir (42,113).

Kişinin optik illüzyona, örneğin sanal gerçeklik gözlüğü ile, maruziyetinden saatler veya dakikalar sonra vestibüler işleyişinde değişiklikler gözlenebilir (98,99,114). Buna örnek olarak sanal gerçeklik maruziyetinden sonra VOR kazançlarındaki düşüşe (98) gözler, baş ve eller arasındaki koordinasyondaki azalma eklenebilir (81). Kennedy ve ark. uçuş simülöründe eğitim gördükten saatler sonra, araba sürerken görüşü 180° ters dönen bir pilotu değerlendirmişlerdir (115). Maruziyetten sonra gözlenen bu etkinin, vestibüler uyarılara olan güvenin

azalmasına bağlı olduğu düşünölmüştür. Optik illüzyon sonrası gerçek dünyaya geri döndüğünde, vestiböler uyarılar, kişinin başının hareket etmesiyle tekrar güç kazanır. Beyin optik illüzyon sırasında etkisini zayıflattığı vestiböler uyarılarını tekrar entegrasyona dahil eder. Elbette bu etkiler herkes için geçerli olmayabilir. Beyin plastisitesinin etkin olduğu meslek gruplarında ve uygun yaş dönemlerinde yapıldığı da dikkate alınmalıdır. Vestiböler uyarılara, optik illüzyon esnasında olduğundan daha büyük bir önem verilmeye başlanır ve bu durum VOR kazançlarındaki artış ile teyit edilebilir (98).

Normal şartlar altında beyin, duysal uyarıların entegrasyonunu güvenilirliklerine göre en uygun olacak şekilde gerçekleştirir (104). Kişi optik illüzyon ile hareket hissi yaşarken, görsel sistemden hareket edildiği bilgisini alır (vection). Ancak eş zamanlı olarak vestiböler sistemden vücudun hareket etmediği bilgisi iletilecektir. Bu uyarı çatışmasının uzun zaman devam etmesi, cybersickness semptomlarına yol açabilir (116). Bu görsel-vestiböler çatışmasında, self-motion durumundan sıyrılmak için beynin habituasyon göstermesi beklenir (96,97,117). Bu duysal çatışmayı çözümlmek için, kişinin hareket ettiği hissini desteklemeyen vestiböler uyarıların etkinliği azaltılır ve beyne sürekli gelen vestiböler uyarılarını işleme sürecinde değişiklikler gözlenir (108,118). Böylece görsel ve vestiböler uyarılar arasındaki çatışma giderilir. Bahsedilen bu değerlendirme ve güvenilirliğe göre uyarılara öncelik tanıma/zayıflaştırma işlemi, çatışmanın önlenmesi için oldukça hızlı gerçekleşmelidir. Cybersickness semptomları da, optik illüzyona maruziyetten itibaren ilk birkaç dakikada gözlenir (116,119). Optik illüzyona maruziyet sona erdikten sonra, vestiböler uyarıların işlenmesinde tekrar bir yapılandırılmaya gidilmesi gerekmektedir. Bu yapılandırmada vestiböler uyarıların etkinliği güçlendirilir. Çalışmamızda optik illüzyon varlığında vestiböler sistem fonksiyonlarının güçlendiğini artış gösteren cVEMP amplitüdüleri ve kısalan dalga latansları ile görebilmekteyiz. Bunun yanı sıra bilateral anterior kanallar ve sağ lateral kanal vHIT kazançlarında gözlenen artış (kazanç 1'e yaklaştı) da yine vestiböler sistemden elde edilen bilgilerde güçlendirme olduğunu düşündürmektedir. Vestiböler uyarıların objektif değerlendirilmesinde gözlenen bu sonuçlar bize sensory (vestiböler) reweighting mekanizmasını düşündürmektedir.

Optik illüzyon sırasında ve sonrasında görsel ve vestibüler uyarıların güvenilirliklerine göre dinamik olarak yapılandırılmaları literatürde giderek artan bir alan kaplamaktadır. Bazı çalışmalarda optik illüzyon maruziyetinin hemen devamında VOR kazancı azalmaktadır (98). Buna ek olarak, nörogörüntüleme çalışmalarında, vection durumunda, vestibüler korteks bölgelerinde (PIVC) deaktivasyon gözlemlendiği bildirilmiştir (42,113). Bu bulgular, görsel uyarı ile hareket hissinin tetiklendiği durumlarda vestibüler ipuçlarının zayıflatıldığını desteklemektedir. Vestibüler uyarılar kullanılabilir durumda olduğu zaman ise, yeniden bir yapılandırılmaya gidilerek bu uyarılara daha çok ağırlık verilebilir. Bu bulgu, optik illüzyon varlığında elde edilen sol cVEMP amplitüdlerindeki artış ile bağlantılı olabilir. Farklı çalışmalarda, görsel ve vestibüler ipuçları varlığında mesafe algısı yaratıldığında, görsel değil vestibüler uyarılara güvenin arttığı gözlenmiştir (120–122). Bunun yanı sıra, görsel uyarılara güven azaldığında postural kontrole (123) veya yön algısına (124) verilen önemin arttığı da gözlenmiştir.

Her iki yarım daire kanalı ve otolitik organlarda baş hareketlerine karşı oluşan yanıtlar, efferent vestibüler sistemin nöronlarını uyarabilir. Bu durum bize efferent vestibüler sistemin her iki kulaktaki vestibüler organdan da girdi aldığını göstermektedir. Vestibüler organların yanı sıra; görsel sistemden alınan girdiler, deriye uygulanan basınç ve ekstremitelerin pasif hareketleri de efferent vestibüler sisteme bilgi sunmaktadır (125). Vestibüler efferentler; medial longitudinal fasikulus yoluyla Deiter'den okülomotor çekirdeğe, medial ve lateral vestibülospinal yollar ile spinal korda, serebellar pedinkül ile serebelluma, vestibüler komissür ile karşı vestibüler çekirdeğe gider (126). Görsel uyarıların efferent vestibüler sistem ile direkt bir bağlantısının bilinmemesine rağmen, okülomotor yolların karmaşıklığı göz önünde bulundurulduğunda bu iki sistemin etkileşim içinde olduğu düşünülmektedir.

Efferent vestibüler sistemde, vestibüler çekirdeklerin ve diğer sistemlerin afferent uyarılarının fonksiyonları henüz tam olarak bilinmemektedir. Vestibüler çekirdeğin, vestibüler uyarılar dışındaki diğer sistemlerden gelen uyarılardan, en çok görsel sistemden gelen uyarılardan etkilendiği gösterilmiştir. II. kranial sinir ile görsel uyarılar lateral genikulat çekirdeğe iletilir. Veriler burada sinaps yaptıktan sonra pretektal çekirdek aracılığıyla vestibüler çekirdeğe iletilir (100,127). Baş hareketlerine duyarlı vestibüler çekirdek nöronlarının, görsel uyarılara da duyarlı

oldukları görülmüştür (9,17). Sekonder vestibüler çekirdeklerin birçoğu vestibüler uyarıların yanı sıra görsel uyarılardan da bilgi temin eder (17). Vestibüler çekirdeklere gelen görsel uyarılar genelde beyinsapı ve korteks kaynaklıdır. Görsel uyarıların vestibüler çekirdeklere ulaştırılan en bilinen sinirsel yolak ise “accessory optic system (AOS)” kabul edilir. AOS; medial (MTN), dorsal (DTN) ve lateral (LTN) terminal çekirdekler ve optik yolak çekirdeğinden (NOT) oluşmaktadır (17,128). Bunun yanı sıra, ekstraoküler motor çekirdek ile bağlantılı olan vestibüler sinirin sabit bakış, pursuit ve sakkadik göz hareketleri ile uyarıldıkları bulunmuştur (129).

Dengenin sağlamlığında veri girişi sağlayan görsel ve vestibüler sistemlerden birinin bozulduğu durumlarda, düzgün ve sağlıklı verileri ileten sistemin verileri daha çok ön plana çıkarılır. Vestibüler sistem bozulduğunda denge kontrolü için görsel ipuçlarına daha fazla ağırlık verilir, bu da “sensory reweighting” mekanizmasına örnek gösterilebilir (43). Bu bulgular, vestibüler uyarıların dinamik yapılandırılmasını desteklemektedir. Optik illüzyon varlığında oluşan hareket algısı da görsel ve vestibüler uyarıların arasındaki bu adaptif ilişki ile açıklanabilir.

Afferent ve efferent vestibüler sistemde, görsel uyarıların etki ettiği ve bağlantı kurduğu çok fazla kavşak nokta ve komissural yol vardır (130,131). Optik illüzyon varlığında sağlıklı bireylerde yapılan cVEMP testinde dalga latanslarında gözlenen değişiklikler, vestibüler refleks yollarının vestibüler ve görsel korteksten de etkilendiğini düşündürmektedir. Görsel bir uyarı verilmesi, cVEMP yanıtını oluşturan reflekslerde fizyolojik değişimlere neden olmaktadır (132).

cVEMP testi, hem klinik, hem de araştırma amacıyla, vestibüler işleme fonksiyonel olarak ölçen bir testtir (58,133). Daha önceki çalışmalar, gerçek hareket ile tetiklenen cVEMP'deki değişiklikleri incelemiştir (134,135). Fowler ve ark., hareket hastalığı olan kişilerde daha yüksek cVEMP amplitüdü elde etmiş ve bu iki faktör arasında korelasyon olduğunu belirtmişlerdir. Yapılan çalışmalarda, amplitüd değişikliklerinin yanı sıra, cVEMP asimetri oranları ile hareket hastalığı arasında da pozitif korelasyon olduğu gözlenmiştir (136–138). Gallagher ve ark. yaptıkları bir çalışmada sanal gerçeklik gözlüğü ile optik illüzyon kullanarak kişilerde hareket algısı yaratmışlardır. Bunun sonucunda optik illüzyona maruziyet sırasında sol cVEMP amplitüdünde anlamlı bir artış gözlenmiştir. Aynı çalışmada, sol cVEMP

amplitüdlerinin artışı dolayısıyla, optik illüzyon varlığındaki cVEMP asimetrisinde optik illüzyon olmadan yapılan cVEMP asimetrisine göre anlamlı fark gözlemiştir (132). Bizim çalışmamızda da bunu destekler nitelikte, optik illüzyon varlığında sol cVEMP amplitüplerinde, optik illüzyon yokluğunda elde edilen değerlere göre anlamlı bir artış gözlenmiştir (Tablo 6.2.2.). Amplitüplerin yanı sıra, yine sol cVEMP dalgalarında P1 latansının optik illüzyon varlığında anlamlı derecede daha erken çıktığı ve P1-N1 tepe noktaları arasındaki latansın arttığı gözlenmiştir (Tablo 6.2.1., Tablo 6.2.3.). Sonuç olarak, optik illüzyonun cVEMP refleks yolağını etkileyerek latansı kısalttığı ve dalga amplitüdünü büyüttüğü gözlemlendi.

Çalışmamızda sol cVEMP yanıtlarının optik illüzyon varlığında anlamlı derecede değiştiğini gözledik. Tek taraflı vestibüler refleks yanıtlarında artış, görsel ve vestibüler girdilerin farklılık gösterdiği çeşitli durumlarda bildirilmiştir. Örneğin yapılan bir çalışmada, yerçekimi etkisinin değiştirildiği koşullarda cVEMP asimetrisinde anlamlı değişiklikler gözlenmiştir (139). Yerçekimi algısının azalması, vestibüler sistemin işleyişinde değişikliklere yol açar. Bu değişiklikler, optik illüzyon ile hareket hissinde vestibüler yanıtların olmaması durumuna benzerlik gösteriyor olabilir. Bununla uyumlu olarak, Clarke ve Schönfeld, kısa süreyle uzaya gidip dönen astronotlarda oldukça yüksek VEMP asimetrisi gözlemiştir. cVEMP simetrisine geri dönüş, astronotlar uzaydan döndükten 5-8 gün sonra sağlanmıştır.

Swathi ve Kumar, yaptıkları çalışmada dans eğitimi alan bireylerin sakkülokolik yollarındaki etkiyi VEMP testi ile değerlendirmiştir. Dans eğitimi alan bireyleri, daha önce hiç dans eğitimi almamış kontrol grubuyla karşılaştırdıklarında, dansçıların VEMP amplitüplerinde istatistiksel olarak anlamlı artış ile P1 latanslarında istatistiksel olarak anlamlı kısalma gözlemiştir. Swathi ve Kumar, amplitüplerdeki artış ve latanslardaki kısalmayı dansçıların sakkülokolik yollarındaki plastisiteden kaynaklı olabileceğini belirtmişler (140). Bir başka çalışmada ise aynı değerlendirme yoga yapan ve yapmayan sağlıklı bireyler karşılaştırılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışmada yoga yapan grubun VEMP amplitüpleri ve P1 latansları yoga yapmayan grubunki ile karşılaştırılmıştır. Yoga yapan grubun VEMP amplitüplerinde istatistiksel olarak anlamlı artış ve P1 latanslarında istatistiksel olarak anlamlı kısalma gözlenmiştir (141).

Yapılan araştırmalara göre cVEMP latanslarının vestibüler sinir, beyinsapı, serebellum ve vestibülo-kolik yolak patolojilerinde; amplitüd ve eşik değerlerinin ise periferik vestibüler patolojilerde etkilendiği gözlenmiştir (142,143). Chiarovano ve ark. yaptıkları bir çalışmada birçok patolojiyi inceleyerek VEMP testinin tanısal değerini incelemiştir. Gentamisin ile labirentektomi uygulanmış ve total vestibüler kayıp yaşamış Meniere hastalığı olanlarda cVEMP yanıtlarının elde edilmediğini veya düşük amplitdl elde edildiğini görmüşlerdir. Bunun yanı sıra kalorik teste göre ortalama %83,3 kanal parezisi olan yedi hastada da cVEMP yanıtları elde edilememiştir. Unilateral vestibüler nrinit hastalarında kalorik test ile %60`tan fazla kanal parezisi elde edilirken, cVEMP`de P13-N23 amplitüdlerinde düşüş gözlenmiştir (56,144). cVEMP amplitüdlerinde düşüş gözlenen periferik vestibüler hastalıklarda, latanslar incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir artış gözlenmemiştir (144,145). Bilgisayarlı tomografi (BT) ile tanılanmış Semisirküler Kanal Dehisansı hastalarının cVEMP amplitüdlerinde ise artış gözlenmektedir (56,144,146). Vestibüler Schwannoma ve Multipl Skleroz hastalarında ise cVEMP yanıtlarında P13 latanslarında uzama gözlenmiştir (56,142).

Aktif bir şekilde spor yapan (rn. dans, yoga) ile yapmayan sağlıklı bireylerin cVEMP latans ve amplitüdlerinin karşılaştırıldığı çalışmalarda, yapanlarda istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde latansların kısaltıldığı ve amplitdlerin arttığı gözlenmiştir.

Optik illüzyon varlığında beyindeki algı mekanizmaları, organizmanın hareket halinde olduğunun mesajını alınca optik illüzyon yokluğuna kıyasla beyinde daha yoğun beliren vestibüler uyarılma yanılsaması ile birlikte daha kısa cVEMP latansına ve daha büyük amplitüdüne yol açmaktadır. Ancak bu farklılığın, özellikle dominant hemisfer olan sol vestibüler korteks bağlamında belirginleştiği öngörülebilir (18).

Beyindeki işleyiş ve aktivite açısından, bir eylemi yapmakla o eylemi zihinde hayal etmenin (canlandırmanın) aslında birbirinden çok farkının bulunmadığı anlaşılmıştır. Örneğin, gerçekten fiziksel egzersiz yapanlarla, egzersiz yaptığını hayal edenlerden oluşan iki gruptaki kas glerinde dört hafta sonunda birbirinden çok farklı olmayan artışın (%30 ile %22) gerçekleştiği bulunmuştur (147).

Sol cVEMP amplitüdündeki artışın kaynağı, asimetrik vestibüler korteksteki işleme ve vection işleme mekanizmaları olabilir. Vestibüler korteks ağının, bireylerde asimetrik olarak yerleşim gösterdiği düşünülmektedir. Sağ elini kullanan bireylerde, vestibüler korteks sağ hemisferde daha gelişmiştir (148). Sağ vestibüler sistemden gelen afferent uyarılar sağ hemisferde, sol vestibüler sistemden gelen uyarılar ise sol hemisferde daha güçlü algılanır. Diğer bir söyleyişle, her bir hemisferde vestibüler kortikal alanlar bulunmaktadır. Ancak aynı anda tek bir global algının oluşmasına ihtiyaç vardır. Tek bir algının oluşması interhemisferik korpus kollosum aracılığıyla sağlanır. Dolayısıyla sağ el dominantlarda sağ hemisferde, sol el dominantlarda ise vestibüler sistemin dominansı sol hemisferdedir.

Sağ ve sol hemisfer vestibüler kortekslerindeki bu farklılık, vestibüler ve görsel yanıtların birbirleri ile etkileşimlerine bağlı olabilir. Bunun yanı sıra, hemisferler arası kortikal aktivitenin karşılaştırılması için cVEMP testinin güvenilir bir kaynak olduğu gösterilmiştir (149). Sağ ve sol cVEMP cevaplarının ikisinde de ipsilateral superior, transvers ve orta temporal giruslar ve posterior insulanın aktive olduğu gözlenmiştir. Fakat, sol cVEMP`de bunlara ek olarak bilateral dorsomedial frontal korteks, sağ postcentral ve supramarjinal giruslar, sol kaudat gövde ve serebellar tonsilde deaktivasyonun olduğu görülmüştür. Buna ek olarak, sağ VEMP aktivasyonlarının, sola göre çok daha güçlü olduğu ve bunun sağ hemisferin baskınlığının göstergesi olabileceği düşünülmüştür (148,149). Bu bildirilen yayınlardaki bulguların ışığında, optik illüzyon varlığında vection oluşmasının, kortikal cVEMP işlemlerindeki asimetriyi daha da artırabileceğini göz ardı edemeyiz. Vestibüler korteks işlemlerindeki asimetrinin yanı sıra, hemisferler arası farklılıkların da optik illüzyon maruziyetinin etkisini değiştirebileceği düşünülmüştür. Kovács ve ark. (2008), kişilerin kendilerinin ve nesnelerin hareketlerini değerlendirdikleri bir çalışmada, sağ MRG sonuçlarında sola göre daha büyük aktivasyon gözlemişlerdir. Tüm bunlar birlikte değerlendirildiğinde, çalışmamızdaki sol cVEMP amplitüdülerinin daha yüksek bulunmasının nedenleri arasında vestibüler korteksteki farklılıklar, vestibüler işleme yolağı ve vection göz önüne alınabilir.

Optik illüzyonun, sanal gerçeklik gözlüğü ile verildikten sonraki etkileri hakkında çalışmalar yapılmaktadır. Yapılan çalışmalar, yirmi dakikalık optik illüzyon maruziyetinin gözler, eller ve baş arasındaki somatosensöriyel koordinasyon üzerinde

olumsuz etkisinin olduğunu (81) ve VOR kazançlarında düşüş olduğunu (98) göstermiştir. Çalışmamızda, optik illüzyon maruziyeti başladıktan sonra, kısa süreli (iki dakikadan az) cVEMP kayıtları alınmaya başlanmıştır. cVEMP cevaplarındaki değişiklik uzun süreli maruziyete gerek kalmaksızın, kişiler optik illüzyonu izlemeye başladıktan hemen sonra gözlenmiştir. Bununla paralel olarak, daha uzun süreli optik illüzyon maruziyetleri sonrasında alınan cVEMP cevaplarında, sağ ve sol yanıtlarda daha belirgin asimetri gözlenmesi beklenebilir.

Hareket hastalığı, vücudun değişen bir ivme ile hareket ettiği durumlarda başın da hareket etmesi sonucunda oluşur (150). Bu farklı yönlerdeki hareketler hem semisirküler kanallar hem de otolit organları uyarır. Bunun yanı sıra görsel sistemden edinilen bilgiler ile vestibüler organlardan edinilen bilgiler birbirleri ile uyumsuzluk gösterdiğinde kişiler dengesizlik, mide bulantısı, kusma, baş dönmesi gibi semptomlar gösterebilir (150,151).

Clement ve Reschke yaptıkları bir çalışmada kişileri hareket hastalığı yaratan durumlara maruz bırakarak VOR kazançlarını, fazlarını ve hızlarını ölçmüşlerdir. Çalışmalarında VOR kazançları ile hareket hastalığı arasında anlamlı fark varlığında, VOR faz ve hızı ile hareket hastalığı arasında anlamlı bir fark elde etmişlerdir. Bu durum VOR kazançları ile direkt bir bağlantı olmamasına rağmen, VOR mekanizmasının görsel ve vestibüler sistem entegrasyonundan etkilendiğini düşündürmüştür (150,152).

Yapılan başka bir çalışmada, sinüzoidal uyaranlar ile kişilerde deniz tutması yaratılmış ve VOR ile ilişkileri incelenmiştir. Çalışmada, yaratılan deniz koşullarına maruziyette kişilerin VOR'larının daha hızlı devreye girdiği ve daha iyi çalıştığı gözlenmiştir. Aynı zamanda kişilerin kendilerini daha kısa zamanda daha iyi hissettikleri bulunmuştur (153). Bu durum çalışmamızda optik illüzyon varlığında görülen VOR kazanç artışlarını destekler niteliktedir.

vHIT, yeni geliştirilmiş bir test tekniği olmasına karşın, vestibüler sistemi fizyolojik olarak başarılı bir şekilde değerlendirebilen bir testtir (154). Her iki kulaktaki üçer semisirküler kanalda ayrı ayrı ölçüm yapabildiği için oldukça değerli olan bu test yöntemi, VOR kazançlarını baz alarak değerlendirme gerçekleştirmemizi sağlar (67,154,155). Literatür tarandığında optik illüzyon varlığında veya vecticon

yaratıldığı durumlarda kişilerin vestibüler sistemlerini vHIT ile değerlendiren çalışmalara rastlanmamıştır. Çalışmamız bu açıdan literatürde ilk olma özelliğini taşımaktadır.

Çalışmada kişilere optik illüzyon varlığında ve yokluğunda cVEMP testi ile vHIT yapıldı. Sabit konumdaki katılımcılarda optik illüzyon ile hareket algısı oluşturularak vestibüler sistemin nasıl etkilendiğini gözlemek amaçlandı. Optik illüzyon izleyen kişiler kendilerini “hareket ediyormuş” ve/veya “boşlukta” hissettiklerini belirttiler. Görsel ve vestibüler sistemlerden elde edilen verilerin birbirleri ile çelişiyor olması, kişilerin böyle hissediyor olduğunu düşündürdü.

Görsel sistemden elde edilen verilerin güvenilirliği sağlanamadığında, vestibüler sistemden gelen veriler daha da güçlendirilir. Bu ayarlamayı duyu organizasyonunu sağlayan “sensory reweighting” mekanizması gerçekleştirir. Optik illüzyon varlığında yapılan cVEMP testinde sol taraf dalga latansları kısılırken, amplitüde artış gözlemlendi. vHIT`de sağ lateral, sağ anterior ve sol anterior kanal kazançlarında artış gözlemlendi ve optik illüzyon varlığında kazançların 1.0`e yaklaştığı görüldü. Her iki test yönteminin (cVEMP ve vHIT) yanıtlarında artışın elde edilmesi, görsel sistemin baskılanarak, vestibüler sistemin güçlendirildiğini destekler niteliktedir. Bu bulgular, görsel ve vestibüler sistemlerin dengenin sağlanmasında sürekli etkileşim içinde olduğunu düşündürür niteliktedir.

Literatürde görsel uyaranların vestibüler sistemin rehabilitasyonunda kullanıldığı saptandı. Yapılan bir çalışmada, deniz tutması olan ve bu sebeple artık denize çıkamayan denizcilerde optokinetik uyaran ile rehabilitasyon yapılmıştır. Rehabilitasyon süresi tamamlandıktan sonra, denizcilerin %80`inin işlerine geri döndükleri gözlenmiştir (156). Bunun yanı sıra, Parkinson hastalarında DOPA tedavisi ile tetiklenen görsel halüsinasyonların, görsel korteksin duyarlılığı artırabileceği ve bu nedenle vestibüler tedavi için yararlı olabileceği düşünülmüştür (95).

Çalışmada görsel ve vestibüler sistemlerin, dengemizi sağlamamızda iç içe çalıştıkları sonucu elde edildi. Bu iki sistemin özellikle kortikal ve efferent düzeydeki mekanizmaları her ne kadar bilinmiyor olsa da çalışmamız bu iki sistemin birlikte aktif bir etkileşim içinde çalıştıklarını düşürmektedir.

7.1. İleri Çalışma Önerileri

Çalışmanın sonuçları yapılan literatür taraması ile birlikte değerlendirildiğinde, dengenin sağlanmasında, görsel ve vestibüler sistemlerin entegrasyonunun önemi görülmüştür. Görsel ve vestibüler sistemlerden alınan uyarıların birbirlerini destekler nitelikte olmadığı durumlarda, sensory reweighting mekanizması ile daha güvenilir olan uyarılar yardımı ile denge sağlanmaktadır.

Literatürde cVEMP sonuçlarının, beyin hemisferlerinden etkilenirken, cinsiyetten etkilenmediği gözlenmiştir. Bunun yanı sıra sağ el dominansı olan kişilerin sağ beyin hemisferindeki vestibüler korteks alanının daha gelişmiş olduğu bulunmuştur. Bu bulgular göz önüne alındığında ileri çalışma önerisi olarak kadın/erkek ayırımına bakılmadan sağ/sol el dominansı olan kişilerin dengelerini optik illüzyondan nasıl etkilendikleri araştırılabilir (150).

Çalışmanın sonuçlarında vHIT`de lateral ve anterior semisirküler kanallarda kazanç artışının anlamlı bulunması, optik illüzyonun ağırlıklı olarak superior vestibüler sinir üzerinden etkili olduğunu düşündürdü. Bunun daha detaylı incelenmesi için optik illüzyon varlığında vestibüler sistemin nasıl etkilendiği oVEMP ile değerlendirilebilir.

Çalışmada, katılımcılardan projeksiyon ile yansıtılan optik illüzyonu izlemeleri istenmiştir. Fakat farklı kaynaklardan, örneğin bilgisayar ekranı veya sanal gerçeklik gözlüğü, aktarılan görüntüler de benzer VEMP yanıtlarına yol açabilir (157). Gelecek çalışmalarda farklı görsel kaynakların VEMP ve vHIT cevaplarına etkileri incelenebilir.

7.2. Araştırmanın Sınırlılıkları

Çalışmada, kişilerin optik illüzyon esnasında hareket hissi yaşayıp yaşamadıkları sorgulandı. Katılımcıların bir kısmıvection yaşadıklarını belirtti, fakat bu hareket hissini objektif ölçümü gerçekleştirilmedi. İleri çalışmalardavection

duyusu çeşitli fizyolojik (örn. EEG, nabız artışı ve postür değişiklikleri) veya davranışsal yollarla (80) ölçülerek, VEMP yanıtları ile aralarındaki ilişki sorgulanabilir.

Bunun yanı sıra, vHIT esnasında test yapılan katılımcılardan bazıları boyunlarını gevşetmemiş, bazıları ise boyunlarını fazla serbest bırakmıştır. Bu durumlarda testler tekrar edildi ve bu tekrarlanmaya bağlı boyun kaslarında yorulma gerçekleşmiş olabileceği düşünüldü.



8. KAYNAKLAR

1. Öndağ N. Periferik vestibüler sistem hastalıklarında uyarılmış vestibüler myojenik potansiyeller (VEMP). Gazi Üniversitesi, 2008.
2. Dickman JD. The vestibular system. p.320-333 In: Fundamental Neuroscience for Basic and Clinical Applications. 5th ed. Elsevier Inc, 2018.
3. Van De Graaff KM. Senses of hearing and balance. p.516–30. In: Human Anatomy. 6th ed. The McGraw-Hill Companies Publishing, 2001.
4. Baloh RW, Kerber KA. Clinical Neurophysiology of the Vestibular System. p.480, 4th ed. Oxford: Oxford University Press, 2010.
5. Holstein GR. The vestibular system. p. 1239–69. In: The Human Nervous System, 2012.
6. Ropper AH, Samuels MA. Deafness, dizziness, and disorders of equilibrium. p. 303–29. In: Adams and Victor's Principles of Neurology. 11th ed. McGraw-Hill Education, 2009.
7. Khan S, Chang R. Anatomy of the vestibular system: A review. NeuroRehabilitation. 32(3):437–43. 2013.
8. Yamauchi A, Rabbitt RD, Boyle R, Highstein SM. Relationship between inner-ear fluid pressure and semicircular canal afferent nerve discharge. J Assoc Res Otolaryngol. 3(1):26–44. 2002.
9. Cummings CW, Flint PW, Richardson M, Haughey B, Lund V, Niparko J, et al. Cummings Otolaryngology: Head & Neck Surgery. p.1850-1866, 5th ed. Baltimore: Mosby Elsevier, 2005.
10. Shepard NT, Telian SA. Practical management of the balance disorder patient. p.221, Singular Publishing Group; 1996.
11. Hain TC, Helminski JO. Anatomy and Physiology of the Normal Vestibular System. In: Vestibular Rehabilitation. Philadelphia, PA: F.A. Davis Company, 2007.

12. Figliozzi F, Guariglia P, Silveti M, Siegler I, Doricchi F. Effects of vestibular rotatory accelerations on covert attentional orienting in vision and touch. *J Cogn Neurosci.*;17(10):1638–51. 2005.
13. Tóth M, Csillag A. The Organ of Hearing and Equilibrium. p. 1–83 In: *Atlas of the Sensory Organs*. Totowa, NJ: Humana Press, 2005.
14. Tascioglu AB. Brief review of vestibular system anatomy and its higher order projections. *Neuroanatomy.* 4:24–7, 2005.
15. Dieterich M, Brandt T. The bilateral central vestibular system: Its pathways, functions, and disorders. *Ann N Y Acad Sci.* 1343(1):10–26, 2015.
16. McCollum G, Hanes DA. Symmetries of the central vestibular system: forming movements for gravity and a three-dimensional world. *Symmetry (Basel).* 2(3):1544–58, 2010.
17. Barmack NH. Central vestibular system: Vestibular nuclei and posterior cerebellum. *Brain Res Bull.* 60(5–6):511–41, 2003.
18. Brandt T, Dieterich M. The dizzy patient: Don't forget disorders of the central vestibular system. *Nat Rev Neurol.* 1;13(6):352–62, 2017.
19. Takakusaki K, Takahashi M, Obara K, Chiba R. Neural substrates involved in the control of posture. *Adv Robot.* 31(1–2):2–23, 2017.
20. Waxman SG. The vestibular system. In: *Clinical Neuroanatomy*. 2010.
21. Lee SC. Vestibular system anatomy: Overview, membranous labyrinth, vestibular sensory epithelium. *Medscape*. 2016.
22. Baloh RW H. Vestibular physiology. p. 2584–622. In: *Otolaryngology: Head And Neck Surgery*. 3rd ed. St Louis, USA: Mosby Years Book, 1998.
23. Ebers GC. Natural history of primary progressive multiple sclerosis. *Mult Scler.* 10(1):8–15, 2004.
24. Oghalai JS, Brownell WE. Anatomy & physiology of the ear. In: Lalwani AK, editor. *Diagnosis & Treatment in Otolaryngology Head & Neck Surgery*. 2012.

25. Henry J. Springer handbook of auditory research. *Int J Audiol.* 52(3):207, 2013.
26. Mathews MA, Camp AJ, Murray AJ. Reviewing the role of the efferent vestibular system in motor and vestibular circuits. *Front Physiol.* 8(AUG):1–15, 2017.
27. Grillner P, Mercuri NB. Intrinsic membrane properties and synaptic inputs regulating the firing activity of the dopamine neurons. *Behav Brain Res.* 130(1–2):149–69, 2002.
28. Schmidt RS. Frog labyrinthine efferent impulses. *Acta Otolaryngol.* 56(1):51–64. 1963.
29. Precht W, Llinás R, Clarke M. Physiological responses of frog vestibular fibers to horizontal angular rotation. *Exp Brain Res.* 13(4):378–407, 1971.
30. Klinke R. Efferent influence on the vestibular organ during active movements of the body. *Pflügers Arch Eur J Physiol.* 318(4):325–32, 1970.
31. Highstein SM, Baker R. Action of the efferent vestibular system on primary afferents in the toadfish, *Opsanus tau*. *J Neurophysiol.* 54(2):370–84, 1985.
32. Highstein SM. The efferent control of the organs of balance and equilibrium in the toadfish, *Opsanus tau*. *Ann N Y Acad Sci.* 656(1):108–23, 1992.
33. Cullen KE, Roy JE. Signal processing in the vestibular system during active versus passive head movements. *J Neurophysiol.* 91(5):1919–33, 2004.
34. Metts BA, Kaufman GD, Perachio AA. Polysynaptic inputs to vestibular efferent neurons as revealed by viral transneuronal tracing. *Exp Brain Res.* 172(2):261–74, 2006.
35. Holstein GR, Friedrich VL, Martinelli GP. Projection neurons of the vestibulo-sympathetic reflex pathway. *J Comp Neurol.* 522(9):2053–74, 2014.
36. Raghu V. Modulation of vestibular efferents and its impact on afferent signalling in live animals. The State University of New York, 2019.
37. Fitzpatrick RC, Watson SRD. Passive motion reduces vestibular balance and perceptual responses. *J Physiol.* 593(10):2389–98. 2015.

38. Plishka CM. Balance systems. p. 1–46. In: *A Clinician`s Guide to Balance and Dizziness Evaluation and Treatment*. Thorofare, NJ: SLACK Incorporated, 2015.
39. Forbes PA, Chen A, Blouin JS. Sensorimotor control of standing balance. p. 61–83. In: *Handbook of Clinical Neurology*. 2018.
40. Kaas JH. Somatosensory system. p. 1074–109. In: *The Human Nervous System*. 3rd ed. Elsevier, 2012.
41. Bronstein AM. Multisensory integration in balance control. p. 57–66. In: *Handbook of Clinical Neurology*. 1st ed. Elsevier B.V. 2016.
42. Kleinschmidt A, Thilo K V., Büchel C, Gresty MA, Bronstein AM, Frackowiak RSJ. Neural correlates of visual-motion perception as object- or self-motion. *Neuroimage*. 16(4):873–82. 2002.
43. Redfern MS, Yardley L, Bronstein AM. Visual influences on balance. *J Anxiety Disord*. 15(1–2):81–94. 2001.
44. Assländer L, Peterka RJ. Sensory reweighting dynamics in human postural control. *J Neurophysiol*. 111(9):1852–64. 2014.
45. Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol*. 88(3):1097–118, 2002.
46. Carver S, Kiemel T, Jeka JJ. Modeling the dynamics of sensory reweighting. *Biol Cybern*. ;95(2):123–34, 2006.
47. Hwang S, Agada P, Kiemel T, Jeka JJ. Dynamic reweighting of three modalities for sensor fusion. *PLoS One*. 9(1):e88132, 2014.
48. Jeka J, Oie KS, Kiemel T. Multisensory information for human postural control: Integrating touch and vision. *Exp Brain Res*. 134(1):107–25, 2000.
49. Nashner L, Berthoz A. Visual contribution to rapid motor responses during postural control. *Brain Res*. 150(2):403–7, 1978.

50. Jacobson GP, Calder JH. Self-perceived balance disability/handicap in the presence of bilateral peripheral vestibular system impairment. *J Am Acad Audiol.* 11(2):76–83, 2000.
51. Pardasaney PK, Slavin MD, Wagenaar RC, Latham NK, Ni P, Jette AM. Conceptual limitations of balance measures for community-dwelling older adults. *Phys Ther.* 93(10):1351–68, 2013.
52. Whitney SL, Hudak MT, Marchetti GF. The activities-specific balance confidence scale and the dizziness handicap inventory: A comparison. *J Vestib Res Equilib Orientat.* 9(4):253–9, 1999.
53. Haran FJ, Keshner EA. Sensory reweighting as a method of balance training for labyrinthine loss. *J Neurol Phys Ther.* 32(4):186–91, 2008.
54. Halmagyi G, Colebatch J, Curthoys I. New tests of vestibular function. *Baillieres Clin Neurol.* 3(3):485–500, 1994.
55. Özmen ÖA. Vestibüler uyarılmış miyojenik ğotansiyellerin (VEMP) ölçüm tekniğinin geliştirilmesi ve Bursa yöresine ait normatif değerlerin belirlenmesi. Uludağ Ünivesitesi; 2014.
56. Erbek HS. Vestibüler uyarılmış kas potansiyelleri. p. 179–89. In: *Vertigo.* İzmir: US Akademi, 2019.
57. Çelik O. Meniere hastalığında uyarılmış vestibüler miyojenik potansiyeller. Dokuz Eylül Üniversitesi; 2011.
58. Rosengren SM, Kingma H. New perspectives on vestibular evoked myogenic potentials. *Curr Opin Neurol.* 26(1):74–80, 2013.
59. Hizal E, Erbek HS, Özlüoğlu LN. Vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller (VEMP). *Bozok Tıp Derg.* 1(1):26–37, 2014.
60. Welgampola MS, Colebatch JG. Characteristics of tone burst-evoked myogenic potentials in the sternocleidomastoid muscles. *Otol Neurotol.* 22(6):796–802, 2001.

61. Cal R, Bahmad F. Vestibular evoked myogenic potentials: An overview. *Braz J Otorhinolaryngol.* 75(3):456–62, 2009.
62. Fife TD, Satya-Murti S, Burkard RF, Carey JP. Vestibular evoked myogenic potential testing payment policy review for clinicians and payers. *Neurol Clin Pract.* 8(2):129–34, 2018.
63. Welgampola MS, Colebatch JG. Vestibulocollic reflexes: Normal values and the effect of age. *Clin Neurophysiol.* 112(11):1971–9. 2001.
64. Alhabib SF, Saliba I. Video head impulse test: A review of the literature. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology.* 274(3):1215–22, 2017.
65. Koçdor P. Video baş itme (head impulse) testi (VHIT). p. 167–77 In: *Vertigo.* 2nd ed. İzmir: US Akademi, 2019.
66. Blödow A, Pannasch S, Walther LE. Detection of isolated covert saccades with the video head impulse test in peripheral vestibular disorders. *Auris Nasus Larynx.* 40(4):348–51. 2013.
67. Halmagyi GM, Chen L, MacDougall HG, Weber KP, McGarvie LA, Curthoys IS. The video head impulse test. *Front Neurol.* 8(JUN):258, 2017.
68. Lasker DM, Hullar TE, Minor LB. Horizontal vestibuloocular reflex evoked by high-acceleration rotations in the squirrel monkey. III. Responses after labyrinthectomy. *J Neurophysiol.* 83(5):2482–96. 2000.
69. Palla A, Straumann D. Recovery of the high-acceleration vestibulo-ocular reflex after vestibular neuritis. *J Assoc Res Otolaryngol.* 5(4):427–35. 2004.
70. Curthoys IS, Michael Halmagyi G. Vestibular compensation: A review of the oculomotor, neural, and clinical consequences of unilateral vestibular loss. *J Vestib Res.* 5(2):67–107, 1995.
71. Matíño-Soler E, Esteller-More E, Martín-Sánchez JC, Martínez-Sánchez JM, Pérez-Fernández N. Normative data on angular vestibulo-ocular responses in the yaw axis measured using the video head impulse test. *Otol Neurotol.* 36(3):466–71. 2015.

72. Halmagyi GM, MacDougall H, Curthoys IS, McGarvie LA. Video Head Impulse Test Diagnoses Vestibulotoxicity. *Otolaryngol Neck Surg.* 147(2):95. 2012.
73. Gregory RL. Knowledge in perception and illusion. Vol. 352, *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B.* 1997.
74. Helmholtz H. Helmholtz's treatise on physiological optics. New York: Dover Publications, 1962.
75. Shapiro AG, Todorović D. The Oxford compendium of visual illusions. p.1264, Oxford University Press, 2016.
76. Gregory R. What are illusions? *Perception.* 25(5):503–4. 1996.
77. Palmisano S, Allison RS, Kim J, Bonato F. Simulated viewpoint jitter shakes sensory conflict accounts of vection. *Seeing Perceiving.* 24(2):173–200, 2011.
78. Brandt T, Dichgans J, Koenig E. Differential effects of central versus peripheral vision on egocentric and exocentric motion perception. *Exp brain Res.* 16(5):476–91. 1973.
79. Seno T, Sawai K, Kanaya H, Wakebe T, Ogawa M, Fujii Y, et al. The oscillating potential model of visually induced vection. *Iperception.* 8(6):204166951774217, 2017.
80. Palmisano S, Allison RS, Schira MM, Barry RJ. Future challenges for vection research: Definitions, functional significance, measures, and neural bases. *Front Psychol.* 2015.
81. Harm DL, Taylor LC, Reschke MF, Somers JT, Bloomberg JJ. Sensorimotor coordination aftereffects of exposure to a virtual environment. *Vis Comput.* 24(11):995–9, 2008.
82. Green AM, Angelaki DE. Multisensory integration: Resolving sensory ambiguities to build novel representations. *Curr Opin Neurobiol.* 20(3):353–60, 2010.

83. Alberts BB, Selen LPJ, Bertolini G, Straumann D, Medendorp WP, Tarnutzer AA. Dissociating vestibular and somatosensory contributions to spatial orientation. *J Neurophysiol.* 116(1):30–40, 2016.
84. Angelaki DE, Gu Y, DeAngelis GC. Visual and vestibular cue integration for heading perception in extrastriate visual cortex. *J Physiol.* 589(4):825–33, 2011.
85. Ferrè ER, Haggard P. Vestibular-somatosensory interactions: A mechanism in search of a function? *Multisens Res.* 28(5–6):559–79, 2015.
86. Green AM, Angelaki DE. Internal models and neural computation in the vestibular system. *Exp Brain Res.* 200(3–4):197–222, 2010.
87. Gribble PA, Hertel J. Considerations for normalizing measures of the star excursion balance test. *Meas Phys Educ Exerc Sci.* 7(2):89–100, 2003.
88. Gribble PA, Robinson RH, Hertel J, Denegar CR. The effects of gender and fatigue on dynamic postural control. *J Sport Rehabil.* 18(2):240–57, 2009.
89. Lopez C, Blanke O, Mast FW. The human vestibular cortex revealed by coordinate-based activation likelihood estimation meta-analysis. *Neuroscience.* 212:159–79, 2012.
90. Zu Eulenburg P, Caspers S, Roski C, Eickhoff SB. Meta-analytical definition and functional connectivity of the human vestibular cortex. *Neuroimage.* 60(1):162–9, 2012.
91. Lishman J, Lee D. The autonomy of visual kinaesthesia. *Perception.* 2(3):287–94, 1973.
92. Berthoz A, Pavard B, Young LR. Perception of linear horizontal self-motion induced by peripheral vision (linearvection) basic characteristics and visual-vestibular interactions. *Exp Brain Res.* 23(5):471–89, 1975.
93. Stanney KM, Kennedy RS, Drexler JM. Cybersickness is not simulator sickness. *Proc Hum Factors Ergon Soc Annu Meet.* 41(2):1138–42, 1997.

94. Munafo J, Diedrick M, Stoffregen TA. The virtual reality head-mounted display Oculus Rift induces motion sickness and is sexist in its effects. *Exp Brain Res.* 235(3):889–901. 2017.
95. Seemungal BM, Quadir S, Nousi S, Yousif N. Oral Sessions. Vol. 24, *Journal of Vestibular Research.* IOS Press, 2014.
96. Akiduki H, Nishiike S, Watanabe H, Matsuoka K, Kubo T, Takeda N. Visual-vestibular conflict induced by virtual reality in humans. *Neurosci Lett.* 340(3):197–200, 2003.
97. Keshavarz B, Hecht H. Axis rotation and visually induced motion sickness: The role of combined roll, pitch, and yaw motion. *Aviat Sp Environ Med.* 82(11):1023–9, 2011.
98. Di Girolamo S, Picciotti P, Sergi B, Di Nardo W, Paludetti G, Ottaviani F. Vestibulo-ocular reflex modification after virtual environment exposure. *Acta Otolaryngol.* 121(2):211–5, 2001.
99. Stanney KM, Kennedy RS, Drexler JM, Harm DL. Motion sickness and proprioceptive aftereffects following virtual environment exposure. *Appl Ergon.* 30(1):27–38. 1999.
100. Cheng Z, Gu Y. Vestibular system and self-motion. *Front Cell Neurosci.* 12:456, 2018.
101. Stein BE, London N, Wilkinson LK, Price DD. Enhancement of perceived visual intensity by auditory stimuli: A psychophysical analysis. *J Cogn Neurosci.* 8(6):497–506, 1996.
102. Ernst MO, Bühlhoff HH. Merging the senses into a robust percept. *Trends Cogn Sci.* 8(4):162–9, 2004.
103. Knill DC, Pouget A. The Bayesian brain: The role of uncertainty in neural coding and computation. *Trends Neurosci.* 27(12):712–9, 2004.
104. Ernst MO, Banks MS. Humans integrate visual and haptic information in a statistically optimal fashion. *Nature.* 415(6870):429–33, 2002.

105. DeAngelis GC, Angelaki DE. The neural bases of multisensory processes. Boca Raton, FL: Taylor & Francis, 2012.
106. Fetsch CR, Turner AH, DeAngelis GC, Angelaki DE. Dynamic reweighting of visual and vestibular cues during self-motion perception. *J Neurosci.* 29(49):15601–12, 2009.
107. Gu Y, Angelaki DE, DeAngelis GC. Neural correlates of multisensory cue integration in macaque MSTd. *Nat Neurosci.* 11(10):1201–10, 2008.
108. Weech S, Troje NF. Vection latency is reduced by bone-conducted vibration and noisy galvanic vestibular stimulation. *Multisens Res.* 30(1):65–90, 2017.
109. Cardin V, Smith AT. Sensitivity of human visual and vestibular cortical regions to egomotion-compatible visual stimulation. *Cereb Cortex.* 20(8):1964–73, 2010.
110. Wall MB, Smith AT. The representation of egomotion in the human brain. *Curr Biol.* 18(3):191–4, 2008.
111. Kovács G, Raabe M, Greenlee MW. Neural correlates of visually induced self-motion illusion in depth. *Cereb Cortex.* 18(8):1779–87, 2008.
112. Uesaki M, Ashida H. Optic-flow selective cortical sensory regions associated with self-reported states of vection. *Front Psychol*, 2015.
113. Brandt T, Bartenstein P, Janek A, Dieterich M. Reciprocal inhibitory visual-vestibular interaction. Visual motion stimulation deactivates the parieto-insular vestibular cortex. *Brain.* 121(9):1749–58, 1998.
114. Lampton DR, Kolasinski EM, Knerr BW, Bliss JP, Bailey JH, Witmer BG. Side effects and aftereffects of immersion in virtual environments. *Proc Hum Factors Ergon Soc Annu Meet.* 38(18):1154–7, 1994.
115. Kennedy RS, Berbaum KS, Lilienthal MG, Dunlap WP, Mulligan BE. Guidelines for alleviation of simulator sickness symptomatology. Orlando, FL: Naval Training Systems Center, 1987.

116. Stanney KM, Kennedy RS. Aftereffects from virtual environment exposure: How long do they last? *Proc Hum Factors Ergon Soc Annu Meet.* 42(21):1476–80, 1998.
117. Reason JT, Brand JJ. *Motion sickness.* Academic Press, 1975.
118. Gallagher M, Ferrè ER. Cybersickness: A multisensory integration perspective. Vol. 31, *Multisensory Research.* p. 645–74. Brill Academic Publishers, 2018.
119. Davis S, Nesbitt K, Nalivaiko E. A Systematic Review of Cybersickness. p. 1–9. In: *Proceedings of the 2014 Conference on Interactive Entertainment.* New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2014.
120. Harris L, Jenkin M, Zikovitz DC. Vestibular cues and virtual environments: Choosing the magnitude of the vestibular cue. *Proc - Virtual Real Annu Int Symp.* 229–36, 1999.
121. Harris LR, Jenkin M, Zikovitz DC. Visual and non-visual cues in the perception of linear self motion. *Exp Brain Res.* 135(1):12–21, 2000.
122. Jaekl PM, Jenkin MR, Harris LR. Perceiving a stable world during active rotational and translational head movements. *Exp Brain Res.* 163(3):388–99, 2005.
123. Akizuki H, Uno A, Arai K, Morioka S, Ohyama S, Nishiike S, et al. Effects of immersion in virtual reality on postural control. *Neurosci Lett.* 379(1):23–6, 2005.
124. Ter Horst AC, Koppen M, Selen LPJ, Pieter Medendorp W. Reliability-based weighting of visual and vestibular cues in displacement estimation. *PLoS One.* 10(12), 2015.
125. Holt JC, Lysakowski A, Goldberg JM. The efferent vestibular system. p. 135–86. In: *Auditory and Vestibular Efferents.* London: Springer, 2011.
126. Newlands SD, Wall C. Vestibüler fonksiyonlar ve anatomisi. p. 1905–15 In: *Bailey Baş & Boyun Cerrahisi - Otolarengoloji.* 1st ed. Ankara: Güneş Tıp Kitapevleri, 2011.

127. Lorenz MD, Coates JR, Kent M. Blindness, anisocoria, and abnormal eye movements. In: *Handbook of Veterinary Neurology*. p. 330–45. Elsevier, 2011.
128. Henn V, Young LR, Finley C. Vestibular nucleus units in alert monkeys are also influenced by moving visual fields. *Brain Res*. 71(1):144–9. 1974.
129. Tomlinson RD, Robinson DA. Signals in vestibular nucleus mediating vertical eye movements in the monkey. *J Neurophysiol*. 51(6):1121–36, 1984.
130. Angelaki DE. Eyes on target: What neurons must do for the vestibuloocular reflex during linear motion. *J Neurophysiol*. 92(1):20–35, 2004.
131. Özgirgin ON. Denge bozukluklarında kullanılan tanısal testler. *Türkiye Klin Neurol Spec Top*. 6(2):16–26, 2013.
132. Gallagher M, Dowsett R, Ferrè ER. Vection in virtual reality modulates vestibular-evoked myogenic potentials. *Eur J Neurosci*, 2019.
133. Colebatch JG, Halmagyi GM, Skuse NF. Myogenic potentials generated by a click-evoked vestibulocollic reflex. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 57(2):190–7, 1994.
134. Fowler CG, Sweet A, Steffel E. Effects of motion sickness severity on the vestibular-evoked myogenic potentials. *J Am Acad Audiol*. 25(9):814–22, 2014.
135. Tal D, Hershkovitz D, Kaminski-Graif G, Wiener G, Samuel O, Shupak A. Vestibular evoked myogenic potentials and habituation to seasickness. *Clin Neurophysiol*. 124(12):2445–9, 2013.
136. Xie SJ, Chen W, Jia HB, Wang ZJ, Yao Q, Jiang YY. Ocular vestibular evoked myogenic potentials and motion sickness susceptibility. *Aviat Sp Environ Med*. 83(1):14–8, 2012.
137. Neupane AK, Gururaj K, Sinha SK. Higher asymmetry ratio and refixation saccades in individuals with motion sickness. *J Am Acad Audiol*. 29(2):175–86, 2018.

138. Buyuklu F, Tarhan E, Ozluoglu L. Vestibular functions in motion sickness susceptible individuals. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology*. 266(9):1365–71, 2009.
139. Clarke AH, Schönfeld U. Modification of unilateral otolith responses following spaceflight. *Exp Brain Res*. 233(12):3613–24, 2015.
140. Swathi VM, Sathish Kumar KN. Influence of dance training on sacculocollic pathway: Vestibular evoked myogenic potentials (VEMP) as an objective tool. *J Evol Med Dent Sci*. 2(40):7747–54, 2013.
141. Shambhu T, Kumar SD, Prabhu P. Effect of practicing yoga on cervical vestibular evoked myogenic potential. *Eur Arch Oto-Rhino-Laryngology*. 274(10):3811–5, 2017.
142. Murofushi T, Shimizu K, Takegoshi H, Cheng PW. Diagnostic value of prolonged latencies in the vestibular evoked myogenic potential. *Arch Otolaryngol - Head Neck Surg*. 127(9):1069–72, 2001.
143. Baier B, Dieterich M. Vestibular-evoked myogenic potentials in “vestibular migraine” and menière’s disease: A sign of an electrophysiological link? p. 324–7. In: *Annals of the New York Academy of Sciences*. Blackwell Publishing Inc. 2009.
144. Chiarovano E, Zamith F, Vidal PP, de Waele C. Ocular and cervical VEMPs: A study of 74 patients suffering from peripheral vestibular disorders. *Clin Neurophysiol*. 122(8):1650–9. 2011.
145. Maes L, Vinck BM, Wuyts F, D’Haenens W, Bockstael A, Keppler H, et al. Clinical usefulness of the rotatory, caloric and vestibular evoked myogenic potential test in unilateral peripheral vestibular pathologies. *Int J Audiol*. 50(8):566–76. 2011.
146. Al-Sebeih K, Zeitouni A. Vestibular-evoked myogenic potentials as a test of otolith function. *Med Princ Pract*. 11(3):136–40, 2002.
147. Doidge N. *The brain that changes itself: Stories of personal triumph from the frontiers of brain science*. p.211, Penguin, 2007.

148. Dieterich M. Dominance for vestibular cortical function in the non-dominant hemisphere. *Cereb Cortex*. 13(9):994–1007, 2003.
149. Schlindwein P, Mueller M, Bauermann T, Brandt T, Stoeter P, Dieterich M. Cortical representation of saccular vestibular stimulation: VEMPs in fMRI. *Neuroimage*. 39(1):19–31, 2008.
150. Clément G, Reschke MF. Relationship between motion sickness susceptibility and vestibulo-ocular reflex gain and phase. *J Vestib Res Equilib Orientat*. 2018;28(3–4):295–304.
151. Cohen B, Dai M, Yakushin SB, Cho C, Basis N, Cohen B, et al. The neural basis of motion sickness. *J Neurophysiol*. 1;121(3):973–82, 2019.
152. Quarck G, Etard O, Darlot C, Denise P. Motion sickness susceptibility correlates with otolith- and canal- ocular reflexes. *Neuroreport*. 9(10):2253–6, 1998.
153. Shupak A, Spitzer O, Kerem D, Mendelowitz N, Gordon C, Melamed Y. Vestibulo-ocular reflex as a parameter of seasickness susceptibility. *Ann Otol Rhinol Laryngol*. 99(2 I):131–6, 1990.
154. Pietkiewicz P, Milonski J, Bielinska M, Olszewski J. Comparison of two VHIT software programs in diagnostics of semicircular canals. *Arch Med Sci*. 16(1):124–8, 2020.
155. Curthoys IS. The interpretation of clinical tests of peripheral vestibular function. *Laryngoscope*. 122(6):1342–52, 2012.
156. Trendel D, Haus-Cheymol R, Erauso T, Bertin G, Florentin JL, Vaillant PY, et al. Optokinetic stimulation rehabilitation in preventing seasickness. *Eur Ann Otorhinolaryngol Head Neck Dis*. 127(4):125–9, 2010.
157. Keshavarz B, Speck M, Haycock B, Berti S. Effect of different display types on vection and its interaction with motion direction and field dependence. *Iperception*. 8(3):1–18, 2017.

9. EKLER

EK 1

İstanbul Medipol Üniversitesi
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

Aşağıda bu araştırma ile ilgili detaylı bilgiler yer almaktadır, lütfen dikkatli bir şekilde tümünü okuyunuz.

ÇALIŞMAMIZ NEDİR?

Bu çalışmada, sağlıklı bireylerde optik illüzyon varlığında Vestibuler Evoked Myogenic Potentials (VEMP) ve Video Head İmpulse Test (vHIT) sonuçlarını kişilerin optik illüzyon olmadan elde edilen test sonuçları ile karşılaştırılmaktadır.

ÇALIŞMANIN AMACI NEDİR?

Bu çalışmada görsel girdiler bozularak; dengeyi sağlamada önemli yer sahibi olan proprioseptif ve vestibüler mekanizmaların değerlendirilmesi, klinikte rutin uygulamalarda önerilen yöntemi kullanarak vestibüler bozuklukların kökenini daha iyi tespit etmeye olanak sağlanması, VOR ve VSR ilişkisi ile birlikte sinirsel yolların incelenmesi ve elde edilen sonuçlar aracılığı ile hastalara ihtiyaç duydukları mekanizmayı geliştirecek rehabilitasyon programları verilebilmesi amaçlanmıştır. Bu değerlendirmeler için değişen VOR kazançları ile VEMP latansları incelenecektir.

NASIL BİR UYGULAMA YAPILACAKTIR?

Kişilere bir odyolog tarafından ilk olarak oturur pozisyonda Video Head Impulse Test (vHIT), Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potentials (cVEMP) ve Ocular Vestibular Evoked Myogenic Potentials (oVEMP) testleri uygulanacaktır. Sonrasında hastalara aynı testler, yine oturur pozisyonda optik illüzyon varlığında tekrarlanacaktır. Optik illüzyon literatürde farklı çalışmalarda kullanılmış ve görsel geri bildirim bozduğu kabul edilmiş bir görsel seçilecektir.

SORUMLULUKLARIM NEDİR?

Araştırmamıza dahil olan gönüllülerin değerlendirmelere uyum göstermeleri beklenmektedir. Bu koşullara uyulmadığı durumlarda araştırmacı sizi program dışı bırakabilme yetkisine sahiptir.

ARAŞTIRMANIN DENEYSSEL KISIMLARI

Araştırmamız deneysel bir çalışma değildir.

ÇALIŞMAYA KATILMA İLE BEKLENEN OLASI RİSKLER VEYA RAHATSIZLIKLAR NEDİR?

Bu çalışmada uygulanacak olan değerlendirme yaklaşımları hiçbir şekilde risk taşımamaktadır ve size rahatsızlık verecek herhangi bir etki yoktur.

KATILIMCILARIN ÇALIŞMAYA DAHİL OLMASI

Çalışmaya kendi rızanızla katılacaksınız veya çalışmaya katılmayı ret edebilecek ve isteğinizle hiçbir yaptırıma uğramaksızın çalışmadan çıkabileceksiniz.

İLETİŞİM

Gönüllülerin araştırma hakkında veya araştırma ile ilgili herhangi bir terslik olduğunda iletişim kurabileceği kişi ve telefon numarası aşağıda verilmiştir:

Odyolog Şeyma Tuğba ÖZTÜRK e-posta: stozturk@medipol.edu.tr
Tel: 0507 122 2052

ÇALIŞMANIN SÜRESİ

Çalışmada gönüllülere test uygulama süresi 5 ay olarak belirlenmiştir. Her gönüllüye uygulanacak testler tek bir seans sürecektir.

BİLGİLERİM KONUSUNDA GİZLİLİK SAĞLANABİLECEK MİDİR?

Size ait tüm ölçüm ve kimlik bilgileriniz gizli tutulacaktır ve araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir, ancak araştırmanın sorumluları etik kurullar ve resmi makamlar gerektiğinde tıbbi, bilgilerinize ulaşabilir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabilirsiniz.

Çalışmaya Katılma Onayı

"Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu"ndaki tüm açıklamaları okudum. Bana yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama aşağıda adı belirtilen odyolog tarafından yapıldı. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli olarak veya gerekçe göstermeden araştırmadan ayrılabileceğimi biliyorum. Bu araştırmaya hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın kendi rızamla katılmayı kabul ediyorum.

Bu formun imzalı ve tarihli bir kopyası bana verildi.

GÖNÜLLÜNÜN		İMZASI
ADI & SOYADI		
ADRESİ		
TEL		
TARİH		

AÇIKLAMALARI YAPAN ARAŞTIRICININ		İMZASI
ADI & SOYADI		
TARİH		

RIZA ALMA İŞLEMİNE BAŞINDAN SONUNA KADAR TANIKLIK EDEN KİŞİNİN (EĞER VARSA)		İMZASI
ADI & SOYADI		
TARİH		

Optik İllüzyon Varlığında Vestibüler Sistem Etkilenimi

Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup kişisel bilgileriniz gizli tutulacaktır; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir. İletişim bilgileriniz ise sadece izninize bağlı olarak ve farklı araştırmacıların sizinle iletişime geçebilmesi için "ortak katılımcı havuzuna" aktarılabilir. Bu koşullarda söz konusu araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve telkin olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.

* Gerekli

1. E-posta adresi *

2. İsim Soyisim *

3. Boy(cm) *

4. Kilo(kg) *

5. Yaş *

6. Yazı yazarken hangi elinizi kullanıyorsunuz. *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

Sağ

Sol

7. Oturur pozisyonda uygulanan Video Head Impulse Test (vHIT) esnasında kendimi dengesiz hissettim. *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

Evet

Hayır

8. Oturur pozisyonda uygulanan Vestibular Evoked Myogenic Potential (VEMP) esnasında kendimi dengesiz hissettim. *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

Evet

Hayır

9. Video Head Impulse Test (vHIT) yapılırken verilen 'Optik İllüzyon' esnasında aşağıdakilerden hangisini hissettiniz? (Birden fazla şık işaretleyebilirsiniz.) *

Uygun olanların tümünü işaretleyin.

- Dengesizlik
- Baş dönmesi
- Boşlukta hissi
- Mide bulantısı
- Kendiniz hareket ediyormuş gibi
- Hiçbiri
- Diğer: _____

10. Vestibular Evoked Myogenic Potential (VEMP) yapılırken verilen 'Optik İllüzyon' esnasında aşağıdakilerden hangisini hissettiniz? (Birden fazla şık işaretleyebilirsiniz.) *

Uygun olanların tümünü işaretleyin.

- Dengesizlik
- Baş dönmesi
- Boşlukta hissi
- Mide bulantısı
- Kendiniz hareket ediyormuş gibi
- Hiçbiri
- Diğer: _____

10. ETİK KURUL ONAYI



T.C.
İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

E-İmzalıdır

Sayı : 10840098-604.01.01-E.44132
Konu : Etik Kurulu Kararı

08/10/2018

Sayın Şeyma Tuğba ÖZTÜRK

Üniversitemiz Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna yapmış olduğunuz “Optik İllüzyon Varlığında Vestibüler Sistem Etkilenimi” isimli başvurunuz incelenmiş olup etik kurulu kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinize rica ederim.

Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar
Etik Kurulu Başkanı

Ek:
-Karar Formu (2 sayfa)

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK tarafından 08.10.2018 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden 6DC90480XF kodu ile doğrulayabilirsiniz.

İstanbul Medipol Üniversitesi
Kavacık Mah. Ekinciler Cad. No.19 Kavacık Kavşağı - Beykoz
34810 İstanbul

Tel: 444 85 44
İnternet: www.medipol.edu.tr
Ayrıntılı Bilgi İçin : bilgi@medipol.edu.tr

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Optik İllüzyon Varlığında Vestibüler Sistem Etkilenimi			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Şeyma Tuğba ÖZTÜRK			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Odyolog			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	İstanbul			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ <input checked="" type="checkbox"/>	ÇOK MERKEZLİ <input type="checkbox"/>	ULUSAL <input checked="" type="checkbox"/>	ULUSLARARASI <input type="checkbox"/>

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU

Değerlendirilen Belgeler	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ/PLANI			
BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU		03/10/2018		Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
Karar Bilgileri	Karar No: 534	Tarih: 05/10/2018		
	Yukarıda bilgileri verilen Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gereke, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve araştırmanın etik ve bilimsel yönden uygun olduğuna “oybirliği” ile karar verilmiştir.			

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Prof. Dr. Şeref DEMİRAYAK	Eczacılık	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK	Farmakoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. İlknur KESKİN	Histoloji ve Embriyoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Devrim TARAKCI	Ergoterapi	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Sibel DOĞAN	Psiko-onkoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Hikmet ÜÇİŞİK	Biyoteknoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Dr. Öğr. Üyesi Keziban OLCAY	Endodonti	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	

* :Toplantıda Bulunma

11. ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı	Şeyma Tuğba	Soyadı	Öztürk
Doğum Yeri	Aksaray	Doğum Tarihi	06.07.1995
Uyruğu	T.C.	TC Kimlik No	
E-mail	stozturk@medipol.edu.tr	Tel	0507 122 2052

Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Yüksek Lisans	İstanbul Medipol Üniversitesi	2019
Lisans	Bezmialem Vakıf Üniversitesi	2017
Lise	Hacı Malike Mehmet Bileydi Anadolu Lisesi	2013

İş Deneyimi

Görevi	Kurum	Süre (Yıl - Yıl)
1. Araştırma Görevlisi	İstanbul Medipol Üniversitesi	2017-...

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama*	Konuşma*	Yazma*
İngilizce	Çok İyi	Çok İyi	Çok İyi

Yabancı Dil Sınav Notu								
KPDS	YDS	IELTS	TOEFL IBT	TOEFL PBT	TOEFL CBT	FCE	CAE	CPE
	90	8.0						

YDS: Yabancı Dil Bilgisi Seviye Tespit Sınavı

	Sayısal	Eşit Ağırlık	Sözel
ALES Puanı	79	79	77
YOKDİL	100		

Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma becerisi
MS Office	Çok iyi
SPSS	Orta

