

DİDEM ŞAHİN CEYLAN

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ SAĞ. BİL. ENST.

DOKTORA TEZİ

İSTANBUL-2017

**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**VESTİBÜLER BOZUKLUĞU OLAN HASTALARIN
REHABİLİTASYONUNDA GALVANİK VESTİBÜLER
STİMULASYONUN ETKİSİ**

DİDEM ŞAHİN CEYLAN

**DANIŞMAN
PROF. DR. AHMET ATAŞ**

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ODYOLOJİ ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ, DİL VE KONUŞMA BOZUKLUKLARI PROGRAMI**

İSTANBUL-2017

TEZ ONAYI**DOKTORA TEZİ ONAYI**

İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji Anabilim Dalı, **Odyoloji ve Dil-Konuşma Bozuklukları** Programında Doktora öğrencisi **Didem ŞAHİN CEYLAN** tarafından, **Prof. Dr. Ahmet ATAŞ**'ın danışmanlığında hazırlanan "**Vestibüler Bozukluğu Olan Hastaların Rehabilitasyonunda Galvanik Vestibüler Stimulasyonun Etkisi**" başlıklı tez, aşağıdaki jüri üyeleri tarafından 24/10/2017 tarihinde yapılan Tez Savunma Sınavında başarılı bulunmuş ve Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı**Prof. Dr. Ahmet ATAŞ**İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı**Jüri-Danışman****Prof. Dr. Ahmet ATAŞ**İstanbul Üniversitesi, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı**Jüri****Prof. Dr. Özgür YİĞİT**Sağlık Bilimleri Üniversitesi,
İstanbul Eğitim Arş. Hastanesi
Kulak Burun Boğaz Bölümü**Jüri****Prof. Dr. Kemal DEĞER**İstanbul Üniversitesi,
İstanbul Tıp Fakültesi
Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı**Jüri****Prof. Dr. Gül ÖZBİLEN ACAR**İstanbul Medeniyet Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı**Jüri****Yrd. Doç. Dr. Zehra POLAT**İstanbul Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi
Odyoloji Bölümü

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmayla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığı beyan ederim.

DİDEM ŞAHİN CEYLAN

İTHAF

Kızım Arya'ya

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim sırasında çok büyük katkıları olan, değerli hocalarım, Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölümü Bölüm Başkanı ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ahmet ATAŞ'a ve Sağlık Bilimleri Fakültesi Odyoloji Bölüm Başkan Yardımcısı Yrd. Doç. Dr. Zahra POLAT'a, akademik gelişimim için hep arkamda duran ve beni her zaman destekleyen İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Kemal DEĞER'e;

Desteklerini esirgemeyen başta Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Özgün ENVER olmak üzere tüm İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi ve Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı öğretim üyeleri ve araştırma görevlisi arkadaşlarıma;

Odyoloji bilmi ile beni tanıştıran, odyolojiyi sevmemi sağlayan ve aynı zamanda ilerlemem konusunda beni destekleyen ilk öğretmenlerim Prof. Dr. Ayşe Gül GÜVEN'e ve Prof. Dr. Figen BAŞAR'a;

Eğitimim süresince bütün sevinçlerimizi ve yorgunluklarımızı paylaştığımız sevgili arkadaşlarım Odyoloji Uzmanları Eyüp KARA, Selma YILAR, Ahmet CEYLAN ve Halide KARA'ya; çalışmam ile ilgili hastaları bulmama yardımcı olan Odyolog Melda KAYA, Ümit DUMAN, Rışvan DENİZ ve Yeşim ORUÇ'a; tez yazım sürecinde yazışmalar hakkında bilgi veren ve organize eden Araştırma Görevlisi Ebru KARA'ya;

İstatistik verilerinin değerlendirilmesi, analizleri ve yorumlarını yapan Prof. Dr. Ahmet Rifat ŞAHİN'e;

Ayrıca;

Maddi, manevi desteğini hiç esirgemeyen ve yetişmemde en büyük emeği olan, beni bu günlere getiren çok kıymetli canım Annem Şerife ŞAHİN, Babam Ahmet Rifat ŞAHİN'e ve Kardeşim Emre ŞAHİN'e;

Hayatımda olduğu sürece arkamda durup bana güç veren canım Eşim Ahmet Ceylan ve varlığı ile hayatımıza renk getiren canım Kızım Arya Ceylan'a sonsuz teşekkürler.

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	İİ
BEYAN.....	İİİ
İTHAF.....	İV
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER	VI
TABLolar LİSTESİ.....	İX
ŞEKİLLER LİSTESİ	X
SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ	Xİİ
ÖZET	XİV
ABSTRACT.....	XVİ
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1 Vestibüler Sistem Anatomisi Ve Fizyolojisi:.....	3
2.1.1 Periferik Vestibüler Sistem Anatomisi.....	3
2.1.1.1 Semisirküler Kanallar:	4
2.1.1.2 Otolitik Organlar.....	6
2.1.1.3 Primer Vestibüler Sinir	8
2.1.1.4 Kanlanma	9
2.1.2 Santral Vestibüler Sistem Anatomisi.....	9
2.1.2.1 Vestibüler Çekirdekler	10
2.1.2.2 Sekonder vestibüler sinir	11
2.1.2.3 Sekonder Nöronların Santral Bağlantıları.....	12
2.1.2.4 Retiküler Formasyon.....	13
2.1.2.5 Serebellum	14
2.1.2.6 Nöral Integratör.....	14
2.1.2.7 Talamus ve Korteks ile Bağlantılar	15
2.1.3 Vestibüler Sistem Fizyolojisi	15
2.1.3.1 Periferik Vestibüler Sistem Fizyolojisi.....	15
2.1.3.2 Santral Vestibüler Sistem Fizyoloji	18
2.2 Tek Taraflı Periferik Vestibüler Kayıp	20

2.3	Vestibüler Rehabilitasyon	21
2.4	Vestibüler Fonksiyon Testleri:	22
2.4.1	Elektrookülografi/Videookülografi/ Elektronistagmografi / Videonistagmografi (EOG/VOG/ENG/VNG)	22
2.4.1.1	VNG ile Yapılabilen Okülomotor Testler	24
2.4.1.2	VNG ile Yapılabilen Gaze Stabilizasyon Testleri	24
2.4.1.3	Kalorik Test	25
2.4.1.4	Pozisyonel Testler	31
2.4.2	Bilgisayarlı Dinamik Postürografi (BDP)	31
2.4.2.1	Duyu Organizasyon Testi	32
2.5	Galvanik Vestibüler Stimulasyon	33
2.5.1	GVS'nin Vestibüler Sisteme Etkisi	37
2.5.1.1	Semisürküler Kanallara Etkisi	38
2.5.1.2	Otolit Organlara Etkisi	39
2.5.1.3	Santral Vestibüler Alana Etkisi:	41
2.5.2	Tarnskütan GVS uyarım metotları	43
3.	GEREÇ VE YÖNTEM	45
3.1	Katılımcılar	45
3.2	Gruplar	Hata! Yer işareti tanımlanmamış.
3.2.1	Grup GVS	46
3.2.2	Grup Kontrol	46
3.3	Gereç	46
3.3.1	Odyolojik Değerlendirme	46
3.3.1.1	Saf Ses Eşikleri	46
3.3.1.2	Konuşmayı Alma Eşiği (Speech Reception Threshold Test-SRT)	47
3.3.1.3	Konuşmayı Ayırdetme Testi (Speech Discrimination Test-SDS)	47
3.3.1.4	İmmitansmetrik İnceleme	47
3.3.2	Vestibüler Değerlendirme	48
3.3.2.1	Videonistagmografi (VNG)	48
3.3.2.2	Bilgisayarlı Dinamik Postürografi (BDP):	50
3.3.3	Galvanik Vestibüler Stimulasyon (GVS) İle Rehabilitasyon	50
3.3.4	Vizüel Anolog Skala (VAS)	52
3.3.5	Vestibüler Rehabilitasyon	53

3.4	Yöntem.....	53
3.4.1	İstatistik	54
4.	BULGULAR.....	55
5.	TARTIŞMA	72
6.	SONUÇ	83
	KAYNAKLAR	84
	FORMLAR.....	HATA! YER İŞARETİ TANIMLANMAMIŞ.
	ETİK KURUL KARARI	117
	TELİF HAKKI İZNİ.....	HATA! YER İŞARETİ TANIMLANMAMIŞ.
	ÖZGEÇMİŞ	118



TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 4-1: Grupların cinsiyet, eğitim düzeyi ve şikayet süresi yönünden karşılaştırılması.....	55
Tablo 4-2: Rehabilitasyon öncesi ölçülen skorların cinsiyete göre karşılaştırılması.....	57
Tablo 4-3: Rehabilitasyon öncesi ölçülen skorların cinsiyete göre karşılaştırılması.....	58
Tablo 4-4: Grupların rehabilitasyon öncesi skorları yönünden karşılaştırılması.....	60
Tablo 4-5: Kontrol grubunda değişken değerlerinin rehabilitasyon öncesi ve sonrası karşılaştırılması.....	62
Tablo 4-6: GVS grubunda değişken değerlerinin rehabilitasyon öncesi ve sonrası karşılaştırılmasıTablo.....	64
Tablo 4-7: Kontrol Grubunda vizüel analog skala değerlerinin haftalar arasındaki değişiminin değerlendirildiği testin t değerleri.....	65
Tablo 4-8: GVS Grubunda vizüel analog skala değerlerinin haftalar arasındaki değişiminin değerlendirildiği testin t değerleri.....	66
Tablo 4-9: Rehabilitasyon sonrası skorların gruplara göre karşılaştırılması	67
Tablo 4-10: Gruplar arasında vizüel analog skala değerlerinin karşılaştırılması	68
Tablo 4-11: Rehabilitasyon süresince değişkenlerde oluşan farklılıkların gruplara göre (Tablo 4.5 ve Tablo 4.6 değişim farklarının) karşılaştırılması	70
Tablo 4-12: Rehabilitasyon süresince vizüel analog skala skorlarında oluşan farklılıkların gruplara göre karşılaştırılması	71

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1 Kemik ve membranöz labirent (Fay & Popper, 2004)	4
Şekil 2.2 Petröz kemik içerisinde yer alan periferik vestibüler sistem (Fay & Popper, 2004)	5
Şekil 2.3 Semisirküler kanalların simetri özelliği A: her iki taraftaki lateral kanallar (LK), B: bir tarafın süperior kanalı (SK) ile kontralateralin inferior kanalı (İK) (Lysakowski, 2010)	5
Şekil 2.4 Semisirküler kanallar içerisinde yer alan ampula ve anatomisi (http://droualb.faculty.mjc.edu , 2011)	6
Şekil 2.5 Utrikul ve sakküldeki macula yerleşimi (https://quizlet.com , 2016).....	7
Şekil 2.6 Otolitik organlarda bulunan makula (http://droualb.faculty.mjc.edu , 2011).....	7
Şekil 2.7 Utrikul ve sakkülde kinosilyumların dizilimi (Hulme, 2010)	8
Şekil 2.8 Vestibüler sinir (www.humanneurophysiology.com , 2016)	9
Şekil 2.9 Vestibüler çekirdekler ve başlıca görevleri. SVN: Superior vestibuler çekirdek, MVN: medial vestibuler çekirdek, LVN: Lateral vestibuler çekirdek, IVN: Inferior vestibuler çekirdek (McCall & Yates, 2011).....	11
Şekil 2.10 Nöral integratörün işlevi (Pesaran, 2008).....	14
Şekil 2.11 Başın horizontal düzlemde dönmesi ile lateral kanalda gerçekleşen olaylar (Goldberg, Walker, & Hudspeth, 2012)	16
Şekil 2.12 Utrikulun uyarılması ile striolanın her iki tarafında gerçekleşen olaylar (Goldberg, Walker, & Hudspeth, 2012)	17
Şekil 2.13 Açısal ve doğrusal hareketlerde meydana gelen VOR arkı; A: semisirküler kanalların uyarıldığında gerçekleşen VOR arkı, B: otolitik organların uyarıldığında ortaya çıkan VOR arkı (Angelaki, 2004).....	19
Şekil 2.14 VNG gözlüğü (www.otometrics.com , 2016).....	24
Şekil 2.15 VNG ışık barı ve görüntü ekranı (www.otometrics.com , 2016)	24
Şekil 2.16 Standart kalorik test pozisyonu (Mccaslin, 2013)	26
Şekil 2.17 Kalorik test analiz bölümü (Hain, 2016a)	29
Şekil 2.18 Bilgisayarlı dinamik posturografi.....	32
Şekil 2.19 Duyu Organizasyon testinin (DOT) 6 farklı durumu (Teszler ve ark., 2000)33	
Şekil 2.20 Anodal elektrot tarafına salınım.(Fitzpatrick, Wardman, & Taylor, 1999)... 35	

Şekil 2.21 GVS ile uyarıldığında semisirküler kanal cevaplarının modeli (Fitzpatrick ve ark., 2004).....	39
Şekil 2.22 GVS uygulandığında, depolarizasyon meydana gelen periferik vestibüler alanlar. H:Horizontal SSK; P:Posterior SSK; A: Anterior SSK, VN: Vestibüler sinir (Lopez, Blanke, & Mast, 2012)	40
Şekil 2.23 GVS'nin aktivasyon yarattığı santral bölgeler (Utz ve ark., 2010)	42
Şekil 2.24 Kedi, maymun ve insandaki vestibüler korteks alanları (Ventre-Dominey, 2014)	42
Şekil 2.25 Transkütan GVS uyarım metotları. A: Bilateral bipolar uyarım, B: Unilateral uyarım, C: Bilateral monopolar uyarım (Rizzo-Sierra ve ark., 2014).	44
Şekil 3.1 10 msn'de bir, 0,5 ms süre ile verilen 3 mA /100 Hz GVS akım.....	51
Şekil 3.2 Bilateral bipolar uyarım elektrodu.....	52
Şekil 3.3 Vizüel analog skala.....	52

SEMBOLLER / KISALTMALAR LİSTESİ

GVS: Galvanik Vestibüler Stimulasyon
SSS: Santral Sinir Sistemi
LK/HK: Lateral Kanal / Horizontal Kanal
SK/AK: Süperior Kanal / Anterior Kanal
İK/PK: İnférieur Kanal / Posterior Kanal
SSK: Semisirküler Kanal
SVS: Süperior Vestibüler Sinir
İVS: İnférieur Vestibüler Sinir
VOR: Vestibülooküler Refleks
çMLF: çıkan Medial Longitudinal Fissikulus
iMLF: inen Medial Longitudinal Fissikulus
SVN: Süperior Vestibüler Nukleus
MVN: Medial Vestibüler Nukleus
LVN: Lateral Vestibüler Nukleus
İVN: İnférieur Vestibüler Nukleus
RY: Retikulospinal Yol
MVY: Medial Vestibulospinal Yol
LVY: Lateral Vestibulospinal Yol
EPSPs: Eksitator Postsinaptik Potansiyeller
VSR: Vestibulospinal Refleks
VKR: Vestibulokokolik Refleks
IVOR: Lineer Vestibülooküler Refleks
tVOR: Translasyonel Vestibülooküler Refleks
BPPV: Benign Paroksizmal Pozisyonel Vertigo
KRP: Kornea-retinal Potansiyel
EOG: Elektrookülografi
VNG: Videonistagmografi
VOG: Videookülografi

YFMD: Yavaş Fazın Maksimum Değeri
YFH: Yavaş Faz Hızı
TTZ: Tek Taraflı Zayıflık
%AVC: Azalmış Vestibüler Cevap Yüzdesi
YÜ: Yön Üstünlüğü
KA: Kazanç Asimetrisi
FS: Fiksasyon Supresyonu
BZ: Bilateral Zayıflık
BDP: Bilgisayarlı Dinamik Postürografi
DOT: Duyu Organizasyon Testi
PIVC: Parieto-Insular Vestibüler Korteks
VAS: Vizüel Analog Skala
SD: Standart Sapma

ÖZET

Ceylan, D.Ş. (2017). Vestibüler Bozukluğu Olan Hastaların Rehabilitasyonunda Galvanik Vestibüler Stimülasyonun Etkisi. İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji, Dil ve Konuşma Bozuklukları Bilim Dalı, Doktora Tezi. İstanbul.

Anahtar Kelimeler: Galvanik vestibüler stimülasyon, vestibüler rehabilitasyon, periferik vestibüler kayıp

Kişide denge şikayetlerine sebep olan periferik vestibüler lezyonlar, günümüz teknolojisi ve klinik şartlarında daha kolay saptanabilmesine karşın, her hasta için gereken yaklaşım aynı değildir. Patolojilerin büyük bir kısmının iyileşmesi daha çok manevra ve/veya egzersizler ile sağlanabilmektedir. Bu durum, mevcut sıkıntısından bir an önce kurtulmayı bekleyen hastanın iyileşme süresinin uzamasına, verilen egzersizi yanlış ve/veya eksik yapmasına ve hatta rehabilitasyondan vazgeçmesine sebep olmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, tek taraflı periferik vestibüler patolojisi olan katılımcıların, verilen egzersiz programına ek olarak galvanik vestibüler stimülasyon (GVS) ile iyileşmenin olup olmadığını araştırmaktır.

Çalışmamızda 2 grup yer almıştır; 41 kişi Grup GVS'yi (GVS+kompanseman egzersizleri (KE) yapan) ve 33 kişi ise Grup Kontrolü (sadece KE yapan) oluşturmuştur. İlk haftada objektif test yöntemleri olan Videonistagmografi (VNG) ve Duyu Organizasyon Testleri (DOT) yapılan katılımcılar, 6 hafta boyunca GVS uygulamak ve/veya bir önceki haftaya göre daha zorlayıcı egzersizler eklemek ayrıca egzersizlerin doğru yapılıp yapılmadığının kontrolü için her hafta kontrole çağırılmış, altıncı haftanın sonunda objektif testler tekrarlanmıştır. Katılımcıların iyileşme durumlarının subjektif değerlendirmesi için ilk hafta da dahil olmak üzere her hafta vizüel analog skala (VAS) uygulanmıştır.

Rehabilitasyon sonrasında her iki grup arasında; kalorik testte unilateral zayıflık ve postürografinin DOT parametrelerinde (denge 4, 5, 6, vizüel, vestibüler duyu, preferans, strateji 5 ve 6 skorları, ağırlık merkezi 1, 2, 3, 4, 5, 6 ve kompozit skorları gruplar arasında farklı bulundu ($p<0,05$). VAS açısından ise GVS grubundaki hastaların kendilerini birinci haftanın sonundan itibaren, kontrol grubundaki hastalara göre daha iyi hissettikleri görüldü ($p<0,01$).

Çalışmamızda GVS uygulanan katılımcıların hem objektif hem de subjektif açıdan kontrol grubundaki katılımcılardan daha fazla fayda gördüğü ortaya çıkmıştır.



ABSTRACT

Ceylan, D.Ş (2017). The Effect of Galvanic Vestibular Stimulation in the Rehabilitation of Patients with Vestibular Disorders. İstanbul University, Institute of Health Science, Audiology, Language and Speech Disorders, PhD of Thesis, İstanbul.

Key Words: Galvanic vestibular stimulation, vestibular rehabilitation

Peripheral vestibular lesions can easily be detected in today's technology and clinical conditions, but the approach required for each patient is not the same.

The aim of this study was to increase participants' satisfaction with the unilateral peripheral vestibular pathology, in addition to the exercise program, with galvanic vestibular stimulation (GVS).

Participants were divided into 2 groups; group GVS (GVS + compensatory exercises (CE); 41 subjects) and Group Control (only CE; 33 subjects). Participants who underwent videostagmography and sensory organization testing, which were objective test methods at week zero, were invited to check every week for 6 weeks to perform GVS and / or exercise in the CE program and to check that it was done correctly. Objective tests were repeated at the end of the sixth week. Visual Analog Scale (VAS) was administered every week, including the zero week, for the subjective evaluation of participants' recovery status.

Unilateral weakness, balance scores 4, 5 and 6, visual, vestibular sense, preference score, strategy scores 5 and 6, center of gravity 1, 2, 3, 4, 5, 6 and composite scores were different between the groups after rehabilitation ($p < 0,05$). In terms of VAS, the patients in the GVS group felt themselves to feel better from the end of the first week than the patients in the control group ($p < 0.01$).

In this study, it was found that group GVS benefited both from an objective and a subjective point of view more than participants in the control group.

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Vestibüler sistemin primer görevi baş pozisyonu ve hareketi algılamaktır (Yang ve ark., 2015). Üç semisirküler kanal (SSK), başın hareketi ve hızını algımlarken otolit organlar (utrikul ve sakkül) başın doğrusal ivmesi ve tilt hareketini algılar (Angelaki & Dickman, 2000; Liu, Dickman, & Angelaki, 2011). Sistemdeki bozulma, hasta yakınmasına neden olur. Her iki kulaktaki vestibüler çekirdekler arasındaki güçlü nöral bağlantılarda zayıflık ya da asimetri, merkeze eksik veya yanlış bilgi gitmesine neden olacak ve sersemlik, vertigo, osilopsia ve dengesizlik şikayetlerini ortaya çıkartacaktır (Herdman, 2007; Yardley, Owen, Nazareth, & Luxon, 1998).

Tek taraflı vestibüler kayıplarda sistem, adaptasyon ve kompensasyon mekanizmalarının etkin hale getirilmesi için verilen rehabilitasyon programları ile kişinin şikayetlerinin azalması ve günlük aktivitelerine devam edebilmesi sağlamaktadır. Ancak hastaların, verilen egzersizleri eksik veya hatalı yapmaları ya da semptomları artırdığını düşündüklerinden dolayı hiç yapmamaları, sistemi baskılayıcı ilaçlar kullanmaları veya daha keşfedilmemiş başka mekanizmaların varlığı düzelmeyi zorlaştırır ve geciktirir (Baloh, 1990; Üneri, 2002).

Galvanik Vestibüler Stimulasyon (GVS), her iki kulaktaki SSK'ler ve otolit organlar ile bağlantısı olan vestibüler siniri uyaran bir tekniktir (Cathers, Day, & Fitzpatrick, 2005; Yang ve ark.,2015). Kulak arkasında yer alan mastoid prosesinde üzerine yerleştirilen yüzeysel elektrotlar vasıtasıyla, düşük akımlı uyaranlar ile vestibüler afferentlerin tümünde ateşleme oranını değiştirebilmektedir (Yang ve ark., 2015). Bu değişiklikler başın dönme hareketi yaptığı zaman vestibüler afferentlerde meydana gelen değişikliklere benzemektedir (Goldberg, 2000; Goldberg, Smith, & Fernández, 1984). Bu yüzden santral sinir sistemi (SSS) GVS'yi bir baş hareketi gibi algılar ve vücudun yanlış anlaşılan bu baş hareketine göre cevap oluşturmaya sebep olur (Zink ve ark., 1998). Bir mastoid prosesinde üzerine yerleştirilen anodal elektrot ve diğer mastoid prosese yerleştirilen katodal elektrot ile uygulanan bilateral bipolar GVS, bir roll hareketi hissi yaratır (Cevette ve ark., 2012).

GVS, gerçek olmayan uzaysal hareketlere karşı cevap oluşturmakla birlikte, vestibüler sistemi taklit etmek ve test etmek için güvenilir bir araştırma yöntemi olarak kullanılmıştır (Day ve ark., 1997; Forbes ve ark., 2014; Kim ve ark., 2013; Kim & Curthoys, 2004). Çalışmamız GVS'nin sebep olduğu fizyolojik değişikliklerin, uzun

sürekli tek taraflı periferik vestibüler kaybı olan ve semptomlarından yakınan hastaların, rehabilitasyonunda kullanarak hem geleneksel yöntemlerden daha iyi hem de daha hızlı iyileşmeyi sağlayıp sağlamadığını araştırmak amacıyla dayanmaktadır.



2. GENEL BİLGİLER

Evrimsel süreçte kompleks canlıların altıncı duyusu olarak da kabul edilen denge, en ilkel sistemlerden biridir (McCloskey, 1978). Doğal seleksiyonda, hayatta kalabilmek için sağlıklı çalışan bir vestibüler sistem, canlıya büyük yarar sağlamaktadır. Vestibüler sistemin günümüzden yaklaşık 500 milyon yıl önce gelişmeye başlayarak, vestibüler refleksleri meydana getiren beyin sapı bağlantılarının olduğu tahmin edilmektedir (Zheng ve ark., 2001). Özellikle iki ayaklı canlıların evrilmesiyle daha kompleks hale gelen sistem, 19. yüzyılda sinir ve davranış bilimlerinin hızlı ilerleyişi ile daha anlaşılır olmuştur. Ancak denge sistemi hala keşfedilmeyi bekleyen büyük sırlar taşımaktadır.

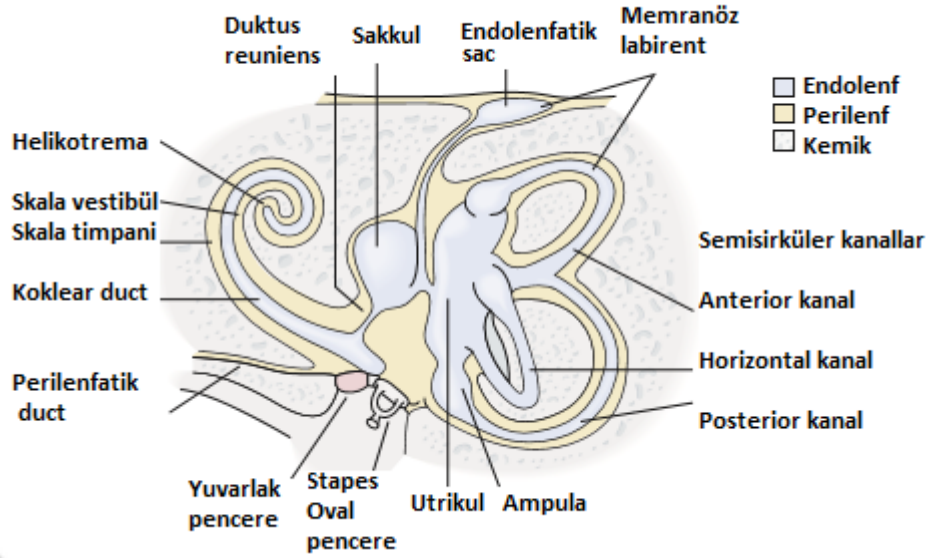
Denge aslında çok sayıda sistemin bir arada çalışması sonucu ortaya çıkan kompleks bir duydur. Bu duyuda; vestibüler sistem, vizüel sistem, proprioseptif sistem, santral işleme ve motor yanıt bulunur.

2.1 Vestibüler Sistem Anatomisi Ve Fizyolojisi:

Sistem, küçük bir alan içerisinde çok sayıda ve karmaşık işler yaptığından 2 ana kısımda incelenmektedir.

2.1.1 Periferik Vestibüler Sistem Anatomisi

Periferik vestibüler sistem temporal bölgede petröz kemiğin içine yerleşmiş, kokleada olduğu gibi kemik ve membranöz labirentten oluşan ve dengenin sağlanmasında görev alan bir yapıdır. Kemik labirent, membranöz labirenti koruma özelliğine sahiptir ve aralarında Na açısından zengin perilenf adı verilen bir sıvı bulunur. Membranöz labirent ise sensör hücrelerinin yer aldığı ve içerisinde K bakımından zengin endolenf ihtiva eder (Şekil 2.1). Endolenf ve perilenfin iyon derişimindeki farklılık elektriksel potansiyel farklılığına sebep olur. Bu potansiyel sistemin işlev görmesinde oldukça önemlidir.

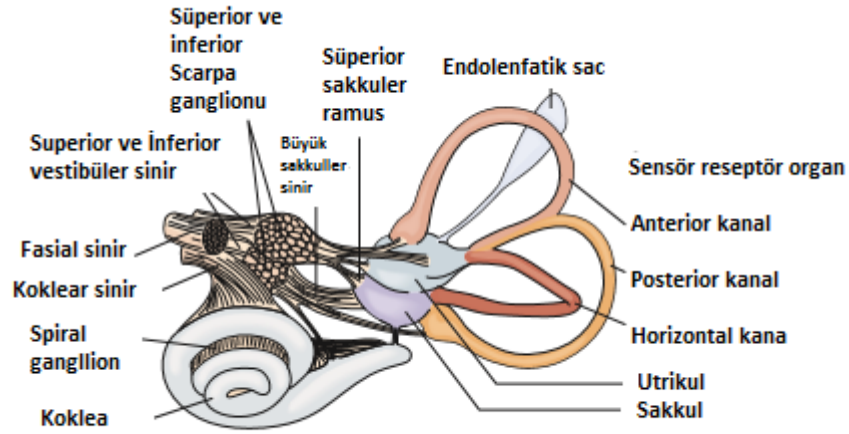


Şekil 2-1 Kemik ve membranöz labirent (Fay & Popper, 2004)

Petröz kemiğin içine yerleşmiş olan periferik vestibüler sistem 2 duyu organından meydana gelir (Abbas & Miller, 1993). Her bir tarafta 3'er tane bulunan ve dairenin ancak 2/3'sini tamamlayan, açılal ivmelenmenin işlenmesinden sorumlu SSK'ler ve horizontal ve vertikal düzlemdeki doğrusal ivmelenmenin işlenmesinden sorumlu *otolitik* organlar utrikul ve sakkül yer alır.

2.1.1.1 Semisirküler Kanallar (SSK):

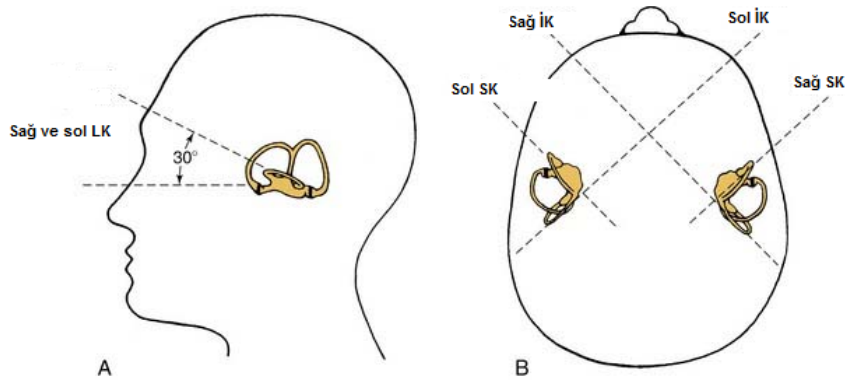
SSK'ler birbirlerine neredeyse dik açı olacak şekilde konumlanmışlardır. Bu pozisyon uzaydaki üç boyutlu (x,y ve z eksenli) baş hareketlerinin algılanmasına olanak tanır. Kanallar düz bakışta bulundukları konuma göre adlandırılırlar; horizontal düzlemde olan lateral/horizontal kanal (LK/HK), LK'nın anteriorunda yer alan kanal süperior/anterior kanal (SK/AK), LK'nın posteriorunda yer alan kanala ise inferior/posterior kanal (İK/PK) adı verilir. Üç SSK da utrikuldan köken almasına rağmen sadece LK'nın iki ucu da utrikul ile bağlantılıdır (Şekil 2.2). SK ve İK'lar ortak krus oluşturarak utrikul ile temas kurar (Katsarkas, 1999).



Şekil 2-2 Petröz kemik içerisinde yer alan periferik vestibüler sistem (Fay & Popper, 2004)

Periferik vestibüler sistemde başın açısal hareketinin algılanabilmesi için iki temel özellik bulunmaktadır; sistemin kendi içerisinde simetri özelliği ve sensör hücrelerde meydana gelen potansiyel değişim.

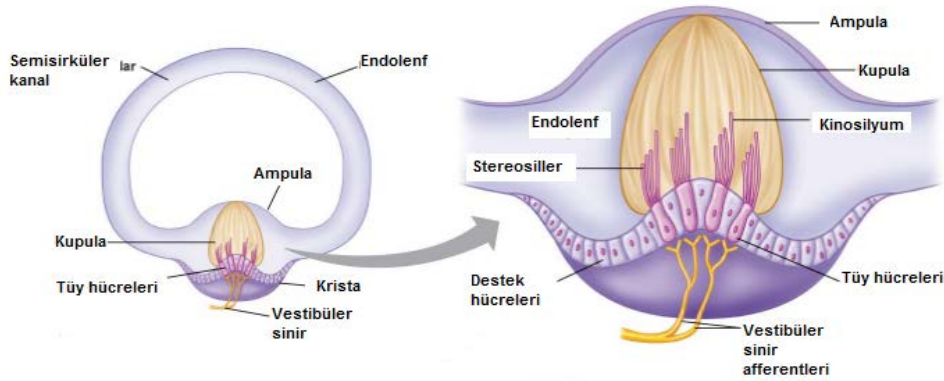
Açısal hareketinin algılanması için tek taraftaki SSK'ler yeterli değildir. Her iki taraftaki LK'lar ile bir taraftaki SK, kontralateralindeki İK ile simetriktir. Bu özellik, baş hareket ettiği zaman, bir kanal ve onun simetrisinde yer alan sensör hücrelerde farklı elektriksel potansiyellere sebep olur ve açısal hareket algılanır. SSK'nin simetri özelliği şekil 2.3'te gösterilmiştir.



Şekil 2-3 Semisirküler kanalların simetri özelliği A: her iki taraftaki lateral kanallar (LK), B: bir tarafın süperior kanalı (SK) ile kontralateralin inferior kanalı (İK) (Lysakowski, 2010)

Kanallardaki elektriksel potansiyel değişimi, ampula adı verilen, SSK'nin utrikul ile bağlantı yaptığı, bombeli ve ampule benzeyen bölgede meydana gelmektedir. Burada bulunan sensör epitelyum krista ve içine gömülü durumda olan tüy hücreleri ile tüy hücrelerinin üzerini kaplayan kupula, kanalların sensör organelini oluşturur. Başın döndürülmesi ile endolenfin mekanik hareketine duyarlı olan bu bölge, hareketin yönünün ve hızının algılanmasını sağlar. Kupula ile endolenfin benzer viskozitede olması, küçük hareketlerde bile hassasiyetin sağlanmasına yardımcı olur.

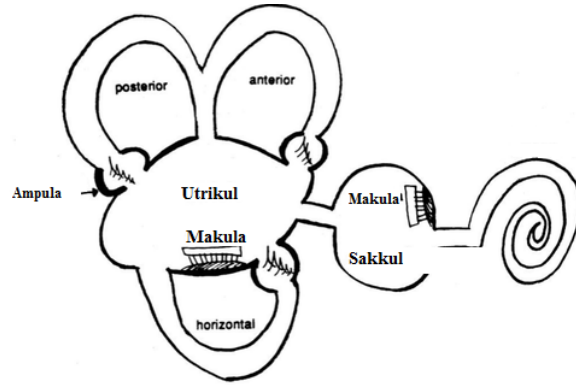
Birbirinin simetrisi olan kanallarda endolenf hareketi aynı yönde değildir. Bu yön farklılığı, tüy hücrelerin üzerinde bulunan stereosillerin en uzun olan kinosilyumun bükülme yönüne göre değişiklik gösterir. Kinosilyumun büküldüğü yön, afferent fibrillere aktarılabacak elektriksel potansiyel değişimine sebep olur (Şekil 2.4).



Şekil 2-4 Semisirküler kanallar içerisinde yer alan ampula ve anatomisi
(<http://droualb.faculty.mjc.edu>, 2011)

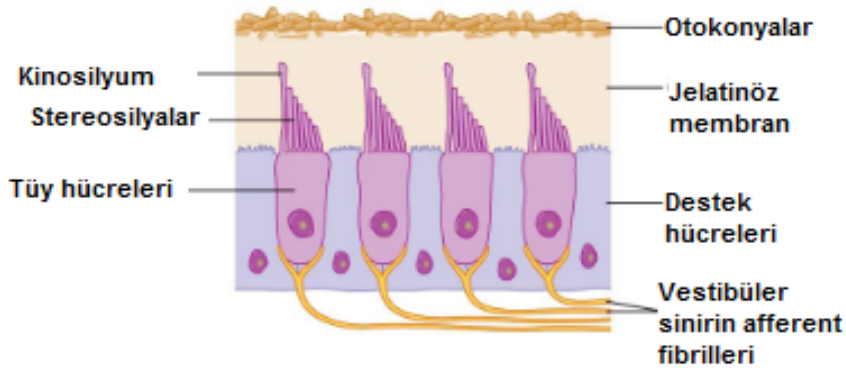
2.1.1.2 Otolitik Organlar

Başın her iki tarafında birer tane utrikul ve sakkül bulunur. Utrikul anatomik yerleşimi de göz önüne alındığında hem başın tilt hareketini hem de horizontal düzlemdeki ivmelenmeyi, sakkül ise sadece vertikal düzlemdeki doğrusal ivmelenmeyi algılar (Şekil2.5).



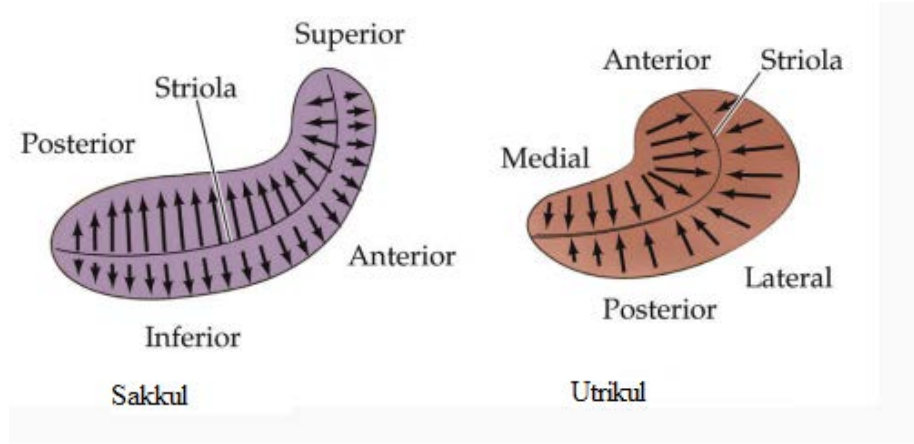
Şekil 2-5 Utrikul ve sakküldeki makula yerleşimi (<https://quizlet.com,> 2016)

Bu iki sistemin bir arada çalışması hareketin hızı ve yönü hakkında bilgi sağlar. Her iki organda da, SSK'daki kupulaya karşılık gelen makula yer alır. İki mm çapındaki makulada, içine yerleşmiş tüy hücreleri, glikoprotein yapılı jelatinöz membran ve üzerlerindeki kalsiyum karbonattan meydana gelen kristaller bulunur (Şekil 2.6).



Şekil 2-6 Otolitik organlarda makula (<http://droualb.faculty.mjc.edu,> 2011)

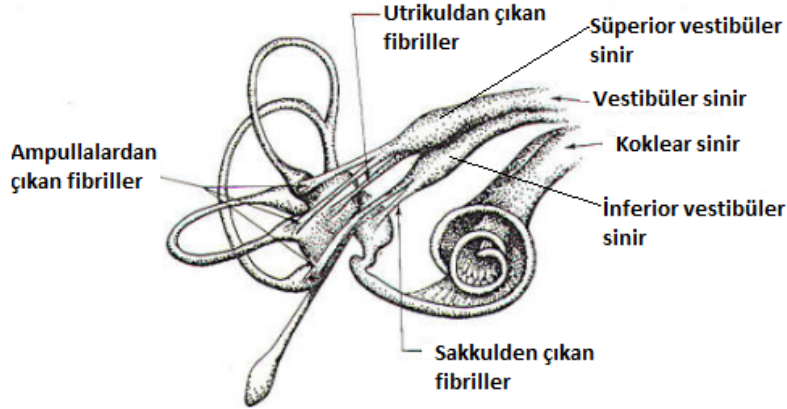
Periferik vestibüler sistemin simetri özelliği otolitik organlar için de geçerlidir ancak bu özellik SSK'lardan daha farklıdır. SSK'lardakinin aksine otolitik organları kendi içerisinde simetrik yapan striola adı verilen bir yapı mevcuttur. Striola makulayı ikiye böler. Striolanın her iki tarafındaki kinosilyumların pozisyonu, utrikul ve sakkülün kendi içerisindeki simetrisini oluşturur. Sakkülde kinosilyumlar dışarı doğru bakarken, utrikulda striolaya doğru bakarlar. Kinosilyumların dizilimi şekil 2.7'de gösterilmiştir.



Şekil 2-7 Utrikul ve sakkülde kinosilyumların dizilimi (Hulme, 2010)

2.1.1.3 Primer Vestibüler Sinir

İç kulak kanalının lateral ucunun üst bölümünde, temporal kemiğin petröz parçası içinde yerleşen vestibüler gangliondaki bipolar ganglion hücrelerinin santral uzantıları iç kulak kanalında birleşerek vestibüler siniri oluşturur. Bir ucu tüy hücreleri ile temastayken, gövdeleri *Scarpa* ganglionunu oluşturur ve diğer uçları ise sekonder nöronlar ile snaps yapar. Yaklaşık olarak 18000 adet miyelinli lif içeren bir sinirdir. Bu liflerin %98'i afferent (tip I hücreler), %2'si efferenttir (Tip II hücreler) (Hitier, Besnard, & Smith, 2014). Sekizinci kranial sinir olan vestibulokoklear sinir, hem işitme organından hem de vestibüler organ sinir fibrillerinden meydana gelen iki sinir dalının bir araya gelmesiyle oluşur ve beyinsapına girer (şekil 2.8). Vestibüler sinir 2 kısımda incelenir; süperior vestibüler sinir (SVS) ve inferior vestibüler sinir (İVS). SVS; utrikul, SK, LK ve sakkülün bir kısmını innerve ederken, İVS; sakkülün geri kalan büyük kısmı ile İK'yi innerve eder (Fox, 2014). Vestibüler nöronlar bipolar ve iki sıradırlar. Bir ucu tüy hücreleri ile temastadır. Gövdeleri *Scarpa* (vestibüler) ganglionunu oluşturur; diğer uçları ise 2. sıra nöronlar ile snaps yapar.



Şekil 2-8 Vestibüler sinir (www.humanneurophysiology.com, 2016)

2.1.1.4 Kanlanma

İç kulağın kan akımı genellikle vertebral-bazillar arterin, anterior inferior serebellar dalı tarafından sağlanır. Bu dal iç kulağa girdikten kısa bir süre sonra ortak koklear arter ve anterior vestibüler artere ayrılır. Anterior vestibüler arter utrikulun büyük bir kısmı ile SK ve HK ampullalarını ayrıca sakkülün bir kısmını besler. Ortak koklear arter de 2 dala ayrılır; koklear arter ve posterior vestibüler arter. Posterior vestibüler arter, sakkülün büyük bir kısmını, İK ampulasını, utrikulun küçük bir kısmı ile diğer ampullaları besler (Dieterich & Brandt, 2008).

2.1.2 Santral Vestibüler Sistem Anatomisi

Vestibüler sinirin *Scarpa* ganglionundan sonraki kısmı sekonder nöronlar tarafından meydana gelir ve artık santral vestibüler sistem kısmını oluşturur. Gangliondan çıkan sekonder nöronların tip I ve tip II hücreleri internal akustik kanaldan, ponsa kadar koklear sinir ile beraber seyrederek. Sonrasında vestibüler sinir liflerinin az bir kısmı direkt olarak serebellumun nodulus, flokulus ve uvula bölgelerine uğrarken, büyük kısmı ise vestibüler çekirdeklere ulaşır (Bottini ve ark., 1994).

2.1.2.1 Vestibüler Çekirdekler

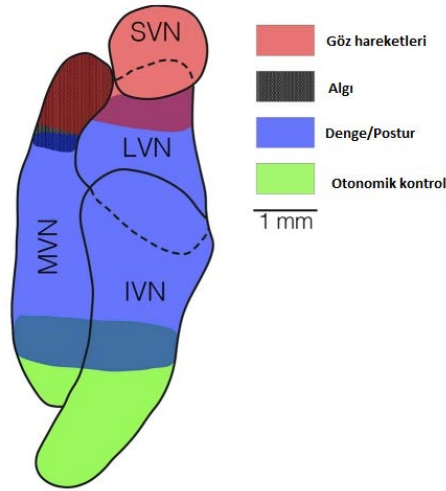
Pons ve medulla oblongata birleşiminin lateral kısmı, vestibüler çekirdeklerin yer aldığı bölümdür. İşlevsel olarak 4 farklı çekirdek bütünü olduğundan vestibüler çekirdek kompleksi de denilir.

Süperior (Bectereu) Çekirdek: Medial ve lateral çekirdeklerle komşuluk yapan süperior vestibüler çekirdek, hem SSK ve otolitik organlardan hem de serebellumun flokulus ve nodulus kısmından gelen lifleri barındırır. Buradan köken alan lifler daha sonra vestibülo-oküler refleksi (VOR) oluşturacak olan, çıkan medial longitudinal fassikulus (çMLF) ile eksternal göz kaslarını innerve eden çekirdekler ile bağlantı kurarlar (Porter & Balaban, 1997) (Şekil 2.9).

Medial (Schwalbe) Çekirdek: Süperior, lateral ve inferior vestibüler çekirdek ile komşuluk yapar. Tıpkı süperior vestibüler çekirdekteki gibi SSK ve otolitik organlardan köken alan fibrilleri barındırır. Ayrıca medial nukleustan, serebellum fastigial çekirdeği, nodulus ve flokullusu ile retiküler formasyondan gelen fibrillere de ev sahipliği yapar. Vestibülo-spinal yola kas tonusunu ayarlamak için sinyal yollar (Serafin ve ark., 1992). Yaptığı snaptik bağlantılar ile vestibulooküler refleksi (VOR), vestibulospinal refleksi (VSR) ve vestibulokolik reflekse (VKR) katkı sağlar (Şekil 2.9).

Lateral (Deiters) Çekirdek: Süperior, medial ve inferior çekirdek ile komşuluk yapar. Utrikül, anterior vermis, fastigial nukleus, flokulus ve paraflokulustan fibriller alır. Spinal kord ile de bağlantı yapan efferentleri bulunur. Bu bağlantılar sayesinde VSR'ye katkısı büyüktür (Ruigrok, Cella, & Voogd, 1995) (Şekil 2.9).

Inferior (Dessenden) Çekirdek: Lateral ve medial vestibüler çekirdek ile komşuluk yapar. Medial çekirdek ile neredeyse iç içedir. Çok sayıda fibril ağına sahiptir. Serebellum, spinal kord ve diğer 3 çekirdek ile bağlantı kurar ve bütünleştirme özelliğini üstlenir. Bilinmeyeni en çok olan çekirdek olarak kabul edilir. Vestibüler çekirdek kompleksi şekil 2.9'da gösterilmiştir.



Şekil 2-9 Vestibüler çekirdekler ve görevleri. SVN: Superior vestibüler çekirdek, MVN: medial vestibüler çekirdek, LVN: Lateral vestibüler çekirdek, IVN: İnferior vestibüler çekirdek (McCall & Yates, 2011)

2.1.2.2 Sekonder vestibüler sinir

Scarpa ganglionundan çıkan sekonder nöronlar Tip I ve Tip II olmak üzere 2'ye ayrılırlar.

Tip I nöronlar:

- Kısa latanslı uyarılara cevap oluştururlar (1.0 msn).
- İrregüler nöronlar ile temas halindedirler.
- Monosaptik bağlantıları vardır.
- Eksitator özelliktedirler.
- Başın ipsilateral çevrilmesi ile aktive olurlar.

Tip II nöronlar:

- Uzun latanslı uyarılara cevap oluştururlar (2.5 msn).
- Regüler nöronlar ile temas eder.

- Multisnaptik bağlantılar yapar.
- Başın ipsilateral çevrilmesi ile inhibe olurlar.
- Retiküler formasyon veya kontralateral Tip I'lerden uyarı alırlar.
- Kontralateral uyarım Tip II nöronları stimule ederken, ipsilateral Tip I'leri inhibe eder (Erbek, 2012).

2.1.2.3 Sekonder Nöronların Santral Bağlantıları

Okülomotor çekirdekler ve vestibüler bağlantılar: Vestibülo-oküler refleks arkını oluşturan bağlantıdır. Başın yeni pozisyonuna göre görüntünün sabitlenmesi için gereklidir. Okülomotor (C.N III), Troklear (C.N IV) ve Abdusens sinir (C.N VI) görev alır.

Okülomotor Sinir (C.N III): Mezensefalon seviyesinde bulunur. Göz küresini hareket ettiren 6 kastan 4'nü innerve eder.

Medial Rektus Kası: Kasılmasıyla addüksiyon hareketi ile pupil orta hatta gelir.

Süperior Rektus Kası: Kasılmasıyla primer olarak elevasyon, sekonder olarak ise intorsiyon ve addüksiyon hareketlerinden sorumludur.

İnferior Rektus Kası: Kasılmasıyla primer olarak depresyon, sekonder olarak ise ekstorsiyon ve addüksiyon hareketlerinden sorumludur.

İnferior Obliq Kası: Kasılmasıyla primer olarak ekstorsiyon, sekonder olarak ise abdüksiyon ve elevasyon hareketlerinden sorumludur.

Troklear Sinir (C.N IV): Mezensefalon seviyesinde bulunur. Süperior obliq kasını innerve ederek primer olarak intorsiyon, sekonder olarak abdüksiyon ve depresyon hareketini sağlar.

Abdusens Sinir (C.N VI): Pons seviyesinde bulunur. Lateral rektus kasını innerve ederek, gözün abdüksiyon hareketini sağlar.

Her iki taraftaki vestibüler çekirdekler ile oküler çekirdekler arasındaki bu bağlantılar, vestibüler çekirdek kompleksinden çıkan yolları oluştururlar ve çıkan medial longitudinal fassikulus (çMLF) adını alır (Snow, Hore, & Vilis, 1985).

Spinal Kord ile Bağlantı: Sekonder vestibüler nöronların vestibulospinal yolları 3 ana yol ile sağlanır.

Retikulospinal Yol (RY): Retikuler formasyon ile spinal kord arasında bağlantının kurulduğu yoldur (Highstein & Holstein, 2005).

Medial Vestibulospinal Yol (MVY): Vestibüler çekirdek kompleksinin medial çekirdeği ile spinal kord arasında uzanan yoldur (Matesz, Kulik, & Bacsikai, 2002).

Lateral Vestibulospinal Yol (LVY): Vestibüler çekirdek kompleksinin lateral çekirdeği ile spinal kord arasında uzanan yoldur. Lateral çekirdekten sonra inferior çekirdeğe uğrar ve VSR ve VKR için bacak ve boyun kaslarını innerve ederek postural ayarlamayı sağlar.

Bu iki yol, çekirdekler ile spinal kord arasındaki bağlantıyı sağlayan inen medial longitudinal fassikulus adı da (iMLF) verilen yoldur.

2.1.2.4 Retiküler Formasyon

Günlük hayattaki bazı ihtiyaçlar refleksif olarak gerçekleşir. Evrimsel süreç bu ihtiyaçların karşılanması sırasında daha hızlı olanın hayatta kalma şansının daha yüksek olmasına sebep olmuştur. Denge ve postürün korunması için gerekli olan hareketler refleksif hareketlerdir ve retiküler formasyon denilen bölgede oluşturularak, depo edilirler. Depo edilme süreci vestibüler, vizüel ve proprioseptif sistemden gelen bilgiler ışığında sürekli yenilir. Retiküler formasyon öyle bir bölgede yer alır ki, kendisi tarafından uyarılmayan bilgilerin kortekse ulaşması ve yorumlanması mümkün olmaz (Fukushima, 1991; Goldberg, Eggers & Gouras, 1991).

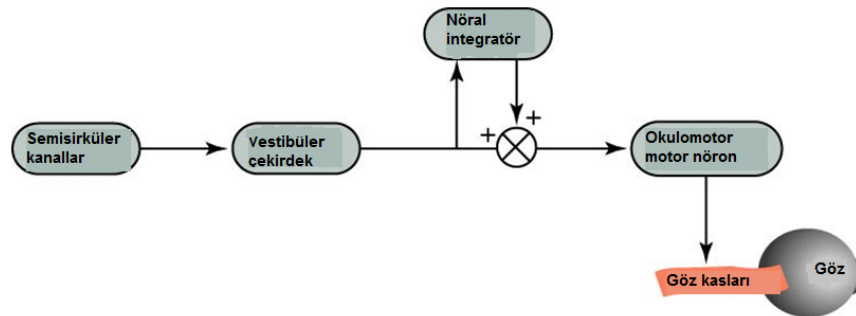
2.1.2.5 Serebellum

Serebellumun vestibüler sistem ile ilgili olan kısmına vestibuloserebellum adı verilir: Orta hatta bulunan serebellar vermis vestibüler uyaranlara cevap veren bölgedir; serebellar flokulus VOR'nin kazancını ayarlar; serebellar nodulus otolitik organlardan gelen bilgiler eşliğinde hem VSR hem de VOR'in durasyonunu ayarlar (Hain, 2001). Aslında vestibüler organdan çıkan afferent fibrillerin büyük bir kısmı vestibüler çekirdek kompleksine gitse de, serebellumun vestibüler sistem üzerindeki etkisi hayati öneme sahiptir (Highstein & Holstein, 2005).

2.1.2.6 Nöral Integratör

Ekstra oküler göz kasları, SSK'lerden gelen açısal bilgi ile otolitik organlardan gelen doğrusal (*lineer*) bilgiyi, tek başına yorumlayamadığından, gözün alması gereken yeni pozisyonunu ayarlama motor nöron aktivasyonunu sağlayamaz (Şekil 2.10). Aktivasyonun sağlanabilmesi için beyinsapındaki nöral integratörlerden destek alır (Fukushima, 1991).

Nöral integratörün olmadığı beyin sapı ve serebellar dejenerasyon gözlenen durumlarda, gözün mevcut pozisyonunu korumasında bir sıkıntı olmamasına rağmen, sonrasında meydana gelecek olan yeni pozisyon için nöronlardaki tonik bilginin yetersiz olması yeni hedefe fokuslanmayı zorlaştırmaktadır (Highstein & Holstein, 2005).



Şekil 2-10 Nöral integratörün işlevi (Pesaran, 2008)

2.1.2.7 Talamus ve Korteks ile Bağlantılar

Vestibüler duyu ile ilgili 2 büyük bağlantı mevcuttur: Primidal sistemi oluşturan kortikospinal yol ve ekstraprimidal sistem ile serebral korteks arasındaki yol. Bu iki sistem birbirleri ile koordineli çalıştığı takdirde denge ve postürün korunması sağlanır (Barmack, 2003; Bottini ve ark., 1994).

Kortikospinal istemli yapılan ince hareketlerden, ekstraprimidal sistem ile olan bağlantılar ise refleksif özellikte olan kaba hareketlerden sorumludur (Erbek, 2012).

Maymunlarda, somatosensör korteksin küçük bir bölümü olan 3a alanına ulaşan bilateral vestibüler projeksiyonlar (Fredrickson ve ark., 1966), parietal korteksin 2v alanına ulaşan kontralateral projeksiyonlar bulunmaktadır (Goldberg, 2000). Posterolateral talamusun ventral-posterior ve lateral-posterior çekirdekleri, vestibüler duyu fonksiyonu ve kortikal projeksiyonla ilgili talamik alanlar ile ilişkilidir (Goldberg & Fernandez, 1971). Burada aynı zamanda uzuvlara giden efferentler de bulunmaktadır (Sato ve ark., 2000; Woodring, Rossiter, & Yates, 1997; Zakir ve ark., 2000).

2.1.3 Vestibüler Sistem Fizyolojisi

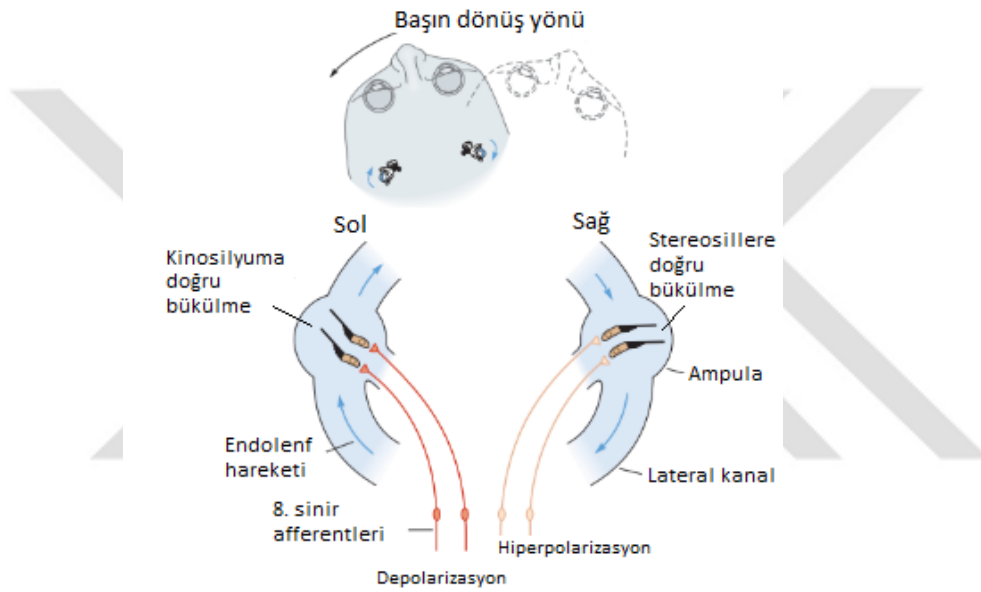
Periferik ve santral vestibüler sistemi oluşturan yapıların koordineli ve kusursuz çalışması ile vestibüler organa ait veriler merkezde toplanır ve o anki şartlara uygun cevap oluşturulur.

2.1.3.1 Periferik Vestibüler Sistem Fizyolojisi

Perifer bölgede gerçekleşen olaylar zinciri, başın açısal ve/veya doğrusal ivmelenmesi ile başlar. Başın açısal hareketini algılamaya yarayan SSK'ların ampulları içerisinde yer alan kinosilyum ve stereosiller, baş hareketine bağlı oluşan endolenf hareketi ile bir tarafa bükülerek, başın dönme hareketini ve döndüğü yönü işlemlemeyi başlatır. Ancak başın dönüşü ile endolenfin hareketi eş zamanlı olmaz. Endolenf yoğun kıvamından dolayı atalet özelliği gösterir ve baş döndükten bir süre sonra başın döndüğü yönün aksi istikametine doğru hareket eder. Endolenfin bu özelliğine rağmen, mikro düzeyde gerçekleşen olaylar oldukça hızlıdır (Mayne, 1974).

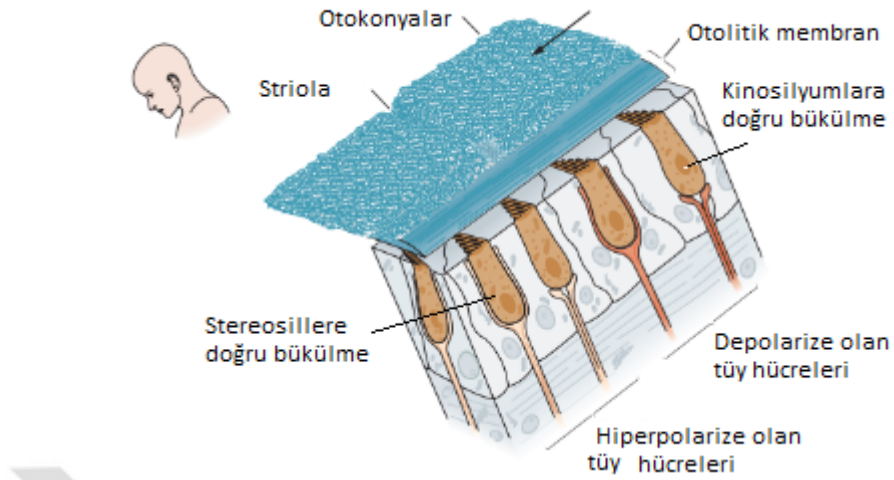
Endolenfin hareketi başın döndüğü yönde bulunan kinosilyumları stereosillere doğru bükerken, diğer taraftaki stereosilleri kinosilyumlara doğru bükür. Böylece

aksiyon potansiyeli için gerekli olan hücre düzeyindeki depolarizasyon (hücre içi (+) yüklü iyonlar bakımından zenginleşir), başın döndüğü yönde gerçekleşirken, kontralaterelinde hiperpolarizasyon (hücre içi (-) yüklü iyonlar bakımından zenginleşir) meydana gelir. Böylece, depolarizasyonun meydana geldiği yerdeki ‘baş döndü’ bilgisi ile hiperpolarizasyonun olduğu yerdeki ‘sağa/sola/yukarı/aşağı’ bilgileri birleşerek ‘baş sağa/sola/yukarı/aşağı döndü’ kombinasyonu oluşur (Şekil 2.10). Bu kombinasyon ancak SSK’lardaki simetri özelliğinin varlığı ile sağlanır.



Şekil 2-11 Başın horizontal düzlemde dönmesi ile lateral kanalda gerçekleşen olaylar (Goldberg, Walker, & Hudspeth, 2012)

Otolitik organlarda ise durum biraz daha farklıdır. Utrikül ve sakkül kendi içerisinde simetriye sahip olduklarından, hücre düzeyindeki depolarizasyon ve hiperpolarizasyon ipsilateralde meydana gelir. Vertikal veya horizontal düzlemdeki ivmelenme ile utrikül ve sakkül üzerindeki otokonyalar, striolanın iki tarafına da yayılırlar. Otokonyalar striolanın bir tarafında kinosilyumları stereosillere doğru, diğer tarafında ise stereosilleri kinosilyuma doğru bükerek (Mayne, 1974). Kinostilyumlara doğru bükülen bölgedeki depolarizasyon ile ‘baş doğrusal ivmelendi’ bilgisi, stereosillere doğru bükülen bölgedeki hiperpolarizasyon ile ‘aşağıya/yukarıya/öne/geriye’ bilgisi birleşerek ‘baş aşağıya/yukarıya/öne/geriye doğrusal ivmelendi’ kombinasyonunu oluşturur (Şekil 2.11).



Şekil 2-12 Utrikulun uyarılması ile striolanın her iki tarafında gerçekleşen olaylar (Goldberg, Walker, & Hudspeth, 2012)

Denge üzerine yapılan çalışmalar, tüm türlerde vestibüler yapıları (krista ve makula) innerve eden nöronların primer vestibüler afferent nöronlar olduğu göstermiştir (Goldberg, 2000). Bu nöronlar uyarın gelmediği zamanlarda deşarj halindedirler. Dolayısıyla doğrusal ve baş hareketlerinde depolarizasyon nedeniyle hareketin algılanmasını sağlarlar. Depolarizasyon ile afferent ateşleme oranlarının artması veya azalması ivmenin yönüne ve şiddetine bağlıdır (Dai, Curthoys, & Halmagyi, 1989; Fernández, Lysakowski, & Goldberg, 1995).

Hem SKK'lardaki, hem de otolitik organlarda işlenen bu bilgiler, primer nöronlar aracılığı ile vestibüler çekirdek kompleksine iletilirler.

Vestibüler uyarımlar ile her bir primer afferent çok sayıda tüy hücrelerini innerve eder ve vestibüler çekirdeklerin sekonder nöronları birçok primer nörondan input alır (Day ve ark., 1997; Deriu, Tolu, & Rothwell, 2003). Primer afferentler istirahat deşarj modellerine göre düzenli (regüler) ve düzensiz (irregüler) olmak üzere 2'ye ayrılırlar (Courjon, Precht, & Sirkin, 1987). Bir nöronun regularite derecesi, hiperpolarizasyon sonrası meydana gelen potansiyelin büyüklüğü ile eksitator (uyarıcı) postsnaptik potansiyellerin (EPSPs) oranı ve büyüklüğü kombinasyonuna bağlıdır.

2.1.3.2 Santral Vestibüler Sistem Fizyoloji

Santral fizyoloji, perifer fizyoloji sürecini devam ettiren ve ‘baş döndü ya da ivmelendi’ bilgisini hem göz hem de iskelet kas sistemine de ileterek, değişen baş ya da vücut pozisyonuna göre yeni bir göz ve iskelet kas ayarlaması yapan olaylar zinciridir.

Vestibül organını terk eden nöronların uğradığı ilk yer vestibüler (*Scarpa*) ganglionudur. Bu bölge aynı zamanda periferik vestibüler sistemin de son durağıdır. Vestibüler çekirdek kompleksine uğrayan nöronlar, artık sekonder vestibüler nöronlar olarak, okülomotor çekirdek, spinal kord, serebellumun flokulusu ve talamokortikal yolları içine alan santral sinir sistemi ile birçok alanda bağlantı yapar. Hatta semisirküler kanallar ve otolitik organlardan köken alan afferentler ile başın ve striolanın her iki tarafından köken alan afferentler, sekonder nöron seviyesinde birleşirler (Ezure, Cohen, & Wilson, 1983). Bu durum, doğrusal ivmelenmede *roll* hareketini düzenlemek ve sistemin parçasını oluşturmak için gereklidir (Fernández ve ark., 1995).

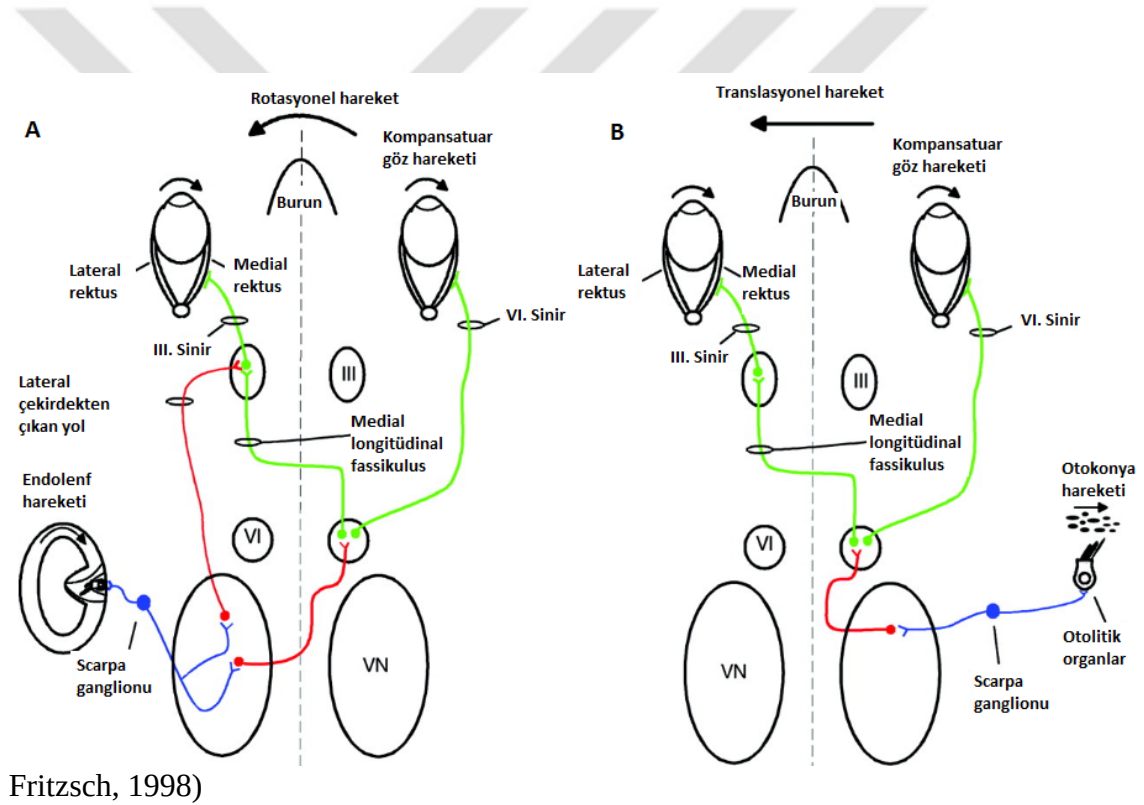
Sekonder nöron seviyesi aynı zamanda vestibüler sinyallerin filtrelendiği bölgedir. SSK’lerin iletim mekaniği *low-pass* filtre olarak çalışır ve açısız hız cevaplarına duyarlıdır. Hatta çok düşük frekanslarda, vestibüler sekonder nöronun cevabı, açısız hız ile ilişkilidir; böylece hız depolama olarak bilinen süreçte, daha fazla nöronal filtreleme ve bütünleştirme söz konusudur. Benzer bir filtreleme otolitik organlarda da görülmektedir (Fitzpatrick ve ark., 2002). Doğrusal ivmelenme ile otolitik organlarda meydana gelen değişiklikler vücutta bir cevap (*proporsiyon*) oluştururlar (Wardman & Fitzpatrick, 2002). Bu durum düşük frekanslarda (< 0.5 Hz), dengenin korunması için önemli bir özelliktir.

Sistemin bu özellikleri başın ve vücudun uzaydaki konumunu belirlemek ve korumak için okülomotor merkezler ile projeksiyonlar yapar (Wardman & Fitzpatrick, 2002). Ancak yapılan bağlantılar okülomotor bölgeler ile sınırlı kalmaz;

Vestibülo-oküler Refleks (VOR): Vestibüler sistemin primer görevi, değişen baş hareketlerine uygun, gözün yeni pozisyonu için ekstraoküler göz kaslarını innerve edici zincirleme olaylar sistemini çalıştırmaktır. Böylece uzaydaki yeni baş pozisyonu için uygun göz hareketleri sağlanarak, görüntü retinada sabitlenir ve denge korunmaya çalışılır. Bu sistem refleksif olarak çalışır ve oküler çekirdekler ile güçlü bağlantılar yapar. Primer vestibüler nöronlar uyarılarak bilgiyi vestibüler çekirdek kompleksine

taşıır. Sekonder vestibüler nöronlar, ekstraoküler göz kaslarının hareketlerinden sorumlu okülomotor çekirdekler ile temasa geçer. Sekonder vestibüler çekirdeklere bilgi geldiğinde, ekstraoküler göz kasları ile çekirdekleri arasındaki motor nöronlarda meydana gelen aksiyon potansiyeli gözün yeni konumunu ayarlarlar (Barnes, 1980; Fritzs, 1998)

VOR sadece semisirküler kanallar ile ilişkili bir refleks değildir. Başın her *yaw*, *pitch* ve *roll* hareketleri ile horizontal ve vertikal düzlemde ivmelenme yaratacağından, otolitik organlardaki değişim de VOR'a katkı sağlar. Buna *lineer* veya *translasyonel* VOR (IVOR veya tVOR)) adı verilir (Şekil 2.12). Ancak bağlantılar semisirküler kanallardaki gibi aydınlatılabilmiş değildir (Bronstein, Gresty, & Brookes, 1991;



Şekil 2-13 Açısal ve doğrusal hareketlerde meydana gelen VOR arkı; A: Semisirküler kanalların uyarıldığında gerçekleşen VOR arkı, B: otolitik organların uyarıldığında ortaya çıkan VOR arkı (Angelaki, 2004)

Vestibülo-spinal Refleks (VSR): Hem statik hem de dinamik rutin aktiviteler sırasında vücudun stabilitesini sağlayan, yer çekiminin varlığında postürü dengede tutan mekanizma VSR'dir. Proprioseptif reseptörler aracılığı ile eklem, iskelet ve kaslardan

alınan bilgi refleks arkını oluşturan nöronlar sayesinde taşınır. Ancak bu nöral bağlantılar VOR'un bağlantılarından daha karmaşıktır (Baarsma & Collewijn, 1975; Angelaki & Shaikh, 2003). VOR daha sınırlı kas ve organlar ile nöral bağlantılar yaparken, VSR postürü korumak, düşmeyi engellemek, aktivitenin devamlılığını sağlamak için çok fazla motor strateji ile çok sayıda kasın kasılıp, gevşemesine neden olur (Bai ve ark., 2002). VSR sadece vücut hareketlerine değil aynı zamanda başın pozisyonuna göre de somatosensör yapıları uyarır (Angelaki, Green, & Dickman, 2001).

Vestibülo-kolik Refleks (VKR): Semisirküler kanallar ve otolitik organlardan gelen bilgi ile baş hareketleri için boyun kaslarının düzenlenmesinde rol alan refleks VKR'dir. Ayrıca medial vestibülo-spinal yol ve lateral vestibülo-spinal yollar ile bağlantıları vardır (Bath, Harris, & Yardley, 1998; Takemura & King, 2005).

2.2 Tek Taraflı Periferik Vestibüler Kayıp

Her iki kulaktaki vestibüler organın çekirdekleri arasında güçlü nöral bağlantılar vardır. Bu bağlantılar her iki taraftan gelen bilginin simetrik olması koşuluyla, merkeze bilgi göndererek alınan yeni pozisyonla ve/veya hareketle, vücudun oryantasyonunu sağlar ve postürünü düzenler (Bai ve ark., 2002). Ancak periferik sistemden çekirdeklere giden eksik bilgi, çekirdek seviyesinde nöral ateşleme miktarında dengesizlik yarattığından, kişide sersemlik, vertigo, osilopsia ve dengesizlik gibi yakınmalar meydana gelir (Yardley ve ark., 1998; Herdman, 2007).

En sık karşılaşılan tek taraflı periferik vestibüler kayıplar arasında; Benign paroksizmal pozisyonel vertigo (BPPV), Meniere hastalığı, vestibüler nörit ve vestibüler labirentit sayılabilir. Bu hastalıkların etiyolojisinde travma, dolaşım problemleri, viral veya inflamatuvar nedenler yer alır (Thompson & Amedee, 2009).

Tüm nedeni belli hastalıkların yanında, mevcut teknoloji ve bilgi ile objektif olarak patolojinin orijini tespit ediliyor olmasına rağmen, hala sebebinin bulunamadığı problemlere rastlanmaktadır. Vestibüler rehabilitasyon ister sebebi ve patolojinin yeri belli olsun, ister olmasın başvurduğumuz ilk sağaltım yöntemlerinden birisidir.

2.3 Vestibüler Rehabilitasyon

Vestibüler rehabilitasyon vestibüler sistemdeki lezyon sonucu, dengesizlik, sersemlik (*dizziness*) ve/veya vertigo şikayetlerinin giderilmesi için, hastanın problem ve semptomlarına özel olarak geliştirilen bir egzersiz programıdır. Vestibüler rehabilitasyonda amaç vestibüler sistem fizyolojisi ve plastisitesini geliştirmeye yöneliktir.

Vestibüler sistemin plastisitesi için uygulanan vestibüler rehabilitasyondaki yenilikler, kompensasyon mekanizmasının keşfi ile hız kazanmıştır. Flourens 1924 yılında yayınladığı bir çalışmada, kuşlarda ve kurbağalarda tek taraflı labirentektomi sonrasında 1 hafta içinde vestibüler fonksiyonlarda düzelme olduğunu söylemiştir (Kaga, 2014). Tıbbın her alanında olduğu gibi kompensasyon çalışmalarını daha ileriki seviyeye taşıyan yıllar II. Dünya Savaşı'na denk gelmiştir. Savaş esnasında kafa ya da cerrahi travma sonrası denge problem yaşayan askerlere hareket etmelerini önermişler ve daha çabuk iyileşme olduğunu gözlemlemişlerdir (Pavlou & Newham, 2013; Whitney & Sparto, 2016). Böylece sistemin adaptasyon ve kompensasyon özellikleri hakkında ilk bilgiler elde edilmiştir.

Vestibüler sistemde meydana gelen bir lezyon, sistemi oluşturan refleks ve mekanizmalar sayesinde farklı alternatif stratejiler geliştirir. Bu alternatifler patolojiden hemen sonra oluşuyor ise statik kompensasyon, mobilite ile meydana geliyorsa dinamik kompensasyon olarak adlandırılır. Vestibüler rehabilitasyondaki asıl amaç dinamik kompensasyon mekanizmasını devreye sokarak vestibüler plastisiteyi sağlamaktır (Brandt, 2000). Ancak egzersizler her zaman işe yaramazlar.

Hastaların verilen egzersizleri eksik ve/veya hatalı yapmaları ya da semptomları artırdığından yapmamaları, sistemi baskılayıcı ilaçlar kullanmaları veya her şeyi düzgün yapıyor olsalar bile daha keşfedilmemiş başka mekanizmaların varlığı düzelme zorlaştırır ve geciktirir (Baloh RW, 1990; Üneri, 2002). Bazı hastalarda vestibüler kompensasyon egzersizlerin tam iyileşme sağlamaması, yeni rehabilitasyon programları arayışı içerisine girilmesine sebep olmuştur.

2.4 Vestibüler Fonksiyon Testleri:

Vestibüler sistem baş hareketi sırasında postural kontrolün stabilizesi ve görüntünün retina üzerindeki foveada sabitlenmesi için gerekli olan sistemdir (Schubert & Minor, 2004). Fonksiyonel bir vestibüler sistem, baş hareketini uzayın 3 boyutunda temsil eder. Periferik bölgede işlenen bu bilgiler santral vestibüler yollar vasıtasıyla refleks arklarına ve algı bölgelerine iletilirler. Vestibüler sistemdeki anormallik reflekslerin işlenmesi ve algıda problem yaratır. Bu problemler genellikle hastalarda oküler veya postural bozulmalar olarak kendini belli eder. Oküler bozulmalar vestibülo-oküler refleksin değerlendirilmesi ile postural bozulmalar ise VSR'nin değerlendirilmesi ile ortaya çıkarılabilir.

Tüm fizik muayene bulguları normal olsa da, hastalardan alınan detaylı bir anamnez hastalıkları hakkında fikir sahibi olmamızı sağlar. Vertigo ve *sersemlik* birer hastalık değildir ancak aradaki farklılığın anamnez sırasında belirlenmesi vestibüler fonksiyon testlerine geçmeden, klinisyene problem hakkında fikir vermesi açısından önemlidir.

Vestibüler fonksiyon testleri, hastanın yakındığı şikayetleri değerlendirmek ve objektif veri elde etmede kıymetli testlerdir. Bu testler, bozulmanın ortaya çıktığı sistemin bağlantısı olduğu fonksiyon ve refleksleri değerlendirerek problem hakkında veri elde etmemizi sağlarlar.

2.4.1 Elektrookülografi/Videookülografi/ Elektronistagmografi / Videonistagmografi (EOG/VOG/ENG/VNG)

İç kulağın denge ile olan ilişkisi 1830'lu yıllarda Flourens'in küçük memeli ve güvercinlerde yaptığı çalışmalar ile ortaya çıkmış, ancak iç kulağa bağlı denge fonksiyonlarının değerlendirilmesi için yaklaşık 20 senenin geçmesi gerekmiştir. 1849 yılında Du Bois-Reymond, göz hareketleri ile kornea-retinal potansiyelin (KRP) meydana geldiği gözlenmiş ve bu potansiyelin göz çevresine (horizontal ve vertikal düzlemde) yerleştirilen yüzeyel elektrotlar ile ölçümüne elektrookülografi (EOG) adını vermişti (Halmagyi, 1996). VNG'nin temelini oluşturan yapı taşı niteliğindeki bu keşfin üzerinden yaklaşık 100 sene geçtikten sonra KRP, göz hareketleri ile ilgili standart bir model haline gelmişti (Henriksson, 1955). Ancak zaman içerisinde elektrotların sadece horizontal ve vertikal düzlemdeki hareketler ile ilgili bilgi verdiği, torsiyonel göz

hareketlerine dair güvenilir sonuç vermediği gözlemlendiğinden farklı bir yöntem arayışı içerisine girilmiştir (Schubert & Minor, 2004).

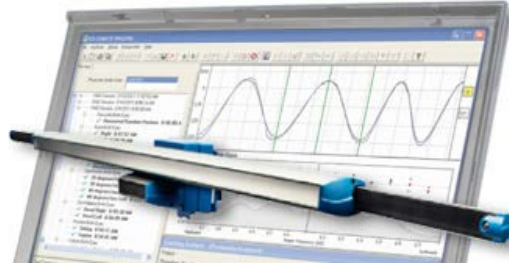
Gözün her türlü hareketini kaydetme ve gözlemlene ihtiyacı ENG test bataryasının doğuşuna sebep olmuştur. ENG, okülomotor fonksiyonları (*gaze stabilize*, *smooth pursuit* ve *sakkadik* göz hareketleri), kalorik değerlendirme, statik ve pozisyonel testleri içermektedir. Gelişen teknoloji bahsedilen bu değerlendirmeleri video kayıt yöntemi ile değerlendirecek aşamaya gelmiş ve klinisyen için kolaylık sağlamıştır.

VNG veya videookülografi (VOG), yaklaşık 1 metre mesafede ışık barındaki (Şekil 2.14) değişiklikleri takip eden göz hareketlerini *infrared* sensörler ile kaydetmemizi ve monitörize etmemizi sağlayan bilgisayar temelli bir sistemdir. Bilgisayar yazılımı göz hareketlerini ölçer ve analiz eder. Bu yöntem ile ENG’de olduğu gibi elektrot kullanılmaz. İnfrared ışık, ortamda ışığın çok az olduğu, hatta hiç olmadığı durumlarda bile göz hareketlerini kaydeder. Video kameralar, karanlıkta bile gözlerin horizontal, torsiyonel ve vertikal hareketlerini direkt olarak görmeyi mümkün kılan ışık geçirmez binoküler lenslerden oluşmaktadır (Eckert & Gizzi, 1998). Lenslerin yer aldığı gözlük başa sıkıca oturtulur (şekil 2.15) ve test öncesi pupiller merkeze getirilecek şekilde hizalama yapılır. Düzgün bir yerleşim ve hizalama horizontal, vertikal ve torsiyonel nistagmusun yavaş fazının dahi değerlendirilmesi için olanak sağlamış olur.

Videookülografi (VOG) olarak da bilinen VNG; okülomotor fonksiyon, Gaze stabilizasyon, vestibüler fonksiyon ve pozisyonel alt testlerden oluşur ve değerlendirdiği geniş anatomik bölge ile hem periferik hem de santral patoloji hakkında kantitatif bilgi sahibi olmamızı sağlar (Barin, 2006).



Şekil 2-14 VNG gözlüğü (www.otometrics.com, 2016)



Şekil 2-15 VNG ışık barı ve görüntü ekranı (www.otometrics.com, 2016)

2.4.1.1 VNG ile Yapılabilen Okülomotor Testler

Sakkad Test: Gözün bir fiksasyon noktasından başka bir fiksasyon noktasına hızlı kaydırılması ile gerçekleşen göz hareketleridir.

Pursuit Test: Sürekli hareket halinde bulunan bir cismin hızı ile gözün hızının eşitlenerek görüntünün foveaya düşmesini sağlayan göz hareketidir.

Optokinetik Test: Baş hareketinin yavaş olduğu ya da hiç olmadığı durumlarda, gözün önünden hızla geçen ve bir birinden bağımsız cisimlerin foveada düşürülmesini amaçlayan göz hareketi, optokinetik harekettir.

2.4.1.2 VNG ile Yapılabilen Gaze Stabilizasyon Testleri

Gaze Testi: Hareket etmeyen bir cisme bakıldığında, cismin görüntüsünün foveada da sabit olmasını sağlayan göz hareketidir.

Spontan Nistagmus Testi: Spontan nistagmus, görsel fiksasyon ile baskılanabilecek özellikte olduğundan, herhangi bir görüntüye görsel fiksasyon sağlanmaması için, VNG gözlüğünün ön kapağı ve hatta ortamın ışıkları kapatılarak yapılan bir testtir.

Hastada gaze testi sırasında vertikal veya bakış yönüne göre yön değiştiren nistagmus bulguları santral vestibüler lezyonları akla getirir. Ancak tek taraflı vestibüler zayıflıklarda da nistagmus gözlenir. Periferik nistagmus, bakış yönüne göre yön

değiştirmiyor ise santral nistagmustan ayırt edilir ve yavaş faz yönü lezyon tarafını gösterir.

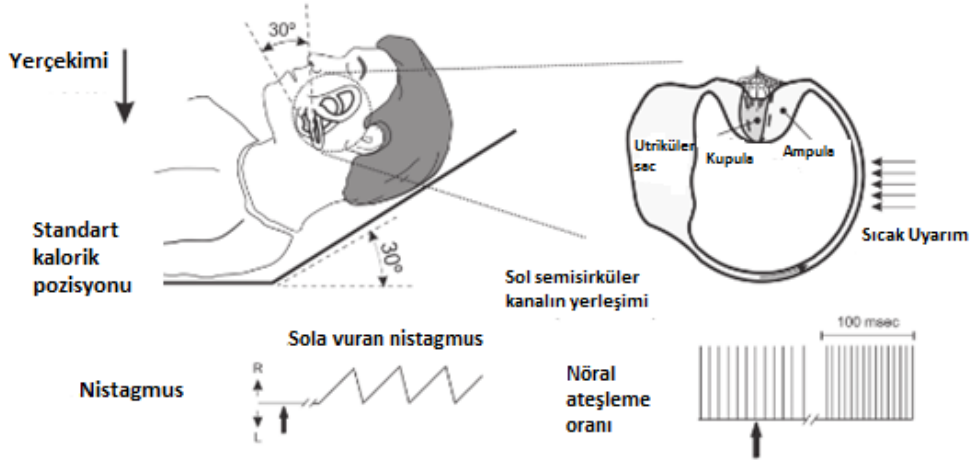
2.4.1.3 Kalorik Test

Kalorik Test: Santral vestibüler sistem, her iki end organdan yeterli ve eşit seviyede bilgi alabilmek için periferik sistem ile işbirliği içerisinde. Kalorik uyarım periferik vestibüler sistemin simetri özelliğini değerlendirir ve vestibüler end organın eksitasyon/inhibisyon cevaplarını kaydeder. Eğer end organlar arası bir farklılık ve yetersiz seviyede bir bilgi akışı varsa, santral sinir sistemi devreye girerek kompensasyon mekanizmasını çalıştırır. Santral sistemin problemi düzeltmeye çalışması nistagmus varlığına sebep olur.

VNG içerisinde alt test olan kalorik test, sol ve sağ kulağın vestibüler cevapları arasındaki simetriyi ölçen bir yöntemdir (Gonçalves, Felipe, & Lima, 2008). Test ilk olarak Robert Barany tarafından tanımlanmış ve bu ona Nobel Ödülünü kazandırmıştır.

Kalorik testin en önemli avantajı her bir kulağı ayrı ayrı değerlendirme fırsatı vermesidir. Ancak kalorik cevaplar hastanın orta kulak enfeksiyonundan, temporal kemik kalınlığından ve kan akışı farklılıklardan etkilenebilmektedir. Bununla beraber kalorik test birçok hasta için tolere edilmesi zor bir testtir (Eggers & Zee, 2003). Tüm bunlara rağmen, özellikle bitermal kalorik test vestibüler laboratuvarlarının vazgeçilmezleri arasında yer alır. Özellikle tek taraflı vestibüler disfonksiyonların değerlendirilmesinde kullanışlıdır. Dış kulak yoluna verilen hava ve su uyaranları semisirküler kanallarda termal gradiente sebep olarak endolenfatik akış ve vestibüler uyarılmaya neden olur (Barin, Jacobson & Shepard, 2008). Ancak bu yöntem ile vertikal kanal veya otolitik fonksiyonlar hakkında bilgi sağlanamaz (Hain, 2016a).

Yatar pozisyonda 30 derecelik fleksiyonda yapılan test ile yere dik açısı sağlanan horizontal semisirküler kanal, bu testte maksimum seviyede gradientin gerçekleştiği yerdir. Yatış pozisyonu ve SSK'lerin pozisyonu şekil 2.16'te gösterilmiştir. Bunun en temel sebebi lateral kanalın, dış kulaktaki sıcaklık değişimini ileten orta kulak yapısına en yakın kanal olmasından kaynaklanır. Ayrıca gerçekleşen nistagmusların horizontal düzlemde olması kayıt yapmada kolaylık sağlar (Barin, 2010)



Şekil 2-16 Standart kalorik test pozisyonu (Mccaslin, 2013)

Barany'nin de fark ettiği, kalorik testte verilen uyarıların farklı sıcaklıklarda olması nedeniyle nistagmus yönünün değişmesi, fizyolojik bir alt yapıya sahiptir. Test sırasında soğuk kalorik uyarı nistagmusun hızlı fazının kontralateral yönde, yavaş fazın ise ipsilateral yönde olduğu gözlenir. Soğuk ortam yaratıldığında endolenfin ısısı düşüp özgül ağırlığı artar. Bu artış yer çekiminin etkisiyle kupulanın da hareketine sebep olur. Dolayısıyla, uyarının verildiği kulakta kinosilyumlar sterosillere doğru (ampulofugal) hareket eder yani reseptör hücrelerde hiperpolarizasyon gerçekleşir. Sıcak irrigasyon ile soğuk uyarımda işleyen süreç tersine döner, reseptör hücrelerde ampulopedal hareket ile depolarizasyon meydana gelir (Barin, Jacobson & Shepard, 2008).

Bitermal kalorik irrigasyonda end organlar ayrı ayrı değerlendirilir. Zayıf sinyal varlığı, beyinde asimetri varlığı olarak algılanır ve bu gibi durumlarda tek taraflı vestibüler zayıflık/bozukluktan bahsedilir. Bazı durumlarda her iki kulakta da patoloji varlığı gözlenir. Bitermal kalorik analiz kulak kanalındaki termal değişikliklere göre meydana gelen nistagmusların ölçümüne dayanır (sıcak irrigasyon eksitasyona, soğuk uyarım inhibisyona neden olur). Kalorik cevap oluşturabilecek uyarıların sıcaklık seviyeleri tablo 2.1'de gösterilmiştir.

Tablo 2-1: Bitermal uyarımda kullanılan uyarıların özellikleri

	Soğuk uyarım	Sıcak uyarım	Akış oranı
Su	30°C ± 0,4°C	44°C ± 0,4°C	250 ml ± 10ml /30 sn
Hava	24°C ± 0,4°C	50°C ± 0,4°C	8 L ± 0,4 L/60 sn

(British Society of Audiology, 2010)

Kalorik irrigasyon sonucu gözlenen nistagmus geleneksel VNG/ENG ile ölçülebilmektedir. Her dört kalorik alt test için, yavaş faz hızının yönü ve göz hareketleri kaydedilir. Tamamıyla fonksiyonel vestibüler end organı olan vakalarda irrigasyonun başlangıcından yaklaşık 15-30 sn sonra kalorik cevap oluşur ve genellikle irrigasyonun başlangıcından 60-90 sn sonra en büyük kalorik cevap meydana gelir (Smith ve ark., 2012).

Bazen kalorik cevaplar uygulayan kişinin deneyimine bağlı olarak hatalı sonuçlar verir. Deneyimli bir klinisyenin yaptığı kalorik testlerde elde edilen sonuçlar 3'ye ayrılabilir;

1) Dört kalorik cevabın (sağ sıcak, sağ soğuk, sol sıcak, sol soğuk) birbirine yakın değerlerde olduğu durumda a- her iki kulağın vestibüler fonksiyonu normal seviyededir; b- her iki kulakta da hipofonksiyon vardır; c- her iki kulakta da hiperfonksiyon vardır.

2) Sıcak ve soğuk irrigasyonda her bir kulak için yaklaşık eşit değerler olmasına karşın, sağ kulağın *toplam kalorik cevapları* ile sol kulağın *toplam kalorik cevapları* arasında anlamlı farklılık olabilir. Bu durum tek taraflı vestibüler kaybı olan hastalarda gözlenir.

3) Bazen de sağ ve sol kulak total skorları yaklaşık aynı olmasına rağmen bir tarafa çakan nistagmus, diğer tarafa çakan nistagmusa göre daha güçlüdür. Burada *yön üstünlüğü* (YÜ) kavramından bahsedilir (Barin, 2006).

Toplam Kalorik Cevap: Toplam kalorik cevap 4 irrigasyonun yavaş faz hızının maksimum değerleri (YFMD) toplamıdır;

sol sıcak (SoS1) + sol soğuk (SoSo) + sağ sıcak (SaS1) + sağ soğuk (SaSo).

Minimum ve maksimum toplam kalorik cevabın ne olması gerektiği konusunda görüş farklılıkları olmasına rağmen, toplam kalorik cevap 25°/sn veya sadece bir kulak için kalorik cevap 12°/sn'den az ise bilateral zayıflıktan bahsedilir (Barin, 2008).

Aksine hiperaktif cevaplar için, yavaş faz hızının (YFH) tek bir kulaktaki total cevabının 140 °/sn'den büyük olması gerekmektedir (Barin, 2008)

Tek Taraflı Zayıflık: Azalmış vestibüler cevap yüzdesi (%AVC) olarak da tanımlanan tek taraflı zayıflık (TTZ); sağ kulağın sıcak uyaranda oluşturduğu cevabın YFMD ile soğuk uyarana verdiği YFMD toplamı ile sol kulağın sıcak ve soğuk uyarana verdiği YFMD toplamının, tüm 4 YFH'ye oranının 100 ile çarpımını temsil eder (ANSI, 2009). Yani;

$$TTZ = (SaS1 + SaSo) - (SoS1 + SoSo) / (SaS1 + SaSo + SoS1 + SoSo) \times 100$$

Bu hesaplama kulaklar arasındaki farkın %25 ve fazla olduğu durumlarda TTZ'tan bahsedilir (Hain, 2016a).

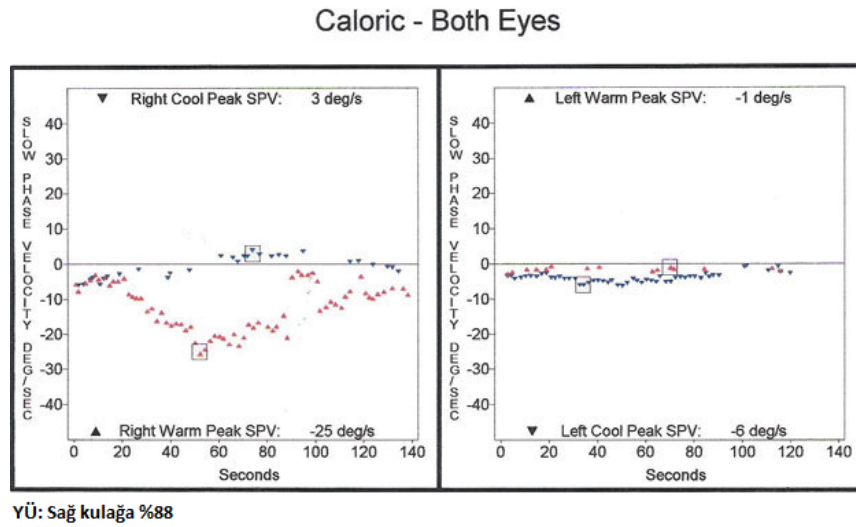
Yön Üstünlüğü (YÜ) ve Kazanç Asimetrisi (KA): YÜ yönsel özellikler dikkate alınarak (örneğin, sağa çakan nistagmus değerleri ile sola çakan nistagmus değerlerinin karşılaştırılması gibi) hesaplanan bir değerdir. Aslında iki tip yön üstünlüğü vardır. İlki yatar pozisyondaki, önceden başlamış olan nistagmusdan kaynaklanır. Bu durumda, kalorik cevap her iki yön için de eşit seviyede güçlüdür, ancak kalorik cevabın başlangıç noktası önceden var olan nistagmusun yavaş faz hızına eşit bir miktarda kaydırılır. Sonuçta, kayma yönünde en yüksek nistagmus şiddeti, diğer yöndeki en yüksek nistagmus şiddetinden daha yüksektir. YÜ'nün ikinci tipi ise herhangi bir temel kayma olmadan tek yönde gerçekten daha güçlü kalorik yanıtları ile karakterizedir. Buna kazanç asimetrisi (KA) adı verilir. KA, oldukça nadirdir ve hastaların sadece %1'inde görülür (Barin, 2006).

YÜ, bir kulağa ait kazançların diğer kulağın kazançlarından daha büyük olmasıdır. YÜ, sağa çakan nistagmusun YFMD ile sola çakan nistagmusun YFMD arasındaki farktır (Barin, 2010)

YÜ'de SaS1 ve SoSo cevapların her ikisinde de sağa çakan, SoS1 ve SaSo cevapların her ikisinde de sola çakan nistagmus değerleri kullanılır. Sağa çakan nistagmusların YFMD toplamı ile sola çakan nistagmusların YFMD toplamı arasındaki farkın 4 YFMD toplamına oranının 100'le çarpımına eşittir. Yani;

$$YÜ = (SaS1 + SoSo) - (SoS1 + SaSo) / (SaS1 + SoSo + SoS1 + SaSo) \times 100$$

Bir YÜ değerinin %30 ve daha üstü olduğu durumlarda, kompanse edilememiş (spontan nistagmus +) tek taraflı vestibüler hasardan bahsedilir (Hain, 2016a). Test bitiminde analiz kısmında şekil 2.17'e benzer bir veri elde edilir.



Şekil 2.17 Kalorik test analiz bölümü (Hain, 2016a)

Fiksasyon Supresyonu (FS): FS, hastanın bir noktaya sabitlendikten sonraki nistagmus şiddeti ile sabitlenmeden önceki nistagmus şiddetinin birbirine oranıdır (McCaslin, 2012). FS, Nistagmusun yönüne göre formülize edilir:

$$\%FS \text{ (sağa çakan)} = \text{Fiks SaSı veya SoSo} / \text{nonFiks SaSı veya SoSo} \times 100$$

$$\%FS \text{ (sola çakan)} = \text{Fiks SoSı veya SaSo} / \text{nonFiks SoSı veya SaSo} \times 100$$

Formüle göre FS değeri %0'a ne kadar yakınsa hasta nistagmusunu o kadar hızlı baskılayabilir. Ancak hedef ışık yandıktan sonra hastanın nistagmusunu bastıramaması FS'in %100 olmasına sebep olur ki bu durum santral vestibüler patolojinin bir işaretidir. Klinikte %60 ve üzeri santral patoloji olarak düşünülmektedir (Eggers & Zee, 2003; Hain, 2016) Normatif veriler tablo 2.2'de gösterilmiştir.

Tablo 2-2: Kalorik cevap sonucu elde edilen verilerin normatif değerleri

Parametre	Normatif değer
Tek taraflı zayıflık (TTZ)	< %25
Yön Üstünlüğü (YÜ)	< %30
Fiksasyon Supresyonu (FS)	< %60
Bilateral Zayıflık (BZ)	>12 derece/sn (her bir kulak için)
Hiperaktivite	>140 derece/sn (her bir kulak için)

(Barin, 2008)

2.4.1.4 Pozisyonel Testler

Pozisyona bağı baş dönmesi tarifleyen hastalarda, sadece baş veya baş ve gövdenin aktif hareketi ile problemin ortaya çıkmasını hedefleyen testlerdir. Dinamik ve statik pozisyonel testler olmak üzere 2 kısımda incelenirler.

- Statik Pozisyonel Testler: Genel olarak göz hareketleri hastanın başı oturur ve yatar pozisyonunda iken *yaw* ve *pitch* hareketleri ile değerlendirilir.

- Dinamik Pozisyonel Testler: Pozisyona bağı baş dönmesinden yakınan hastalar için uygulanan testlerdir. Hastanın başı, SSK'lerin maksimum uyarıldıkları pozisyona getirilerek ayrı ayrı test edilir. Vertikal kanallar Dix-Hallpike, horizontal kanallar ise Roll manevrası ile test edilir. Yapılan değerlendirmede nistagmusun şekli ve hızlı fazının yönü, patoloji hakkında kıymetli bilgi verir.

2.4.2 Bilgisayarlı Dinamik Postürografi (BDP)

Denge vizüel, vestibüler ve somatosensör sistemin bir arada, eksiksiz ve koordineli çalışması ile gerçekleşir. Yani dengenin sağlanabilmesi için görüntünün fovea üzerine düşmesi kadar postural stabilite de oldukça önemlidir. İskelet, kas, eklem ve tendonlardan oluşan somatosensör sistem, organizmanın sabit duruş, yürüme, oturma, yatma gibi fonksiyonlarını düzgün yerine getirebilmesi için şarttır. Bu fonksiyonların yerine getirilebilmesi, statik ve dinamik denge kapasitesinin sağlıklı olmasına bağıdır.

Statik denge, Romberg testi ile yüz yılı aşkın bir süredir özellikle serebellar ve somatosensör problemlere neden olan nörolojik hastalığa sahip bireylerde kullanılmaktadır. Tarihi eski olmasına rağmen Romberg testi, hala denge problemi olan hastalarda uygulanan ilk testlerden biridir. Ancak, mevcut yöntemler ile tanı koymada yetersizlik farklı ekipman ihtiyacına sebep olmuştur (Hall ve ark, 2016). Bilgisayarlı dinamik postürografi (BDP) bu ihtiyaç karşısında doğmuş, somatosensör verilerin yanında vizüel ve vestibüler sistemi de ayrı ayrı değerlendirdiği için kıymetli bir batarya haline gelmiştir. BDP, kişinin günlük hayatta karşılaştığı durumları taklit ederek, kişinin dengesini koruyabilmesi için gerekli fonksiyonları yapıp yapmadığını ölçen bir sistemdir (Üneri, 2005) (Şekil 2.18).



Şekil 2.18 Bilgisayarlı dinamik postürografi (BDP) (www.earassociates.com, 2016)

2.4.2.1 Duyu Organizasyon Testi (DOT)

Duyu organizasyon testi (DOT), postural kontrolün sağlanması sırasında bireye ait anomalileri sayısal veriler ile objektif olarak değerlendiren bir alt testtir. DOT, vizüel, vestibüler ve somatosensör sistemi, kişinin günlük hayatta karşılaşılabileceği farklı durumları simule ederek değerlendirir. Test sırasında kişinin statik ve dinamik dengesi hakkındaki bilgi, ayağını bastığı zemin ve/veya etrafını çevreleyen panelin sabit ve hareketli olduğu 6 farklı durumda analiz edilir. Durumlar şekil 2.19’da gösterilmiştir.

Durum1: Gözler açık, sabit duruş

Durum 2: Gözler kapalı, sabit duruş (Romberg testi)

Durum 3: Gözler açık, sadece panel hareketli

Durum 4: Gözler açık, sadece zemin hareketli

Durum 5: Gözler kapalı, sadece zemin hareketli

Durum 6: Gözler açık, zemin ve panel hareketli (Üneri, 2005).

		Vizüel Durumlar		
		Gözler açık	Gözler kapalı	Panel hareketli
Zemin Durumları	Zemin sabit	1 	2 	3 
	Zemin hareketli	4 	5 	6 

Şekil 2.19 Duyu Organizasyon testinin (DOT) 6 farklı durumu (Teszler ve ark., 2000)

Yapılan inceleme sonucunda denge puanı, duyu analizi, ağırlık merkezi ve strateji analizine dair veri sağlanmış olunur (Müjdeci & Dere, 2016). DOT'un 5. ve 6. durumları vestibüler sistemi değerlendirdiğinden özellikle santral ve periferik vestibüler problemi olan hastaların tanılanmasında yardımcı olan bir yöntemdir.

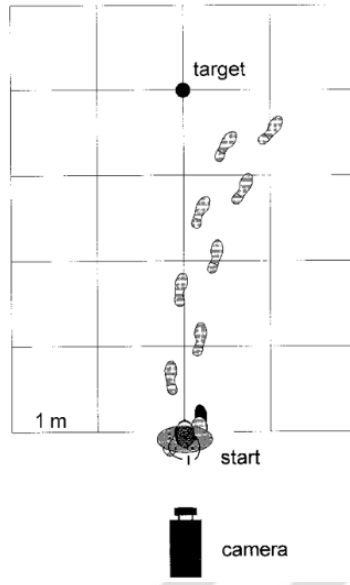
2.5 Galvanik Vestibüler Stimulasyon

Galvanik vestibüler stimülasyon (GVS) 200 yılı aşkın bir süredir vestibüler sistemin bilinmeyenleri hakkında bilgi sağlayan ve fonksiyonları hakkında hala araştırma yapılan bir uyarandır (Wardman & Fitzpatrick, 2002). İtalyan fizyolog Luigi Galvani, hayatının 20 yılını sinir ve kaslara elektriksel uyarım verildiğinde meydana gelen değişiklikler üzerinde çalışmış, 1791 yılında bu konu ile ilgili büyük bir çalışma yayımlamıştır (Porter, 2016). Yakın arkadaşı aynı zamanda profesyonel düşmanı Count Alessandro Volta, Galvani'nin aksine sinir ve kasların basit birer pasif iletken olduğunu düşünmüş ve bunu kanıtlamak için yeni icat ettiği "voltaic" piller ile deneyler yapmıştır (Cohen, Yakushin, & Holstein, 2012). Volta, bu pilleri elektrotlara bağlayıp kulaklarının arkasına yerleştirdiğinde kafasının içinde bir patlama, kaynama sesi ve dönme hissinin olduğundan bahsetmiştir. Sonraları bu durumun dönme hissinin vestibüler uyarımdan, kaynama sesinin ise işitsel uyarımdan kaynaklandığı öğrenilecekti (Wardman & Fitzpatrick, 2002). Birbirlerinin hipotezlerini çürütmek için çalışsalar da, aslında sinir ve kasların hem pasif iletken, hem de hücre içindeki

biyokimyasal olaylar sonucu bioelektrik üreten yapılar oldukları sonradan anlaşılmıştı (Cohen ve ark., 2012).

Johann 1819 yılında, Eduard Hitzig, Fransa-Prusya savaşında ordu doktorluğu yaptığı sırada, asker ve köpeklere verilen elektrik uyarımı sonucunda nistagmusun oluştuğunu gözlemlemiş, Josef Breuer labirentektomili hayvanlarda yaptığı çalışmalarda galvanik uyarıların vestibüler kaynaklı olduğunu göstermiştir (Wardman & Fitzpatrick, 2002). 1820’de Purkinje, göz hareketleri ve postürün galvanik stimülasyon ile etkilendiğini tanımlayan ilk kişi olmuştur. Purkinje, mastoid üzerinden verilen galvanik stimülasyon ile horizontal-rotatuar nistagmus gözlemlemiş, torsiyonel özellikten dolayı GVS’nin SSK’leri ve/veya fibrillerinin etkilendiğini raporlamıştır (Goldberg & Fernandez, 1971). Sonraları GVS üzerine ilgi artmış, non-invasiv yaklaşım olması bir avantaj görünerek, çok sayıda çalışma yapılmıştır (Cohen ve ark., 2012).

GVS mastoid bölgeye yerleştirilen transkütan elektrotlar aracılığı ve elektrik akımı ile afferent vestibüler sistemi uyaran ve bu uyaran ile vestibüler afferentlerin devamlı ateşleme seviyelerini modüle eden bir uyarandır (Goldberg, Smith, & Fernández, 1984). Bir veya 2 saniyelik küçük akımlar verildiğinde, eğer kişi ayaktaysa salınımlara, ayakta değil ise hareket illüzyonlarına sebep olur. Ayakta olan kişide, akımın polaritesine bağlı olarak farklı yönlerde salınım gözlenir. Spesifik olarak anodal uyarım vestibüler afferent ateşleme hızını azaltırken, katodal uyarım ateşleme hızını artırır (Goldberg ve ark., 1984). Bir başka deyişle; katodal uyarım, uygulandığı tarafta depolarizasyona; anodal uyarım ise hiperpolarizasyona sebep olur. Sonuç olarak sabit duran kişi anodal uyarımın olduğu yöne veya katodal uyarımın olduğu yönün aksine salınır (Coats, 1972) (Şekil 2.17).



Şekil 2.20 Anodal elektrot tarafına salınım.(Fitzpatrick, Wardman, & Taylor, 1999)

Teknik basit olmasına rağmen vücudun, uyarana verdiği cevap oldukça karmaşıktır. Baş hareketlerine sebep olan ve GVS aracılığıyla üretilen sinyaller, vücudun dengede kalması için oluşturulan elektromiyografik cevaplar ile tüm vücut motor kontrolü üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir. Bu cevaplar vücudun dengesi, oryantasyonu ve diğer tüm duyu kaynaklarından gelen bilgilere oldukça duyarlıdır. Bu nedenle denge sisteminin tüm vücudun vestibüler sisteme verdiği cevap ile organize olduğunu düşünülür.

Öyle görünüyor ki denge sistemi GVS uyarısını, uzaydaki gerçek bir baş hareketi gibi algılar. Bu *input*lar sistem tarafından dengeyi bozacak bir tehdit olarak algılanıp, sistemin hızlı bir cevap vermesine neden olmaktadır. Basitliğinin dışında GVS, reseptör seviyesinde komplikasyonsuz saf bozulmalar oluşturduğundan vestibüler fonksiyonu ve denge sistemini araştırmak için çekici bir yöntemdir (Wardman & Fitzpatrick, 2002).

70’li yıllardan bu yana, dengenin oldukça karmaşık bir fonksiyonu olan postüral kontrol ve vücut salınımları ile ilgilenen bilim adamlarının büyük bir çoğunluğu GVS ile çalışma yapmışlardır. Yerçekimi etkisine karşı ayakta duruşun gerçekleşebilmesi ve devamlılığı, insan hayatında büyük öneme sahiptir. Postural kontrolün fonksiyonu, hareketi algılamak ve değişen koşulları kontrol ederek uyum sağlamaktır. İnsanın dik

duruş postürü için yerçekimine karşı sürekli bir kas hareketi gerçekleşmelidir (Goldberg, 2000). Antigravite kasları dinamik *feedback* kontrol sistemi ile, değişen ortam koşullarıyla sürekli irtibat halindedir. Devamlı feedback kontrol sistemi; vizüel, vestibüler ve somatosensör reseptörlerden gelen vücut postür velositesindeki ve pozisyonundaki değişiklikleri işler (Kawai, Ito, & Nozue, 1969; Zakir ve ark., 2000; Zhang ve ark., 2002). Afferent duylardan gelen bilgiler medulla spinalisten, serebral kortekse kadar tüm seviyelerde modifiye edilir (Kawai ve ark., 1969; Sato, Sasaki, & Mannen, 1988). Kontrol teorisi ile açıklanmaya çalışılan bu sistem; uzun fizyolojik modelleme ve kas güçleri arasındaki karmaşık, mekanik ve nörolojik etkileşimlerin anlaşılması için fizyologlara önemli bir ilham kaynağı olmuştur (Houk, Buckingham, & Barto, 2011). Özellikle 90'lı yıllara ait literatürde postüral kontrol ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda postüral kontrolün, destek yüzey ve/veya görsel çevre değişikliklerine ve kaslara uygulanan vibrasyon uyarına adapte olabildiğini göstermiştir (Talbott, 1980; Talbott & Brookhart, 1980). Nicel yöntemlerin yer aldığı çalışmalar olsa da yayınlanan makalelerin büyük bir kısmı postüral kontrolün nitel özellikleri (güç, velosite ve pozisyon gibi) ile ilgilidir. Dahası, anterior-posterior düzlemdeki postüral kontrol hareketlerinin değerlendirilmesine dayalı çok çalışma bulunmaktadır (Johansson, Magnusson, & Fransson, 1995).

Dik duruş için sadece anteior-posterior düzlem değil lateral düzlemde de postüral kontrol gerekmektedir. Vestibüler inputların önemi, genellikle kazanılmış ya da konjenital bilateral kayıplı kişileri incelemek gibi indirekt yaklaşımlarla değerlendirilmiş ve kompleks uyarılar kullanılarak araştırılmıştır. Dinamik feedback kontrolünde, sadece sensor inputların primer etkilerini değerlendirmek için spesifik ve iyi tanımlanmış bir uyarana ihtiyaç vardır. Bu ihtiyaç GVS ile karşılanmıştır (Johansson, Magnusson, & Fransson, 1995) Böylece, GVS vücut salınımına neden olduğu sırada, kol ve bacak kaslarındaki postural elektromiyografik (EMG) cevaplar ve nistagmik göz hareketlerinin de araştırılmasına olanak sağlanmıştır (Cullen & Minor, 2002; Fernández ve ark., 1995).

İnsan vestibüler afferentlerinden direkt olarak kayıt alabildiğimiz bir yöntem bulunmamaktadır. Bu nedenle bilim insanları uyarımlara yönelik oluşturulan davranışlardan hesaplar yapmaya çalışır. Goldberg ve arkadaşları, primatların GVS'ye afferent cevaplarını da içeren elektrofizyolojik verileri araştırıp detaylandırmışlardır

(Goldberg & Fernandez, 1971; Goldberg ve ark., 1990). Yapılan çalışmalar labirent eksize edildiğinde, galvanik uyarıların hala etkin olduğunu, ancak oluşması gereken tipik cevabın sekizinci kranial sinirin üst kısımlarında meydana gelmediği göstermiştir (Goldberg ve ark., 1984). Primer afferentlerin GVS'ye olan tepkileri, nöronların bu tepkileri kaydedebilir özellikte olmalarından dolayı, *Scarpa's* ganglionundan başka bir merkezde gerçekleşir (Wardman & Fitzpatrick, 2002). Goldberg ve arkadaşları, katot uyarımı perilemfatik boşluğa; anot uyarımı sinirin daha proksimal bölgesine uygulamış, her iki uyarımın eksitator etkiye sahip olduğunu göstermiştir (Goldberg ve ark., 1984). Bu durum sözü geçen bölgelerde depolarizasyon şeklinde elektriksel değişime sebep olur. Bu bulgular GVS'nin tüy hücrelerini *bypass* eden bir mekanizmaya sahip olduğunu göstermektedir. Tüm bu çalışmalar galvanik ve kinetik uyarılar ile vestibüler tepkileri karşılaştırarak, daha merkezi lezyonlardan periferik vestibüler lezyonların ayırt edilebilmesinin mümkün olduğunu göstermiştir. Düzenli ateşlenen primer afferentlerden $\frac{3}{4}$ 'ü (Guerraz ve ark., 2001), vestibüler çekirdeklerin vestibulospinal ve vestibulooküler yolları ile çok güçlü bağlantılar yapar (Gurfinkel, Ivanenko, & Levik, 1995). Ancak, irregüler primer afferentler GVS'ye cevap oluştururken, regüler afferentler sadece geniş uyarı akımlarını modüle ederler (Goldberg, 2000). Omurilik ile bağlantılı sekonder nöronlar irregüler afferentler ile innerve olurken, okülomotor bağlantılar daha çok regüler afferentler ile sağlanır (Gurfinkel ve ark., 1995). Serebellar projeksiyon birimleri bu iki nöron tipini de barındırarak her iki şekildeki bilginin merkezi sinir sistemine ulaşmasını sağlarlar. Ayrıca GVS ve kinetik uyarıya hassas olan afferentlerin birbirine paralel olmasından dolayı elektrofizyolojik özellikleri de benzerdir (Goldberg, 2000). Bu benzerlik afferentlerin otolit veya kanal orjinli olduklarına bakılmaksızın söylenebilir (Gurfinkel ve ark., 1995).

2.5.1 GVS'nin Vestibüler Sisteme Etkisi

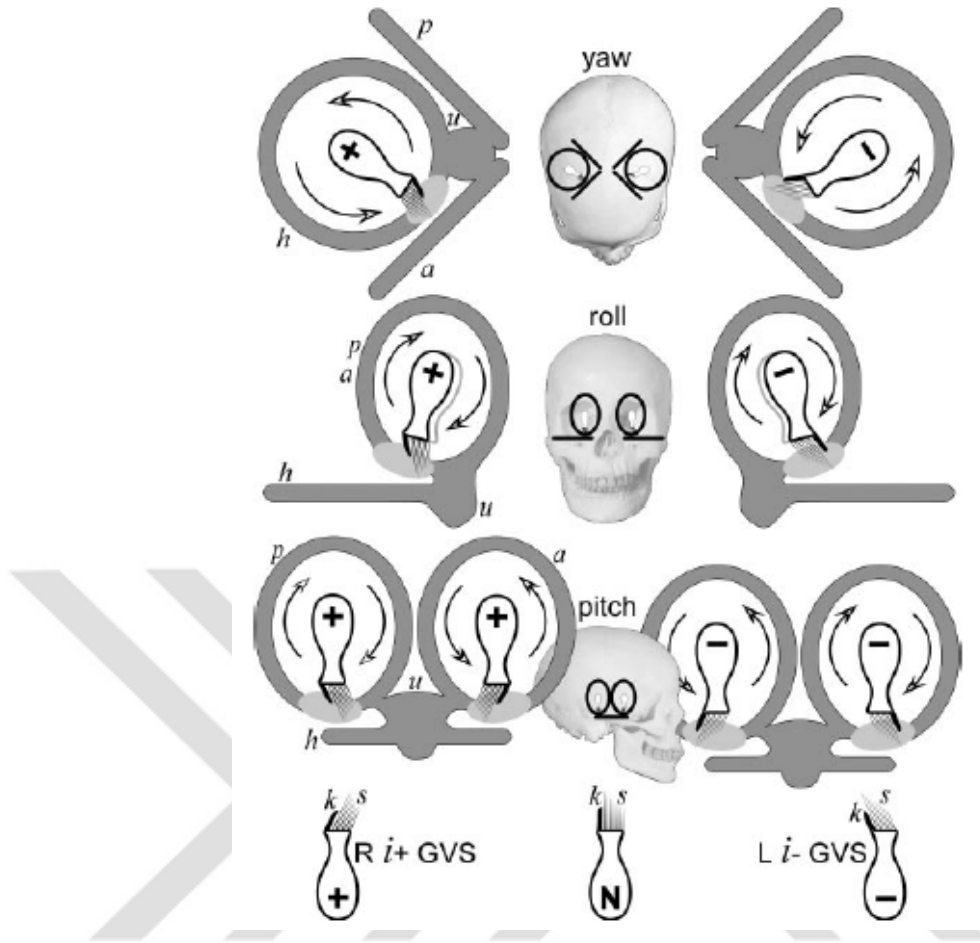
Anodal ve katodal GVS, semisirküler kanal afferentlerinin hem ipsi hem kontralateral yollarında deşarj meydana getirir ve SSK ve otolit organ kökenli afferentler için GVS cevapları aynıdır (Wardman & Fitzpatrick, 2002). Aslında her bir birim kendi içerisinde değişik deşarj patterni göstermesine rağmen, tüm nöral popülasyonun deşarj oranı için gerekli olan akım, zaman içerisinde değişkenliğe sahiptir. Yapılan çalışmalar, GVS uyarımı sırasındaki birer birimlik akım değişikliğinde

ateşleme oranında adaptasyon olduğunu göstermiştir (Goldberg ve ark., 1984). Courjon ve arkadaşları, ratlardan elde ettikleri kayıtlarda *baseline*'ı 1-2 sn'yi aşan uyarımların adaptasyon veya fazık cevaplarında; primer birimlerde %7, sekonder birimlerde ise %23 oranında bir azalma gözlemiştir (Courjon ve ark., 1987).

SSK'lerin yön hassasiyeti 3 vektör düzleminde meydana gelen baş hareketlerini algılamaya yarar. Kristada yer alan tüm tüy hücre reseptörleri, kanalın sorumlu olduğu açısal harekete göre hizalanmıştır. Kanalların bu anatomik oryantasyonu bahsedilen düzlemlerde hareketin algılanmasını sağlar. Otolit organlardaki tüy hücreleri makular yüzeyde bulunur. Doğrusal ivmeli hareketlerde duyarlılığı sağlayacak anatomik bir yerleşim göstermektedir. Böylece GVS'nin semisirküler kanal sistemi üzerindeki etkisine bakmak, 3 düzlemdeki net etkiyi görmemizi sağlar. Çünkü kinetik uyarının aksine GVS'nin belirli bir yönü yoktur. Otolit organlar için, GVS daha geniş vektörel uyarım özelliğine sahiptir (Grewal, James, & MacEfield, 2009).

2.5.1.1 Semisürküler Kanallara Etkisi

Başın açısal ivmelenme ve hızını algılayan altı SSK, var olan simetri özelliği sayesinde bir tarafta ateşleme hızının artmasını sağlarken diğer tarafta düşmesine sebep olarak, hareket ve yön gibi kavramların merkezi sinir sistemine aktarılmasına neden olur. Bu fizyolojik olaylar kinetik uyarım ile gerçekleşmektedir. GVS ile doğal dönme hareketine eşdeğer olmayan bir şekilde SSK'lerin nöroepitelyumunda ateşleme meydana getirecek bir hareket oluşturacaktır. Katodal GVS tüm afferentlerde, SSK'nin yön özelliğine bakılmaksızın ateşleme oranını artıracaktır. Böylece horizontal kanallar için katodal tarafa ya da ipsilateral yöne *yaw* hareketine neden olacaktır. Katodal GVS tarafından indüklenip artan ateşleme, benzer bir şekilde anterior ve posterior kanalının afferentlerinde de meydana gelecek ve ipsilateral tarafa ya da katodal tarafa doğru (*roll*), posterior kanaldaki ateşleme arttığında burun yukarı; anterior kanaldaki ateşleme oranı arttığında burun aşağı (*pitch*) hareket edecektir (Şekil 2.21) (Day ve ark., 1997; Day & Fitzpatrick, 2005).

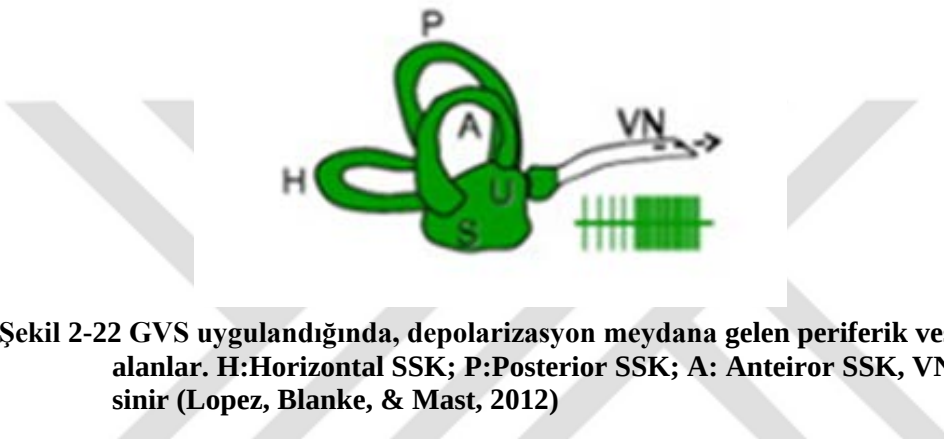


Şekil 2-21 GVS ile uyarıldığında semisirküler kanal cevaplarının modeli (Fitzpatrick ve ark., 2004)

2.5.1.2 Otolit Organlara Etkisi

GVS ile tüm vestibüler sinirde, sürekli ancak irregüler bir ateşleme gerçekleşir (Pavlik ve ark., 1999). Dolayısıyla uyarılan sistem tüm SSK ve otolitik organlardan köken alır. Yapılan çalışmalarda akla takılan asıl soru şudur: eğer GVS vestibüler sinirin tamamını aktive ediyorsa, neden VOR aktivasyonuna değil de VSR aktivasyonuna sebep olmaktadır? Çalışmalardan bir kısmı GVS'nin otolitik organları uyardığına dair kanıtlar bulmuştur (Courjon ve ark., 1987; Petersen, Magnusson, & Johansson, 1994; Wilson ve ark., 1999). İnsanlar ile 0.1 ile 4 mA arasında direkt akım (*direct current*) ile yapılan çalışmalar sallanma, baş ve/veya gövdede tilt hareketi ve oküler torsiyon olduğunu göstermiştir (Bent, Bolton, & Macefield, 2006; MacDougall ve ark., 2006; Cauquil ve ark., 2003). Oküler torsiyonun varlığı aynı otörler tarafından,

GVS'ye SSK'ların da cevap verdiği şeklinde yorumlanmıştır. Yine de bazı araştırmacılar, SKK etkilenimi GVS ile minimal düzeyde olduğu için, uyarının verildiği kişilerde hareket illüzyonunun olmadığı sonucuna varmıştır (Curthoys, 2010). Özetle GVS, farklı pozitif ve negatif elektrik şarjlar ile sırasıyla SSK'lar, otolitik organlar ve vestibüler sinirde uyarıma sebep olur (Pan ve ark., 2008) (Şekil 2.22). Böylece GVS, postür ve denge ilişkisini, okulokinetik cevapları ve uzaysal oryantasyonun hepsini birden modüle eder (Rizzo-Sierra, Gonzalez-Castaño, & Leon-Sarmiento, 2014).



Şekil 2-22 GVS uygulandığında, depolarizasyon meydana gelen periferik vestibüler alanlar. H:Horizontal SSK; P:Posterior SSK; A: Anterior SSK, VN: Vestibüler sinir (Lopez, Blanke, & Mast, 2012)

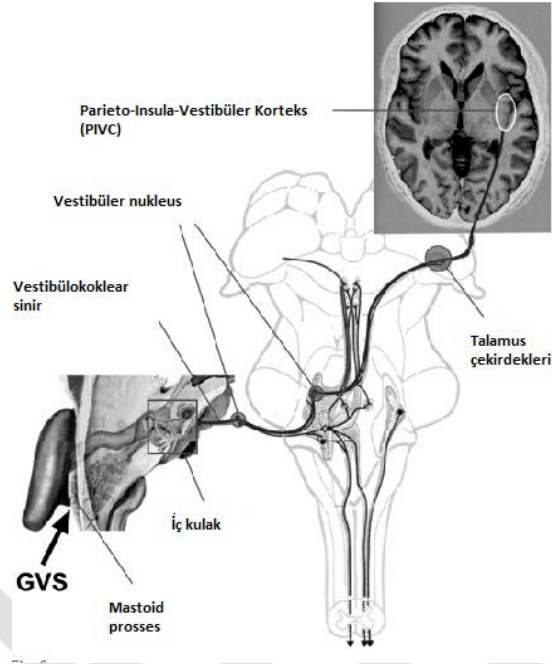
Bu bariz çelişki uzun süren önemli tartışmalara sebep oldu: GVS primer ve baskın olarak otolit yapılarla mı yoksa hem otolit hem de SSK ile eşit derecede mi bağlantılıdır? Fizyolojik verilerin üstünlüğü, uyarımın daha çok otolit yapılarla ilişkili olduğu görüşünü desteklemektedir.

GVS ile memeli santral sinir sisteminin ana inhibitör nörotransmitteri olan GABA, vestibüler afferent sinirin ateşlenmesini düzenler (Watanabe ve ark., 2002). Son dönemde yapılan çalışmalar, olivokoklear sistemin GABAerjik komponentinin, insan dengesinin korunmasında ihtiyaç duyulan tüy hücreleri ve iç kulaktaki sinir bağlantıları ile uzun süreli hemostaza katkıda bulunduğu gösterilmiştir (Rizzo-Sierra ve ark., 2014). GVS, spinal motor nöron aktivitesi ve lateral vestibulospinal yoldan kaydedilen inhibitör aktiviteleri modüle etmekte ve denge ve lokomotor sistem ile aynı zamanda postural sistemi ve kas tonusunu düzenlemektedir (Maison ve ark., 2007; Rizzo-Sierra ve ark., 2014; Watanabe ve ark., 2002). Yapılan farklı çalışmalar, binaural sinüzoidal akımlar (sinüzoidal GVS, sGVS) ile insan bacağındaki kas sempatik sinir aktivitesinin (MSNA) indüklenmesi için etkili bir teknik olduğunu kanıtlamıştır (Bent ve ark., 2006;

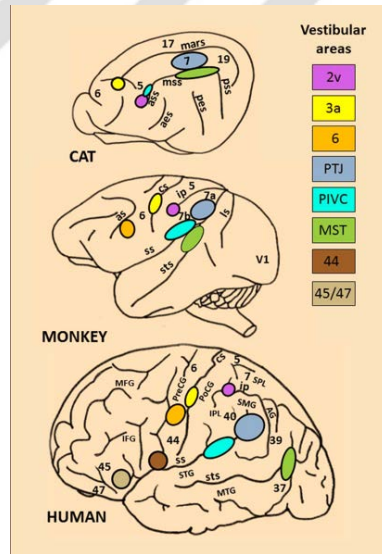
Grewal ve ark., 2009; James & Macefield, 2010; James, Stathis, & MacEfield, 2010). MSNA ayakta durdukça beyne yeterli kan akımını sağlamaya çalışır ve periferik vazokonstriksiyon neden olur. sGVS anestezi altındaki ratlara uygulandığında, kan basıncında ve kalp atımında ani azalmalara neden olmuştur. Ratlardaki bu süreç, insandaki vasovagal senkop ile ciddi benzerlikler göstermektedir (Cohen ve ark., 2012). GVS'nin yarattığı bu ortostatik cevabın direkt olarak otolit sistemle ilgili olduğu düşünülmüştür (Kerman, Yates, & McAllen, 2000; Woodring ve ark., 1997).

2.5.1.3 Santral Vestibüler Alana Etkisi:

GVS'nin merkezi sistemdeki etki mekanizmasının daha iyi anlaşılabilmesi için fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme ile GVS'nin uyardığı alanlara bakılmış ve serebral kortekste temporoparietal kavşakta, santral sulkusta, parietal lobda, frontal lobdaki inferior frontal girusu, inferior frontal sulkus ile presantral sulkus kavşağında ve intraparietal sulkusta aktivite varlığı gözlenmiştir (Lobel ve ark., 1999; Lobel & Kleine, 1998) (Şekil 2.23). Bu alanların Parieto-Insular Vestibüler Korteks (PIVC) ve 3aV ve 2v alanlar olduğu ve maymunlarda vestibüler kortekse karşılık geldiği bilinmektedir (Lobel ve ark., 1999) (Şekil 2.24). Santral sistemin, vestibüler bölgesini keşfetmeye yönelik bu çalışmalarda ilginç bir nokta tespit edilmiştir. Sola katot, sağa anot elektrot yerleştirilerek uygulanan GVS uyarımında her iki hemisferde; sağ katot, sol anot uyarımında ise sadece sağ hemisferik alanda aktivasyon gözlenmiştir (Dieterich ve ark., 2003; Utz ve ark., 2010). Bu keşif yeni sorulara ve tartışmalara sebep olacak gibi görünmektedir.



Şekil 2-23 GVS'nin aktivasyon yarattığı santral bölgeler (Utz ve ark., 2010)



Şekil 2-24 Kedi, maymun ve insandaki vestibüler korteks alanları (Ventre-Dominey, 2014)

Tüm bu bilgiler ışığında perkutan transmastoid GVS uyarımı insanlarda 3 cevap oluşmasına neden olur: 1- oküler, 2- postural ve 3-algısal. 2 miliamperlik (mA) GVS oküler torsiyonda 4-12 derece/sn tonik cevap oluştururken, 0,67-2 derece/sn² fazık cevap oluşturur (Schneider, Glasauer, & Dieterich, 2002). Yaklaşık 1 mA, devamlı perkutan GVS uyarımında katılımcılarda gerçek bir akselerasyon ile birlikte 2-3 derece/sn vücut rotasyonu gözlenmiştir (Fitzpatrick ve ark., 2002). Goldberg ve Fernandez'in yaptıkları çalışmada (Goldberg & Fernandez, 1971) kinetik uyarana vestibüler cevabın ortalama kazancı veya hassasiyeti semisirküler kanal afferentleri için 2 derece/sn⁻¹, otolit afferentler için ise 33.3 sn⁻¹/g'dir. Böylece tek bir afferent sinire uygulanan 1 mA GVS eğer sinir SSK'yi innerve ediyorsa, açısal akselerasyon 2 derece/sn², utrikular makulayı innerve ediyorsa doğrusal akselerasyon için 1.18 m/s² (0.12 g), tilt için 28,4 derecedir. Ancak her bir fibril farklı yönlerde sinyal taşıdığından, bunlar net sinir popülasyonunun cevabı değildir. Böylece fizyolojik ve morfolojik özellikler ile bağlantıları olan farklı birimleri vestibüler sistemin duyu ve kontrol kısımlarını oluşturarak denge sisteminin büyük bir parçasını oluştururlar (Goldberg, 2000).

2.5.2 Transkütan GVS uyarım metotları

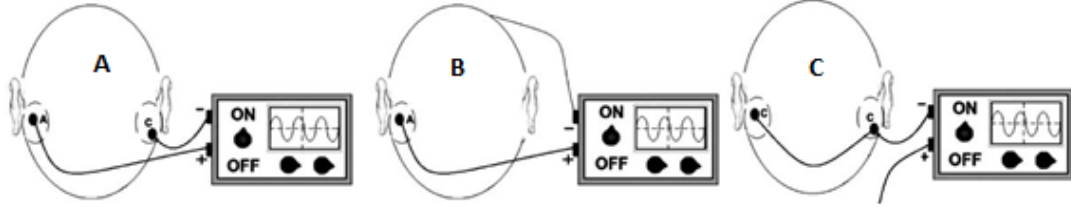
Farklı bölgelere bağlanan elektrotlar farklı salınım ya da hareketlere neden olmaktadır.

Bilateral bipolar uyarımda anot elektrot bir mastoide yerleştirirken diğeri kontralateral mastoide yerleştirilir (Pan ve ark., 2008). Semisirküler kanallardan köken alan sinyal, bilateral bipolar GVS sırasında katot tarafına doğru, büyük *roll* ve küçük *yaw* hareketlerine sebep olur. Bundan dolayı salınımlar anot tarafına doğru gözlenir.

Unilateral GVS uyarımında uyarıcı elektrot bir mastoide, diğer elektrot ise genellikle başın *forehead* bölgesine veya kola yerleştirilebilir (Tokita ve ark., 1988). Bu tip GVS uyarımında eğik düzlemde salınımlar gerçekleşir. Eğik salınımın lateral komponenti anot elektrotun bulunduğu yöne doğru ya da katot elektrotun tersine doğrudur.

Bilateral monopolar uyarımda her iki mastoide yerleştirilen elektrot aynı polariteye sahiptir zıt polariteye sahip elektrot uzak bir noktaya yerleştirilir. Bu tip GVS uyarımında SSK sinyali üretilir ve kişinin başı her iki mastoiddeki katodal GVS ile

arkaya, anodal GVS ile öne doğru *pitch* hareketi yapar ancak *roll* gözlenmez (Rizzo-Sierra ve ark., 2014) (Şekil 2.25).



Şekil 2-25 Transkütan GVS uyarım metotları. A: Bilateral bipolar uyarım, B: Unilateral uyarım, C: Bilateral monopolar uyarım (Rizzo-Sierra ve ark., 2014).

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma, Haziran 2015 ve Aralık 2016 tarihleri arasında İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı'na denge problemleri şikayeti ile gelen ve Odyoloji Kliniğine yönlendirilen hastalar ile yapılmıştır. Çalışma, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığının 08.10.2015 tarihli ve 83045809/604.01/02-313602 sayılı kararı ile etik kurul açısından uygun bulunmuştur (Etik Kurul Sayfası).

3.1 Katılımcılar

Katılımcılar, İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı'na *sersemlik* ve vertigo şikayeti ile gelen, herhangi bir ön tanıya sahip olmayan ve otolojik muayenesi normal olan, 18-50 yaş arası bireyler arasından seçilmiştir. Tüm katılımcılara komple odyovestibüler tetkikler yapılmış, VNG testi ile santral patolojinin ekarte edildiği ancak kalorik testte tek tarafta zayıflığı olan en az bir yıldır mevcut problemi yaşayan hastalar çalışmaya dahil edilmiştir. Cinsiyet, eğitim ve sosyo-ekonomik düzey farkı gözetilmeksizin çalışmaya dahil edilen bireylere gönüllülük esasına dayalı olarak yazılmış aydınlatılmış onam formu (Ek-1) imzalatılmıştır.

Çalışma, 44 erkek, 33 kadın toplamda 77 kişi ile başlanmıştır. Katılımcılar GVS uygulamasını kabul edip etmemelerine göre 2 gruba ayrılmışlardır: GVS uygulamasını kabul eden toplam 42 kişi (25 erkek, 17 kadın) GVS grubunu, (Grup GVS); GVS uygulamasını kabul etmeyen toplam 35 kişi (19erkek, 16 kadın) ise kontrol grubunu (Grup Kontrol) oluşturmuştur. Çalışma süresince 3 katılımcı egzersiz programını sürdüremediğinden, bir katılımcı ise rehabilitasyonu devam ederken migren tanısı aldığından çalışma dışı bırakılmıştır.

3.1.1 Grup GVS

Bu grup;

- 1- 18-50 yaş arası,
- 2- En az 1 yıldır mevcut problemi yaşayan,
- 3- Göz, boyun, bel, kalça, diz ve ayak bileğinde bilinen herhangi bir patoloji ve/veya protezi olmayan
- 4- Herhangi bir ön tanısı olmayan ve normal kulak muayenesine sahip,
- 5- İmmittansmetrik incelemede normal orta kulak basıncı, Tip A timpanogram (Jerger, 1970)
- 6- VNG test bataryasındaki okülomotor ve gaze stabilite testleri ile santral patolojinin, pozisyonel testler ile pozisyonel patolojinin ekarte edildiği ancak kalorik testte tek tarafta zayıflığı olan (Hain, 2016a),
- 7- GVS uygulamasını ve 6 hafta boyunca haftada 1 kez gelmeyi kabul eden,
- 8- Çalışmaya katılmayı kabul eden gönüllü bireylerden oluşturulmuştur.

3.1.2 Grup Kontrol

Bu grup GVS grubundan farklı olarak GVS uygulamasını kabul etmeyen katılımcılardan oluşturulmuştur.

3.2 Gereç

İstanbul Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji Kliniği'ne sersemlik ve vertigo şikayeti ile gelen 18-50 yaş arasındaki katılımcılara odyovestibüler testler yapılmıştır.

3.2.1 Odyolojik Değerlendirme

Tüm odyolojik değerlendirmeler, ANSI S3.1 1999 (R2003) standartlarına uygun olan sessiz kabinlerde yapılmıştır.

3.2.1.1 Saf Ses Eşikleri

Saf ses ve kemik eşik tayinleri için *Audiostar Pro* model saf ses odyometresi kullanıldı. Hava ve kemik yolu işitme eşikleri sinyal 200 m/sn *on-off* aralıkları ile ve *ascending* tekniği kullanılarak belirlendi. Hastaya yönerge verildikten sonra, gözlük,

küpe, taç gibi eşyalar çıkartılarak kulaklıklar uygun şekilde yerleştirilip, teste daha çok kullanmayı (telefon ile konuşmak için vs) tercih ettikleri kulak ile, 1000 Hz frekansta başlandı. Daha sonra sırasıyla 2000, 4000, 6000 ve 8000 Hz ölçüldü, 1000 Hz'in tekrar ölçülmesinin ardından 500 ve 250 Hz ile teste devam edildi. *American National Standards Institute* (ANSI) eşik tayini kriter alınarak, test 30 dB HL de başlatıldı.

Hava yolu eşikleri için *E-A-RTONE GOLD 3A* kulaklıklar, kemik yolu eşik tayini için *RADIOEAR B-71* kemik vibratör kullanıldı.

3.2.1.2 Konuşmayı Alma Eşiği (Speech Reception Threshold Test-SRT)

Konuşmayı alma eşiği, Türkçe için geliştirilen, 3 heceli kelime listeleri (ek-2) kullanılarak, *ascending* tekniği ile belirlendi.

3.2.1.3 Konuşmayı Ayırtma Testi (Speech Discrimination Test-SDS)

En az 25 kelimelik tek heceli kelime listesi ile taşıyıcı cümle kullanılarak canlı ses ile yapıldı. Türkçe için geliştirilmiş ve standardize edilmiş olan tek heceli izofonik kelime listeleri (ek-3) kullanıldı (Aksit, 1994). Test, en rahat ses seviyesinde (MCL) yapılarak test skoru doğru cevap yüzdesi olarak belirtildi.

3.2.1.4 İmmitansmetrik İnceleme

İmmitansmetrik değerlendirme *GSI* marka *TympStar MiddleEar Analyzer Version 2* model immitansmetre ile yapıldı.

Orta kulak basınç değerlendirmesi için yapılan ölçümde +200 daPa ile -400 daPa aralığındaki basınç ve 226 Hz *probe ton* kullanıldı. Normal timpanometrik değerler için timpanogram tipleri Tip A timpanogram; orta kulak basınç değerleri +50 daPa ile -50 daPa arasında; komplians değerleri ise 0,3 ml ile 1,5 ml arasında olarak belirlendi (British Society of Audiology, 2013)

3.2.2 Vestibüler Değerlendirme

3.2.2.1 Videonistagmografi (VNG)

Okülomotor, gaze stabilite, pozisyonel ve kalorik testler *Otometrics* marka *ICS Charter 200 7.4.0* v. model videonistagmografi ile karanlık odada gerçekleştirildi. Test öncesinde tüm katılımcılara;

- En az 48 saat süreyle vestibüler sistemi etkileyecek ilaç ve alkol alımını kesmeleri,
- Rahat kıyafetler giymeleri,
- Lens takmamaları,
- Kadın hastalardan makyaj yapmamaları,
- Karınlarını fazla doyurmadan gelmeleri istendi.

Katılımcıların her birine teste başlamadan ve her alt test öncesi detaylı bilgilendirme ve yönerge verildi.

Kalibrasyon: Katılımcıların oturtuldukları yer ile ışık barının arasındaki mesafe 1 metre olarak ayarlandı ve ışık barının boyu kişinin göz hizasına gelecek şekilde hizalandı. Gözlük yerleşiminin ardından VNG test ekranından, gözlerin netlik ayarı yapıldı ve hem vertikal hem de horizontal düzlemde kalibrasyon testi uygulandı. Katılımcıdan başını oynatmadan, en fazla 20°'lik açıya kadar hareket eden kırmızı ışığı gözleri ile takip etmesi istendi.

Sakkad Testi: Katılımcıdan, horizontal düzlemde primer bakış (0°'lik açı) pozisyonundan 10-15°'lik açılarla ve 1,25 sn aralıklar ile yer değiştiren kırmızı ışığı, 1dakika boyunca başını hareket ettirmeden gözleri ile takip etmesi istendi.

Gaze Testi: Katılımcıdan primer bakış (0°'lik açı) pozisyonundan, 20°'lik açılar ile 30 sn boyunca sağda, solda, yukarıda ve aşağıda yanan kırmızı ışığa başını hareket ettirmeden gözleri ile odaklanması istendi.

Pursuit Test: Katılımcıdan, horizontal düzlemde hızı 0,2 ila 0,7 Hz arasında değişen kırmızı ışığı başını hareket ettirmeden ve 2 döngü tamamlayıncaya kadar gözleri ile takip etmesi istendi.

Optokinetik Test: Katılımcıdan, horizontal düzlemde sırasıyla sağdan ve soldan gelen ve $20^\circ/\text{sn}$ 'lik hızla akan noktaları, primer bakış (0° 'lik açı) pozisyonunda, 30 sn boyunca başını hareket ettirmeden gözleri ile takip etmesi istendi.

Spontan Nistagmus Test: Katılımcılardan, gözlük önündeki perde indirildikten sonra gözlük içerisinde sabit bir nokta olarak yanan ışığa bakmaları istendi. Işık kapatıldıktan sonra aynı noktaya 20 sn boyunca bakmaya devam etmeleri söylendi.

Dix-Hallpike ve Roll Test: Vertikal kanalları test etmek amacıyla yapılan Dix-Hallpike testinde katılımcılar sedyede ayaklarını uzatmış oturlurken başları 45° sağa/sola döndürülerek hızlı ve başları sedyenin dışına sarkacak şekilde 30° arkaya eğilerek yatırıldı. Bir dakika sonra kaldırıldı. Ham yatar hem de oturur pozisyonda göz hareketleri kaydedildi.

Lateral kanalları test etmek amacıyla yapılan Roll Testi'nde, katılımcı 30° 'lik fleksiyon halinde sedye üzerine yatırıldı. Katılımcının başı önce bir tarafa çenesi omuzu ile paralel olacak şekilde, hızlıca çevrildi. Bir dakikalık kayıt sonrasında, baş primer pozisyona getirildi ve yine 1 dakikalık kayıt alındı. Aynı işlem diğer kulak için de tekrarlandı.

VNG bataryasındaki bu testler hastaların santral ve pozisyonel patolojilerinin olup olmadığını değerlendirmek için yapıldı. Bahsedilen patolojiye sahip olanlar çalışma dışı bırakıldı.

Kalorik Test: Katılımcılar sedyede başları 30° fleksiyonda yatar pozisyonda iken bir kulağa 24°C hava uyarın, 60 sn boyunca 8 litre olarak gönderildi. Uyarım bitiminden 120 sn sonra fiksasyon ışığı açılarak test sonlandırıldı. Diğer kulağın soğuk uyarımına başlamadan 5 dakikalık ara verildi. Aynı işlem karşı kulak için de tekrarlandı. Sıcak uyarıma geçmeden 10 dk beklendikten sonra sıcak uyarım için, yine aynı pozisyonda, soğuk uyarımın yapıldığı ilk kulağa 50°C hava uyarın, 60 sn boyunca 8 litre olarak gönderildi. Uyarım bitiminden 120 sn sonra fiksasyon ışığı açılarak test sonlandırıldı. Diğer kulağın sıcak uyarımına başlamadan 5 dakika ara verildi ve işlem karşı kulak için tekrarlandı.

Kalorik test analiz değerlendirmesinde

- Tek taraflı periferik vestibüler patoloji için; yön üstünlüğü (YÜ) değerinin %30'dan fazla (Hain, 2016a),
- Santral patolojiyi ekarte etmek için fiksasyon supresyonu (FS) %60'ın altında olan katılımcılar (Eggers & Zee, 2003) çalışmaya dahil edildi.

VNG test bataryası, araştırmaya dahil edilen katılımcılara 6. haftanın sonunda tekrarlandı.

3.2.2.2 Bilgisayarlı Dinamik Postürografi (BDP):

Duyu organizasyon testi (DOT), *NeuroCom* marka *Balance Manager System SMART 8.5.0* model Bilgisayarlı Dinamik postürografi ile yapıldı.

Duyu Organizasyon Testi (DOT): Katılımcıların bilgileri sisteme yüklendikten sonra, bedenlerine uygun yelekler giydirilip, ekipmana yerleştirildi. Altı alt testten oluşan batarya hakkında önce genel daha sonrasında her alt test öncesinde test ile ilgili detaylı bilgi ve yönerge verildi. Her bir alt test en az 2 tekrar ile yapıldı. Her bir alt testten denge skoru, duyu skorları, strateji ve ağırlık merkezi dataları kaydedildi.

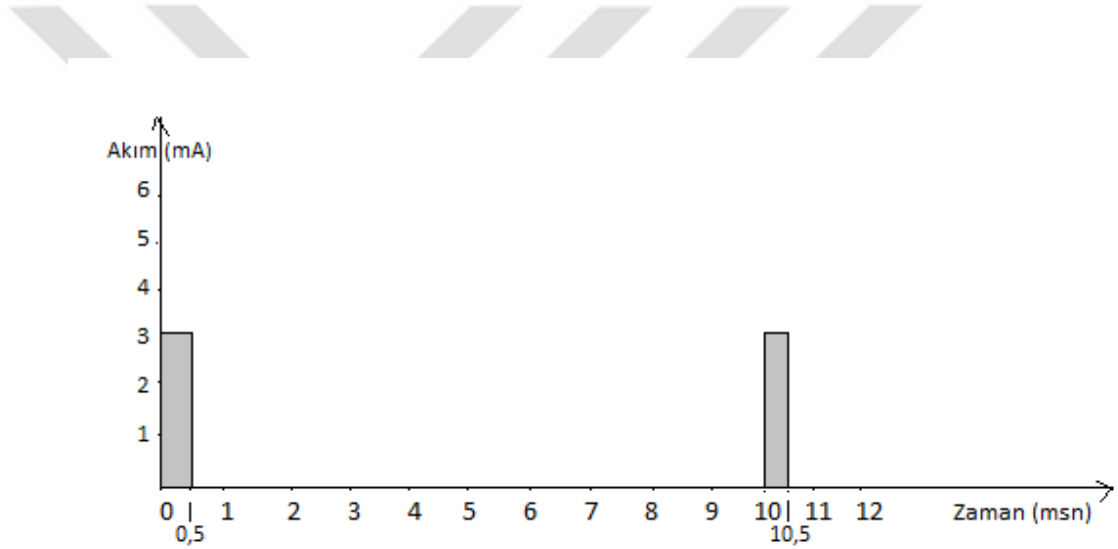
DOT test bataryası, araştırmaya dahil edilen katılımcılara 6. haftanın sonunda tekrarlandı.

3.2.3 Galvanik Vestibüler Stimulasyon (GVS) Parametrelerinin Tespiti (Pilot Çalışma)

GVS, *NEUROSOFT* marka *Neuro-MEP* Model Elektronörografi ile yapıldı. GVS yapılacak katılımcılara *gold cup* elektrotlar ile bilateral bipolar olarak verildi. Uyarının özellikleri sağlıklı bireyler ile yapılan pilot çalışma ile belirlendi. Çalışmada katılımcılara sırasıyla 1, 2, 3, 4 ve 5 mA'lık akımlar, sırasıyla 0.50, 1, 1.5, 2 msn boyunca, ekipmanın maksimum Hz çıkışı olan 100 Hz'de uygulandı. Vestibüler afferentlerde ve sekonder nöronlarda aktivasyon sağlanabilmesi açısından frekansın 100 Hz'den düşük olmamasına dikkat edildi (Carmona ve ark., 2011), ve oluşturulan her bir kombinasyonda katılımcının cevapları kaydedildi. Sağlıklı gönüllülerin ortak cevabı 1 ve 2 mA'lık akımın süreleri artsa dahi herhangi bir vestibüler ve taktıl uyarımı hissetmeyecek kadar düşük, 5mA'in ise 0,50 ms de bile yanma ve acı hissi oluşturacak kadar yüksek olduğu yönündeydi. 3 ve 4 mA akımda, 0,50 ms'den büyük akımlarda yanma ve acı hissinin arttığı söylendi.

Pilot çalışmaya katılan tüm sağlıklı yetişkinler vestibüler etkilenimi sersemlik şeklinde tarif etmiş, görsel fiksasyon sağlanmayacak şekilde karanlık ortamda uyanlar sırasında oluşan torsiyonel nistagmus aktiviteleri VNG cihazına kaydedilmiştir. Sağlıklı bireylerin tümünde değiştirilerek verilen uyarımlara en fazla vestibüler etkilenimin (nistagmus ve sersemlik hissi) olduğu parametreler çalışmada kullanılmıştır.

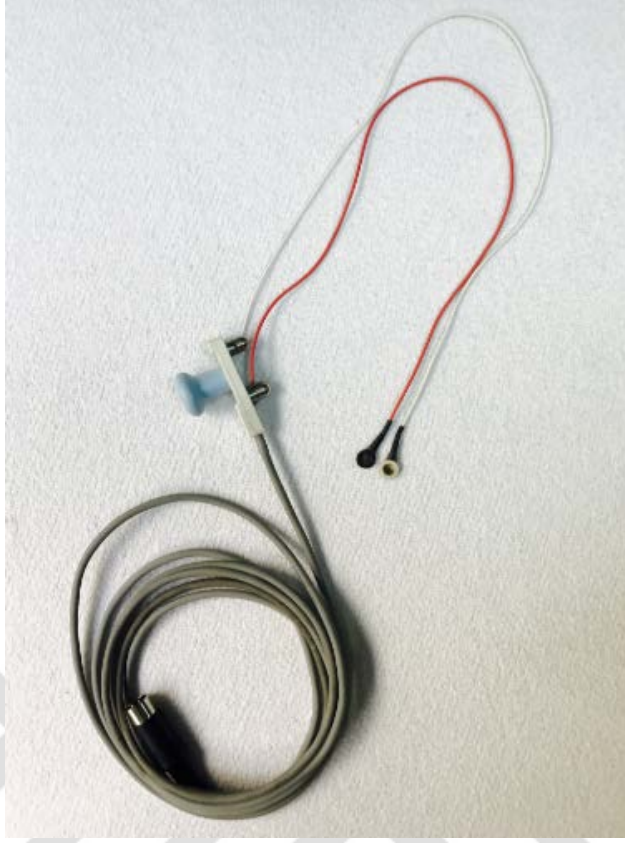
Kalorik testin sonucuna göre, zayıflığın gözlemlendiği kulağa katot elektrot, kontralateraline anot elektrot bağlandı. Katılımcıların her birine 5'er dakika 3 ve 4 mA toplamda 10 dakika boyunca, 050 milisaniye (msn) süre ile ve 100 Hz frekansta dikdörtgen dalga formunda galvanik akım uygulandı (Şekil 3.1).



Şekil 3-1 10 msn'de bir, 0,5 msn süre ile verilen 3 mA /100 Hz GVS akım

Fasial uyarım için kullanılan elektrotlara, gold elektrotlar monte edilerek bilateral mastoid uygulanacak şekilde adapte edildi (şekil 3.2). Mastoide yerleştirilen elektrotların tende yanıklara sebep olmaması ve iletkenliğinin artırılması amacıyla *Signa electrode gel* marka jel kullanıldı.

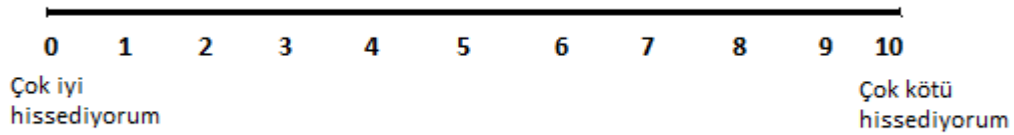
GVS, araştırmaya dahil edilen katılımcılara 6 hafta boyunca, haftada 1 kez verilerek tekrarlandı.



Şekil 3-2 Bilateral bipolar uyarım elektrodu

3.2.4 Vizüel Anolog Skala (VAS)

Tüm katılımcıların mevcut problemlerinin, kendilerini günlük hayatta ne kadar etkilediğini ve rahatsız ettiğini değerlendirmesi istendi. Bunun için vizüel analog skala (VAS) kullanıldı. Hastalar rahatsızlıklarını 10 üzerinden değerlendirerek işaretlediler (şekil 3.3). VAS rehabilitasyon öncesi ilk hafta ve rehabilitasyon süresince her hafta olmak üzere toplamda 7 hafta uygulandı.



Şekil 3-3 Vizüel analog skala

3.2.5 Vestibüler Rehabilitasyon

Katılımcıların her birine 6 hafta boyunca yapmaları gereken egzersizlerin ilki yazılı olarak, test ve değerlendirmelerinin yapıldığı ilk gün verildi (Ek-4). Her bir maddede yapmaları ve yapmamaları gereken tüm detaylar hastaya gösterildi ve ikinci seferinde hasta ile birlikte yapıldı. Egzersizler kolaydan zora doğru sıralandı ve her hafta programlarına 4 yeni egzersiz ekleneceği söylendi. Her hafta her iki grubun katılımcılarından, geçen hafta verilen egzersizlerin doğru yapılıp yapılmadığının teyidi için programlarındaki egzersizleri nasıl yaptıklarını göstermeleri istendi. Varsa hatalı yerler düzeltildi ve yeni egzersizler detaylı olarak anlatıldı ve gösterildi. Katılımcılardan her bir egzersizi günde 5 sefer, 10'ar dakika yapmaları istendi. Eğer rahatsız oldukları bir durum olursa (sersemliği/vertigosu artana, mide bulantısı, düşme hissi... vs) egzersize ara verebilecekleri ya da egzersizi sonlandırabilecekleri belirtildi. Hastaların düzenli egzersiz yaptıklarını takip etmek amaçlı, ilk görüşmeden sonraki her hafta için egzersiz çizelgesi hazırlandı (Ek-5). Bir hafta içerisinde program dahilinde yer alan egzersizlerin, en az %80'ini yapmayan kontrol grubuna ait 3 kişi çalışma dışı bırakıldı. GVS grubuna ait 1 katılımcı, rehabilitasyon programının devam ettiği sırada migren tanısı aldığından verileri istatistiksel değerlendirmede kullanılmadı.

3.3 Yöntem

Katılımcılara çalışmanın detayları anlatıldıktan ve gönüllü onam formu imzalatıldıktan sonra her birinin ayrıntılı öyküleri alındı (Ek-6). Aynı gün sırasıyla, BDP'de DOT ve VNG'de okülomotor, gaze stabilite, pozisyonel ve kalorik testler yapıldı. GVS'yi kabul eden bireylere 10 dk'lık, uyarım verildi ve rehabilitasyon için yapacakları egzersizler gösterilerek anlatıldı (Grup GVS). GVS'yi kabul etmeyenlere ise sadece rehabilitasyon için egzersizler gösterilerek anlatıldı (Grup Kontrol). Hastaların düzenli egzersiz yaptıklarını takip etme amaçlı verilen çizelgelerdeki verilere göre bir hafta içerisinde program dahilinde yer alan egzersizlerin, en az %80'ini yapmaları istendi. Katılımcıların her birine bir sonraki hafta gelecekleri günün tarihi ve randevu saati yazılarak verildi.

3.3.1 İstatistik

Çalışma sonuçlarının analizi için SPSS v 15.0 kullanılarak; Student t test, Mann-Whitney U, Ki kare, Paired samples t test ile değerlendirmeler yapıldı. Ortalamalar $\pm$ standart sapma (SD) şeklinde gösterildi



4. BULGULAR

GVS grubunun yaş ortalaması $36,05 \pm 6,17$ kontrol grubunun yaş ortalaması ise $36,44 \pm 6,81$ idi ve aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmedi ($t=0,255$; $p>0,05$). Gruplar cinsiyet, eğitim süreleri ve şikayet süreleri yönünden karşılaştırıldığında, cinsiyet ve şikayet süresi yönünden farklılık göstermedikleri bulundu. Eğitim süresi yönünden ise iki grup arasında farklılık saptandı. Bu farklılığın, kontrol grubunda ilkokul mezunu ve daha az eğitim görmüş olanların çok az (bir kişi) olmasından kaynaklandığı, ilkokul mezunu ve daha az eğitilmiş olanlar değerlendirmeden çıkarıldığında diğer eğitim düzeyleri yönünden gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılığın olmadığı tespit edildi ($X^2=1,41$, $sd=1$, $p>0,05$) (Tablo 4.1).

Tablo 4-1: Grupların cinsiyet, eğitim düzeyi ve şikayet süresi yönünden karşılaştırılması

Değişkenler		GVS	Kontrol	İstatistik
		N	N	
Cinsiyet	Kadın	16	15	$X^2=0,45$; $p>0,05$
	Erkek	25	17	
Eğitim	İlkokul ve altı	10	1	$X^2=8,58$; $p=0,014$
	Orta öğretim	26	21	
	Yükseköğretim	5	10	
Şikayet süresi	<1yıl	24	17	$X^2=5,33$; $p=0,69$
	1-3 yıl	10	14	
	>3 yıl	7	1	

Rehabilitasyon öncesi unilateral zayıflık, denge skorları, somatosensör/vizüel/vestibüler/preferans skorlarının, strateji skorlarının, ağırlık merkezi skorlarının, kompozit skorlarının ve ilk hafta (rehabilitasyon öncesi) VAS skorlarının cinsiyetten etkilenmiş olup olmadıklarını değerlendirmek için, hem GVS grubunda, hem kontrol grubunda hem de toplamda, cinsiyete göre farklılıkları incelendi. Gruplar kendi

içinde kadın ve erkek olarak ele alındığında, sayılar otuzdan daha düşük olduğundan, GVS ve kontrol grubunda nonparametrik test (Mann Whitney U testi) uygulandı. GVS grubunda sadece strateji 4 skorlarında (erkeklerde 71,08 kadınlarda 74,69 $p=0,028$), kontrol grubunda ise sadece preferans skorlarında (erkeklerde 90,71 kadınlarda 86,60 $p=0,007$) cinsiyetler arasında anlamlı farklılık saptandı. GVS grubunda strateji 4 skorları yönünden kadınlar, kontrol grubunda ise preferans skorları yönünden erkekler daha iyi durumdaydı (Tablo 4.2 ve Tablo 4.3).



Tablo 4-2: Rehabilitasyon öncesi ölçülen skorların cinsiyete göre karşılaştırılması

Değişkenler	GVS*			Kontrol*			Toplam		
	Kadın	Erkek	İstatistik	Kadın	Erkek	İstatistik	Kadın	Erkek	İstatistik
UL Zayıflık	55,88±10,16	54,40±10,81	-	56,20±11,24	52,5±7,36	-	56,03±10,52	53,64±9,51	-
Denge skoru 1	87,13±7,10	86,36±6,52	-	88,60±3,60	87,41±4,78	-	87,84±5,64	86,79±5,84	-
Denge skoru 2	84,88±5,77	83,08±6,11	-	86,47±4,49	83,18±5,95	p= 0,058	85,65±5,17	83,12±5,97	p= 0,063
Denge skoru 3	81,94±7,89	77,52±9,58	-	78,40±7,20	77,76±7,14	-	80,23±7,65	77,62±8,58	-
Denge skoru 4	71,13±12,09	67,28±10,12	-	69,40±7,44	67,76±8,69	-	70,29±9,98	67,48±9,46	-
Denge skoru 5	53,56±8,58	52,88±8,45	-	50,60±7,35	46,00±7,04	P= 0,069	52,13±8,02	50,10±8,53	-
Denge skoru 6	45,19±10,01	44,40±9,06	-	41,27±5,38	39,94±8,07	-	43,29±8,22	42,60±8,85	-
Somatosensör	95,63±2,75	94,36±3,55	-	95,87±2,64	94,29±2,80	p= 0,058	95,74±2,66	94,33±3,23	-
Vizüel	80,56±12,33	77,96±12,08	-	77,87±7,88	76,82±7,81	-	79,26±10,34	77,50±10,47	-
Vestibüler	61,63±12,45	61,12±11,19	-	56,80±8,90	52,41±9,28	-	59,29±10,98	57,60±11,21	-
Preferans	90,63±5,66	89,04±6,17	-	86,60±4,31	90,71±4,45	P= 0,007	88,68±5,37	89,71±5,54	-

* Olgu sayıları az olduğu için Mann Whitney U testi uygulanmıştır

Tablo 4-3: Rehabilitasyon öncesi ölçülen skorların cinsiyete göre karşılaştırılması

Değişkenler	GVS*			Kontrol*			Toplam		
	Kadın	Erkek	İstatistik	Kadın	Erkek	İstatistik	Kadın	Erkek	İstatistik
Strateji 1	86,88±6,81	86,96±6,67	-	89,20±5,66	88,53±4,23	-	88,00±6,29	87,60±5,80	-
Strateji 2	84,56±6,70	83,52±7,01	-	86,40±4,17	86,82±3,94	-	85,45±5,61	84,86±6,12	-
Strateji 3	80,19±7,93	78,44±8,70	-	81,07±7,14	83,82±4,33	-	80,61±7,45	80,62±7,67	-
Strateji 4	74,69±4,42	71,08±5,62	P= 0,028	71,87±5,04	72,65±4,44	-	73,32±4,87	71,71±5,18	-
Strateji 5	56,94±6,59	55,32±6,76	-	53,53±6,28	56,53±9,04	-	55,29±6,56	55,81±7,68	-
Strateji 6	51,44±6,96	49,24±8,18	-	44,47±6,79	47,88±12,23	-	48,06±7,63	48,69±9,90	-
Ağırlık Merk. 1	0,71±0,25	0,58±0,25	-	0,77±0,18	0,77±0,15	-	0,74±0,22	0,66±0,23	-
Ağırlık Merk. 2	0,86±0,53	0,61±0,50	-	0,74±0,24	0,85±0,40	-	0,80±0,41	0,71±0,47	-
Ağırlık Merk. 3	1,17±0,47	1,20±0,49	-	1,12±0,37	1,32±0,37	-	1,14±0,42	1,25±0,44	-
Ağırlık Merk. 4	1,46±0,39	1,52±0,58	-	1,62±0,34	1,55±0,30	-	1,54±0,37	1,53±0,48	-
Ağırlık Merk. 5	2,08±0,47	1,88±0,50	-	2,14±0,52	2,06±0,38	-	2,11±0,49	1,95±0,46	-
Ağırlık Merk. 6	2,25±0,35	2,20±0,43	-	2,47±0,32	2,59±0,39	-	2,36±0,35	2,36±0,45	-
Kompozit skor	64,88±5,70	63,24±6,86	-	65,27±4,67	63,35±4,62	-	65,06±5,14	63,29±5,99	-
VAS 1	9,19±1,05	8,96±1,02	-	9,07±0,70	9,06±0,75	-	9,13±0,88	9,00±0,91	-

* Olguların sayısı az olduğu için Mann Whitney U testi uygulanmıştır

Rehabilitasyon öncesinde denge skoru 5, denge skoru 6, vestibüler duyu skoru, ağırlık merkezi 1 skoru, ağırlık merkezi 6 skoru (GVS grubunda daha az patolojikti) ile strateji 2 ve strateji 3 skoru (kontrol grubunda daha az patolojikti) iki grup arasında anlamlı olarak farklı bulundu (Tablo 4.4).



Tablo 4-4: Grupların rehabilitasyon öncesi skorları yönünden karşılaştırılması

Değişken	GVS Grubu (N=41)		Kontrol Grubu (N=32)		İstatistik (t)
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	
UL Zayıflık	54,98	10,46	54,25	9,40	-0,31
Denge skoru 1	86,66	6,68	87,97	4,25	0,97
Denge skoru 2	83,78	5,97	84,72	5,49	0,69
Denge skoru 3	79,24	9,12	78,06	7,06	-0,61
Denge skoru 4	68,78	10,95	68,53	8,04	-0,11
Denge skoru 5	53,15	8,40	48,16	7,44	-2,65**
Denge skoru 6	44,71	9,33	40,56	6,87	-2,11*
Somatosensör d.	94,85	3,28	95,03	2,80	0,24
Vizüel duyu	78,98	12,09	77,31	7,74	-0,68
Vestibüler duyu	61,32	11,54	54,47	9,23	-2,74**
Preferans	89,66	5,95	88,78	4,79	-0,68
Strateji 1	86,93	6,64	88,84	4,88	1,37
Strateji 2	83,93	6,82	86,63	3,99	2,11*
Strateji 3	79,12	8,35	82,53	5,89	2,04*
Strateji 4	72,49	5,43	72,28	4,67	-0,17
Strateji 5	55,95	6,66	55,13	7,89	-0,49
Strateji 6	50,10	7,71	46,28	10,05	-1,84
Ağırlık Merk. 1	0,63	0,26	0,77	0,16	2,58*
Ağırlık Merk. 2	0,71	0,52	0,80	0,34	0,85
Ağırlık Merk. 3	1,19	0,48	1,23	0,38	0,37
Ağırlık Merk. 4	1,50	0,51	1,59	0,31	0,85
Ağırlık Merk. 5	1,96	0,49	2,10	0,45	1,23
Ağırlık Merk. 6	2,22	0,40	2,54	0,36	3,55***
Kompozit skor	63,88	6,41	64,25	4,67	0,28

SS: standart sapma * p<0,05; **p<0,01 ***p<0,001

Kontrol grubunda rehabilitasyon öncesi ve rehabilitasyon sonrası değerler (paired t testiyle) karşılaştırıldığında, rehabilitasyon sonrasında UL zayıflık ile ağırlık merkezi 4,5,6 değerlerinde anlamlı derecede düşme (iyileşme); denge skorlarında, vizüel duyu skorlarında, vestibüler duyu skorlarında, preferans skorlarında, strateji 4,5,6 skorlarında ve kompozit skorlarında ise anlamlı derecede artış (iyileşme) olduğu saptandı. Somatosensör duyu skorlarında ise anlamlılığa yakın bir artış (iyileşme) olduğu tespit edildi (Tablo 4.5).



Tablo 4-5: Kontrol grubunda değişken değerlerinin rehabilitasyon öncesi ve sonrası karşılaştırılması

Değişken	Rehabilitasyon öncesi		Rehabilitasyon sonrası		İstatistik (t)
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	
UL Zayıflık	54,25	9,40	47,19	9,61	9,85***
Denge skoru 1	87,97	4,25	89,00	2,91	-2,21*
Denge skoru 2	84,72	5,49	86,47	3,58	-3,25**
Denge skoru 3	78,06	7,06	82,44	5,17	-5,12***
Denge skoru 4	68,53	8,04	73,31	5,87	-6,17***
Denge skoru 5	48,16	7,44	59,53	5,14	-11,52***
Denge skoru 6	40,56	6,87	51,63	5,90	-8,61***
Somatosensör d.	95,03	2,80	95,97	2,01	-2,00 ¹
Vizüel duyu	77,31	7,74	81,88	5,90	-5,62***
Vestibüler duyu	54,47	9,23	61,78	7,16	-8,99***
Preferans	88,78	4,79	90,84	4,38	-2,17*
Strateji 1	88,84	4,88	88,88	4,77	-0,08
Strateji 2	86,63	3,99	86,84	3,86	-0,54
Strateji 3	82,53	5,89	83,25	5,24	-1,81
Strateji 4	72,28	4,67	74,53	4,98	-5,91***
Strateji 5	55,13	7,89	61,91	7,78	-10,82***
Strateji 6	46,28	10,05	55,69	8,87	-13,10***
Ağırlık Merk. 1	0,77	0,16	0,78	0,15	-0,82
Ağırlık Merk. 2	0,80	0,34	0,81	0,29	-0,42
Ağırlık Merk. 3	1,23	0,38	1,18	0,29	1,29
Ağırlık Merk. 4	1,59	0,31	1,51	0,29	2,67*
Ağırlık Merk. 5	2,10	0,45	1,53	0,45	17,73***
Ağırlık Merk. 6	2,54	0,36	1,94	0,36	13,40***
Kompozit skor	64,25	4,67	70,13	4,70	-19,56***
SS: standart sapma	* p<0,05;	**p<0,01	***p<0,001	¹ p=0,054	

GVS grubunda rehabilitasyon öncesi ve rehabilitasyon sonrası değerler (paired t testiyle) karşılaştırıldığında, rehabilitasyon sonrasında strateji 1 ile ağırlık merkezi 1 ve 2 skorları dışındaki tüm değerlerde anlamlı farklılık olduğu, bunların büyük kısmında p değerinin 0,001'den küçük olduğu; UL zayıflık ile ağırlık merkezi 3,4,5,6 değerlerinde düşme (iyileşme); denge skorlarında, somatosensör duyu skorlarında, vizüel duyu skorlarında, vestibüler duyu skorlarında, preferans skorlarında, strateji 2,3,4,5,6 skorlarında ve kompozit skorlarında ise artma (iyileşme) olduğu saptandı (Tablo 4.6).



Tablo 4-6: GVS grubunda değişken değerlerinin rehabilitasyon öncesi ve sonrası karşılaştırılması

Değişken	Rehabilitasyon öncesi		Rehabilitasyon sonrası		İstatistik (t)
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	
UL Zayıflık	54,98	10,46	14,68	6,33	22,72***
Denge skoru 1	86,66	6,68	89,46	4,31	-3,14**
Denge skoru 2	83,78	5,97	87,39	4,59	-4,67***
Denge skoru 3	79,24	9,12	83,68	7,08	-3,49***
Denge skoru 4	68,78	10,95	76,98	7,93	-5,23***
Denge skoru 5	53,15	8,40	72,00	6,02	-16,96***
Denge skoru 6	44,71	9,33	69,59	7,15	-20,69***
Somatosensör d.	94,85	3,28	96,32	2,29	-2,67*
Vizüel duyu	78,98	12,09	86,22	8,21	-4,07***
Vestibüler duyu	61,32	11,54	79,66	7,43	-12,37***
Preferans	89,66	5,95	94,51	3,49	-5,43***
Strateji 1	86,93	6,64	88,02	6,04	-1,60
Strateji 2	83,93	6,82	86,12	6,17	-4,31***
Strateji 3	79,12	8,35	82,49	7,80	-5,72***
Strateji 4	72,49	5,43	76,95	5,91	-4,79***
Strateji 5	55,95	6,66	72,34	4,36	-13,23***
Strateji 6	50,10	7,71	70,46	4,91	-16,28***
Ağırlık Merk. 1	0,63	0,26	0,59	0,30	1,34
Ağırlık Merk. 2	0,71	0,52	0,59	0,30	1,41
Ağırlık Merk. 3	1,19	0,48	0,96	0,49	3,40**
Ağırlık Merk. 4	1,50	0,51	1,03	0,38	4,89***
Ağırlık Merk. 5	1,96	0,49	0,93	0,43	12,34***
Ağırlık Merk. 6	2,22	0,40	1,07	0,45	17,46***
Kompozit skor	63,88	6,41	79,93	5,40	-16,08***

SS: standart sapma

* p<0,05;

**p<0,01

***p<0,001

Kontrol grubundaki hastaların kendilerini değerlendirdikleri VAS değerleri tablo 4.7’de gösterildiği gibiydi. Hastaların kendilerini her hafta daha iyi hissettikleri tespit edildi. VAS değerleri, hem ardışık haftalar için hem de önceki diğer haftalar için paired t testiyle karşılaştırıldı. İlk haftadan itibaren ve her hafta anlamlı düzelme olduğu saptandı (Tablo 4.7).

Tablo 4-7: Kontrol Grubunda vizüel analog skala değerlerinin haftalar arasındaki değişiminin değerlendirildiği testin t değerleri

	VAS 1	VAS 2	VAS 3	VAS 4	VAS 5	VAS 6
	8,53±0,76	7,22±0,71	6,53±0,84	5,91±0,86	5,44±0,84	5,03±0,65
VAS 0 9,07±0,72	3,16**	12,32***	12,94***	16,52***	18,64***	22,81***
VAS 1 8,53±0,76		7,44***	8,91***	11,75***	13,96***	18,91***
VAS 2 7,22±0,71			3,67***	6,81***	9,42***	13,29***
VAS 3 6,53±0,84				3,62***	7,57***	10,56***
VAS 4 5,91±0,86					3,15**	6,24***
VAS 5 5,44±0,84						4,10***

**p<0,01

***p<0,001

GVS grubundaki VAS skorlarının ortalama değerleri ile ardışık haftalarda ve daha önceki haftalara göre karşılaştırılmaları ise tablo 4.8’de verilmiştir. Hastaların subjektif olarak kendilerini her hafta daha iyi hissettikleri, hem ardışık haftalar arasında hem de önceki diğer haftalara göre istatistiksel olarak ileri derecede anlamlı farklılığın olduğu tespit edildi.

Tablo 4-8: GVS Grubunda vizüel analog skala değerlerinin haftalar arasındaki değişiminin değerlendirildiği testin t değerleri

	VAS 1	VAS 2	VAS 3	VAS 4	VAS 5	VAS 6
	7,83±1,20	5,46±1,48	3,41±1,47	1,88±1,08	0,85±0,76	0,73±0,63
VAS 0 9,05±1,02	7,71***	12,55***	19,75***	27,46***	42,69***	49,19***
VAS 1 7,83±1,20		9,33***	17,05***	22,39***	31,39***	33,97***
VAS 2 5,46±1,48			9,92***	16,04***	19,71***	19,97***
VAS 3 3,41±1,47				8,02***	11,31***	11,40***
VAS 4 1,88±1,08					5,81***	6,37***
VAS 5 0,85±0,76						1,95 ^b

***p<0,001

^b p= 0,058

Kontrol grubunda ve GVS grubunda rehabilitasyon sonrası skorlar, her iki grupta da önemli iyileşme olduğunu gösteriyordu. Yöntemlerin birbirine üstünlüklerini değerlendirmek için bu skorların gruplara göre farklılıkları incelendi. Karşılaştırma verileri Tablo 4.9'de gösterilmiştir. Rehabilitasyon sonrasında unilateral zayıflık, denge 4, 5, 6 skorları, vizüel duyu, vestibüler duyu skorları, preferans skoru, strateji 5 ve 6 skorları, ağırlık merkezi 1, 2, 3, 4, 5 ve 6 skorları ve kompozit skorları gruplar arasında farklı bulundu (Tablo 4.9). Bu bulgu, rehabilitasyon sonrasında GVS grubunda daha fazla iyileşme olduğunu göstermektedir.

Tablo 4-9: Rehabilitasyon sonrası skorların gruplara göre karşılaştırılması

Değişken	GVS Grubu (N=41)		Kontrol Grubu (N=32)		İstatistik (t)
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	
UL Zayıflık	14,68	6,33	47,19	9,61	16,54***
Denge skoru 1	89,46	4,31	89,00	2,91	-0,52
Denge skoru 2	87,39	4,59	86,47	3,58	-0,93
Denge skoru 3	83,68	7,08	82,44	5,17	-0,84
Denge skoru 4	76,98	7,93	73,31	5,87	-2,27*
Denge skoru 5	72,00	6,02	59,53	5,14	-9,36***
Denge skoru 6	69,59	7,15	51,63	5,90	-11,49***
Somatosensör d.	96,32	2,29	95,97	2,01	-0,68
Vizüel duyu	86,22	8,21	81,88	5,90	-2,63*
Vestibüler duyu	79,66	7,43	61,78	7,16	-10,37***
Preferans	94,51	3,49	90,84	4,38	-3,99***
Strateji 1	88,02	6,04	88,88	4,77	0,65
Strateji 2	86,12	6,17	86,84	3,86	0,61
Strateji 3	82,49	7,80	83,25	5,24	0,50
Strateji 4	76,95	5,91	74,53	4,98	-1,86
Strateji 5	72,34	4,36	61,91	7,78	-6,80***
Strateji 6	70,46	4,91	55,69	8,87	-8,46***
Ağırlık Merk. 1	0,59	0,30	0,78	0,15	3,49***
Ağırlık Merk. 2	0,59	0,30	0,81	0,29	3,14**
Ağırlık Merk. 3	0,96	0,49	1,18	0,29	2,43*
Ağırlık Merk. 4	1,03	0,38	1,51	0,29	5,93***
Ağırlık Merk. 5	0,93	0,43	1,53	0,45	5,71***
Ağırlık Merk. 6	1,07	0,45	1,94	0,36	9,00***
Kompozit skor	79,93	5,40	70,13	4,70	-8,14***

SS: standart sapma

* p<0,05;

p<0,01 *p<0,001

Hastaların her iki yöntemle de giderek kendilerini iyi hissettikleri tespit edildi. Bu yönden iki yöntem arasında farklılık olup olmadığı da değerlendirildi. VAS skorlarının gruplar arasında da farklı olduğu saptandı (Tablo 4.10). İlk hafta (VAS 0) farklılık olmamasına rağmen haftalar ilerledikçe giderek artan bir anlamlılıkla ortaya çıkan bir farklılık bulundu. Bu bulgular GVS grubundaki hastaların kendilerini birinci haftanın sonundan itibaren, kontrol grubundaki hastalara göre daha iyi hissettiklerini göstermektedir.

Tablo 4-10: Gruplar arasında vizüel analog skala değerlerinin karşılaştırılması

Değişken	GVS Grubu (N=41)		Kontrol Grubu (N=32)		İstatistik (t)
	Ortalama	SS	Ortalama	SS	
VAS 0	9,05	1,02	9,06	0,72	0,06
VAS 1	7,83	1,20	8,53	0,76	2,88**
VAS 2	5,46	1,48	7,22	0,71	6,16***
VAS 3	3,41	1,47	6,53	0,84	10,72***
VAS 4	1,88	1,08	5,91	0,86	17,31***
VAS 5	0,85	0,76	5,44	0,84	24,41***
VAS 6	0,73	0,63	5,03	0,65	28,44***

SS: standart sapma **p<0,01 ***p<0,001

Tablo 4.9 ve 4.10 rehabilitasyon sonrasında ve sırasında GVS grubunda daha fazla iyileşme olduğunu göstermektedir. Ancak bunu daha uygun bir şekilde test edebilmek için, her değişkenin rehabilitasyon süresince ne kadar değişikliğe uğradığını hesaplayıp, bu farkın (rehabilitasyon öncesi ile rehabilitasyon sonrası farkının) anlamlılığı istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. (Gruplar bu farklılığa göre karşılaştırılmıştır). (Tablo 4.11 ve 4.12). Bu işlem yapılırken, klinik anlamda iyileşmeyi işaret edecek değişiklik pozitif olarak ele alınmıştır. Yani denge skorları, somatosensör, vizüel, vestibüler, preferansiyel skorlar, strateji skorları ve kompozit skorlarında yükselme iyileşme işareti olduğundan fark, rehabilitasyon sonrası skorlarından rehabilitasyon öncesi skorlar çıkarılarak elde edilmiştir. Buna karşılık ağırlık merkezi skorlarındaki azalmalar iyileşme işareti olduğundan bu skorların farkı, rehabilitasyon öncesi skorlarından rehabilitasyon sonrası skorlar çıkarılarak hesaplanmıştır. VAS

skorlarında ise azalma iyileşme işaretidir. Bu nedenle hep önceki haftaların değerlerinden, sonraki haftaların değerleri çıkarılmış, fark bu şekilde hesaplanmıştır. Unilateral zayıflık, denge 5 ve 6, vestibüler duyu, preferans duyu, strateji 2, 3, 4, 5 ve 6, ağırlık merkezi 3, 4, 5 ve 6 ile kompozit skorlar yönünden GVS grubundaki iyileşme anlamlı olarak daha yüksek bulundu. Denge 2 ve 4 skorları yönünden ise anlamlılığa yakın bir farklılık tespit edildi (GVS grubu lehine).



Tablo 4-11: Rehabilitasyon süresince değişkenlerde oluşan farklılıkların gruplara göre (Tablo 4.5 ve Tablo 4.6 değişim farklarının) karşılaştırılması

Değişken	GVS Grubu (N=41)		Kontrol Grubu (N=32)		İstatistik (t)
	Değişim ortalaması	SS	Değişim ortalaması	SS	
UL Zayıflık	40,29	11,35	7,06	4,06	-17,37***
Denge skoru 1	2,80	5,72	1,03	2,65	-1,76
Denge skoru 2	3,61	4,95	1,75	3,05	-1,97 ¹
Denge skoru 3	4,44	8,14	4,38	4,83	-0,04
Denge skoru 4	8,20	10,04	4,78	4,38	-1,95 ²
Denge skoru 5	18,85	7,12	11,38	5,59	-5,03***
Denge skoru 6	24,88	7,70	11,06	7,27	-7,79***
Somatosensör d.	1,46	3,51	0,94	2,65	-0,70
Vizüel duyu	7,24	11,39	4,56	4,59	-1,37
Vestibüler duyu	18,34	9,50	7,31	4,60	-6,52***
Preferans	4,85	5,72	2,06	5,38	-2,12*
Strateji 1	1,10	4,39	0,03	2,16	-1,36
Strateji 2	2,20	3,27	0,22	2,31	-2,90**
Strateji 3	3,37	3,77	0,72	2,25	-3,73***
Strateji 4	4,46	5,97	2,25	2,16	-2,20*
Strateji 5	16,39	7,93	6,78	3,54	-6,92***
Strateji 6	20,37	8,01	9,41	4,06	-7,60***
Ağırlık Merk. 1	0,04	0,20	-0,01	0,08	-1,55
Ağırlık Merk. 2	0,12	0,53	-0,01	0,17	-1,46
Ağırlık Merk. 3	0,23	0,44	0,05	0,20	-2,44*
Ağırlık Merk. 4	0,47	0,62	0,08	0,17	-3,90***
Ağırlık Merk. 5	1,03	0,53	0,57	0,18	-5,10***
Ağırlık Merk. 6	1,15	0,42	0,59	0,25	-6,99***
Kompozit skor	16,05	6,39	5,88	1,70	-9,76***
SS: standart sapma	* p<0,05;	**p<0,01	***p<0,001	¹ p=0,052	² p=0,056

Rehabilitasyon programı süresince VAS skorlarında meydana gelen değişikliklerin gruplar arasındaki farklılığı da Tablo 4.12’de verildi. Tablodan da görüleceği gibi tüm haftalarda GVS grubundaki hastalar kendilerini daha iyi hissettiklerini bildirdi.

Tablo 4-12: Rehabilitasyon süresince vizüel analog skala skorlarında oluşan farklılıkların gruplara göre karşılaştırılması

	GVS Grubu (N=41)		Kontrol Grubu (N=32)		İstatistik (t)
	Değişim ortalaması	SS	Değişim ortalaması	SS	
VAS 0-1	1,22	1,01	0,53	0,95	-2,96**
VAS 0-2	3,59	1,83	1,84	0,85	-5,40***
VAS 0-3	5,64	1,83	2,53	1,11	-8,97***
VAS 0-4	7,17	1,67	3,16	1,08	-12,41***
VAS 0-5	8,20	1,23	3,63	1,10	-16,50***
VAS 0-6	8,32	1,08	4,03	1,00	-17,35***
VAS 1-2	2,37	1,62	1,31	1,00	-3,22*
VAS 1-3	4,41	1,66	2,00	1,27	-6,82***
VAS 1-4	5,95	1,70	2,63	1,26	-9,58***
VAS 1-5	6,98	1,42	3,09	1,25	-12,18***
VAS 1-6	7,10	1,34	3,50	1,05	-12,51***
VAS 2-3	2,05	1,32	0,69	1,06	-4,75***
VAS 2-4	3,59	1,43	1,31	1,09	-7,45***
VAS 2-5	4,61	1,50	1,78	1,07	-9,03***
VAS 2-6	4,73	1,52	2,19	0,93	-8,82***
VAS 3-4	1,54	1,23	0,63	0,98	-3,44***
VAS 3-5	2,56	1,45	1,09	0,82	-5,46***
VAS 3-6	2,68	1,51	1,50	0,80	-4,30***
VAS 4-5	1,02	1,13	0,47	0,84	-2,32*
VAS 4-6	1,15	1,15	0,88	0,79	-1,14
VAS 5-6	0,12	0,40	0,41	0,56	2,43*

* p<0,05;

**p<0,01

***p<0,001

5. TARTIŞMA

Her iki kulakta vestibüler organın güçlü nöral bağlantıları arasındaki uyumsuzluk, sistemin simetriye dayanan özelliğini bozarak postürün sağlanması sırasında aksaklıklara neden olur (Bai ve ark., 2002). Nöral yollardaki bozukluk, ateşleme oranında da zayıflıklara neden olacağından kişiler hareket etmezlerken bile hareket illüzyonlarından rahatsız olurlar (Yardley ve ark.,1998; Herdman, 2007). Kliniğe bu şikayetler ile gelen hastalara rutinde verilen bakış ve hareket egzersizleri, hem subjektif hem de objektif yöntemler ile olumlu geri dönüş sağlamakta ancak bazen de yeterli kalmamaktadır (Baloh RW, 1990). Aslında dengeyi oluşturan 3 alt sistemin herhangi bir tanesinde lezyon oluşması, diğer ikisinin hasarlı olanı kompanse etmesi temeline dayansa da bazı hastalarda kompensasyonun zaman alması, bazı hastalarda ise sağlanamaması hasta şikayetlerinin uzun sürmesine neden olur. (Baloh RW, 1990; Üneri, 2002). Bazı hastalarda vestibüler kompensasyon egzersizlerin tam iyileşme sağlamaması, yeni rehabilitasyon programları arayışı içerisine girilmesine sebep olmuştur.

Tek taraflı vestibüler nöroktomili kediler ile yapılan bir araştırmada, ilk 3 hafta içerisinde dinamik kompensasyonun olduğu gözlenmiştir (Lacour, 2006). Fisch, tek taraflı vestibüler nöroktomili hastalarında dinamik kompensasyonun operasyonu takip eden 3 yıl boyunca sürdüğünü savunsa da, 6 ay içerisinde platoya ulaştığını gösteren çalışmalar da mevcuttur (Eisenman, Speers, & Telian, 2001). Tek taraflı vestibüler kaybı olan hastalarda ise dinamik vizüel keskinlik egzersizleri ile en az 5 haftalık bir programın gerekli olduğundan bahsedilmiştir (Herdman, Schubert, Das, & Tusa, 2003). Enticott ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada, vestibüler schwannoma cerrahisi geçiren hastaların operasyondan 2 ila 3 hafta sonra VOR asimetrisinde azalma; 6 ila 7 hafta sonrasında ise hem fonksiyonel testlerinde hem de *Dizziness Handicap Inventory* anketinde anlamlı sonuçlar elde edilmiştir (Enticott, O'leary, & Briggs, 2005). Ciddi postural problemlere neden olan vestibüler kayıplarda bile, lezyon oluşumundan 2 hafta sonra kompensasyonun hastada rahatlama hissi yarattığını söyleyen çalışmalar da vardır (Fetter & Dichgans, 1996; Horak, 2009; Peterka, ve ark., 2011). Alpini ve arkadaşları, verimli bir rehabilitasyon için 3 veya 4 hafta boyunca haftada 2 veya 3 seans, 45 dakikalık görüşmeler ile programın klinisyen kontrolünde de yapılmasını tavsiye

etmektedir (Alpini, Cesarani, & Brugnoni, 2014). Literatür, hastadan yapılması beklenen egzersiz sayısının 4 veya 5'i geçmemesi gerektiğini aksi halde sisteme çok yüklenilebileceğini (Telian, 1991), ayrıca her bir egzersizin 10 dakika yapılmasını ancak rahatsız olunduğu anda (mide bulantısı, düşme hissi... vs) ara verilmesi veya sonlandırılması gerektiğinin üzerinde durmuştur (Murray, K., Carroll, S., & Hill, 2001; Telian, 1991). Yaptığımız çalışmada görüşmeler, İstanbul ve çevresindeki ulaşım problemleri ve hastaların aktif çalışma hayatları nedeniyle haftada 1 gün en az 50 dakikalık seanslar ile yapılmıştır. Her görüşmede hastaya 4 egzersiz verilmiş, her bir egzersizi günde 5 sefer, 10'ar dakika yapmaları söylenmiştir. Eğer rahatsız oldukları bir durum olursa (mide bulantısı, düşme hissi... vs) egzersize ara vermeleri ya da egzersizi sonlandırmaları, dinamik kompensasyon ile plastisite arasındaki sıkı ilişkinin önemi üzerinde durularak anlatılmıştır.

Literatürdeki çalışmaların büyük bir kısmı kısa süreli ve küçük akımlı GVS uygulanmasının, tende yanık veya acı hissine sebep olmadığı gibi vestibüler organdaki tüy hücreleri ve afferent fibriller ile rezon olabilmesi açısından en uygun seviyeler olduğunu bildirmiştir (Aw ve ark., 2008; Boyle, Goldberg, & Highstein, 1992). Günlük aktiviteler üzerindeki etkisini değerlendirmek için yapılan bir çalışmada sağlıklı bireylere bilateral bipolar GVS, 0 ila 2mA'lık direkt akım ve alterantif akım seviyelerinde sürekli olarak günde 20 dakikadan uzun olmayacak şekilde verilmiş ve katılımcıların salınımları kaydedilmiştir. Çalışmanın sonunda alternatif akım ile uyarının verilmediği zamanki vücut salınımları arasında anlamlılık gözlenmemiştir (Ruhl & Lamers, 2011). Yaptığımız çalışmaya benzer bir araştırmaya literatürde rastlanmadığı için, katılımcılara GVS'nin fiziksel özellikleri, çalışmaya başlamadan önce sağlıklı yetişkinlerden alınan cevaplara göre belirlenmiştir.

Literatürde hala büyük tartışmalara sebep olan GVS'nin, VSR'yi mi, VOR'u mu yoksa her ikisini birden mi uyarıp uyarmadığı konusu, çalışmaların sayıca artmasına fırsat sağlamıştır. Bazı araştırmacılar GVS'nin vücut ve başta tilt hareketi ve salınımlara neden olduğundan otolitik organları uyardığını savunurken (Courjon ve ark., 1987; Petersen, Magnusson, & Johansson, 1994; Wilson ve ark., 1999), bazıları ise oküler torsiyon hareketlerini gözlemleyerek, semisirküler kanallar ve bağlantıları ile de ilişkili olduğunu rapor etmiştir (Schneider et al., 2002). GVS'nin VSR ile ilgili olduğunu savunan iddialı çalışmalarda, GVS'nin spinal motor nöron aktivitesi ve lateral

vestibulospinal yoldan kaydedilen inhibitör aktiviteleri module ettiği, denge ve lokomotor sistem ile aynı zamanda postural sistemi ve kas tonusunu düzenlediği söylenmiştir (Maison ve ark., 2007; Rizzo-Sierra ve ark., 2014; Watanabe ve ark., 2002). Sağlıklı bireylerde bilateral bipolar GVS kullanıldığı zaman, vücudun salınım yönü her zaman anodal kulak tarafına doğrudur (S Lund & Broberg, 1983). Ayrıca verilen uyarım ile gerçekleşen salınım, **yürüme sırasında** (Bent, McFadyen, French Merkley, Kennedy, & Inglis, 2000; Richard C Fitzpatrick, Wardman, & Taylor, 1999), **baş** (Rizzo-Sierra ve ark., 2014) **ve el hareketlerinde** (Bresciani, ve ark., 2002; Pu, ve ark., 2012), anot elektrot tarafına doğru olmasına neden olur. Tax ve arkadaşları, bilateral vestibüler zayıflığı olan ve GVS ile uyarılan hastaların vücut deviasyonlarının sağlıklı kişilere göre anlamlı ölçüde küçük olduğunu belirtmiş ve GVS'nin vestibüler sistemi değerlendirmek için kullanışlı non-invasiv yöntem olduğu sonucuna ulaşmışlardır (Tax ve ark., 2013). Bir çok çalışmada vestibüler sistemi değerlendirmek için, kısa veya uzun süreli ve düşük veya yüksek şiddette GVS uyarıları kullanarak postural cevaplar araştırılmıştır (Ali, Rowen, & Iles, 2003; Cathers et al., 2005; Timothy, Shupert, & Hlavacka, 1995). Çalışmamızda, çalışma grubuna vereceğimiz GVS'nin şiddetini ve zamanını belirleyebilmek için oturur pozisyondayken sağlıklı kişiler ile yaptığımız ön çalışmada, görsel fiksasyonun ortadan kaldırıldığı ve karanlık ortamda verilen uyarım ile birlikte, ortalama 3°/sn'lik oküler torsiyon hareketleri gözlenmiş ancak tek taraflı periferik vestibüler kaybı olanlarda herhangi bir harekete rastlanmamıştır. Yine sağlıklı kişilerde yaptığımız çalışma sırasında GVS'nin verildiği anla birlikte, başın anot elektrota doğru salınım yaptığı ancak 5-6 sn gibi kısa bir süre sonunda adaptasyonun sağlanarak salınımın ortadan kalktığı farkedilmiş, benzer bulgular tek taraflı periferik vestibüler kaybı olan hastalarda gözlenmemiştir. Ayrıca tüm çalışma boyunca gerek hasta gerekse sağlıklı bireyler, GVS sonrasında sersemlik hissettiğini, uyarımın bitiminden sonra da sersemliklerinin devam ettiğini belirtmiştir. Hasta katılımcılardan 38 yaşında kadın bir hasta, her terapi sonrası eve giderek saatlerce uyuduğunu ifade etmiştir.

Sağlıklı yetişkinlerde statik ve dinamik denge fiziksel performans, yaş, boy, kilo ve cinsiyet ile koreledir (Wojcik ve ark., 1999). Hormonlar ve iskelet kas yapısındaki farklılıklar denge işlevinde cinsiyetler arası farklılıklara neden olur (Vereeck ve ark., 2008). Schultz ve arkadaşları postural kontrol ve iyileşme sürecindeki cinsiyete göre farklılıklarının kaynağının, kasların kasılmaya başladıktan sonra, kas gücü ve kasılma

hızlarındaki farklılıklardan kaynaklandığını savunmaktadır (Schultz, Ashton-Miller, & Alexander, 1997). Kadınların kas dokusu, kütlelerine göre daha düşüktür, bu da genel kas kuvvetini belirler. Bu durum sağlıklı postürün ana elemanlarından olan *triseps surae* kompleksi için geçerlidir (Maurer & Peterka, 2005). Bu veriler Kuh ve arkadaşları tarafından da desteklenmektedir (Kuh ve ark., 2005). Kadınların ağırlık merkezlerini korumaları ya da herhangi bir uyaran sonrasında tekrar sağlama hızlarının erkeklere kıyasla daha zayıf olması, stabil duruşu korumak için daha yüksek kas aktivitesine duyulan ihtiyacı göstermektedir (Błaszczyk, Beck, & Sadowska, 2014). Kadın ve erkeklerin denge kabiliyeti üzerindeki farklılıklar gözlerin kapalı olduğu durumlarda daha belirgin olduğu, kadınların tek ayaküstünde dengelerini sağlamada zorlandıkları dolayısıyla daha zayıf postural kontrole sahip oldukları düşünülmektedir (Vereeck ve ark., 2008). İngiltere’de yapılan bir araştırma bu denge farklılıklarının aynı zamanda fiziksel aktivite, genel sağlık durumları ve sosyoekonomik seviyeden de etkilendiğini rapor etmiştir (Steffen & Mollinger, 2005). Yaptığımız çalışmada GVS grubu kadınlarının duyu organizasyon testinin sadece zeminin hareket ettiği 4. durumunda ayak bileği stratejisine erkeklerden daha yatkın olduğu gözlenmiştir. Bu bulgu literatürdeki aksine görsel bilginin de kullanıldığı durumlarda, ayak bileği için gerekli kas aktivitesinin kadınlarda daha yüksek olduğunu göstermiştir.

Vestibüler değerlendirilmelerin yapıldığı bir diğer grup işitme kayıplı bireylerdir. Yapılan çalışmalarda koklear implant kullanan yetişkin bireylerin vestibüler değerlendirmeleri ameliyat öncesi ve sonrası karşılaştırılmış yaş, kulak ve cinsiyetler arası herhangi bir farklılığın gözlenmediği rapor edilmiştir (Katsiari ve ark., 2013). Daha eski bir yayında, Witkin ve arkadaşları, görme ve denge ile ilgili algıdaki cinsiyet farklılıklarından bahsetmişlerdir. Otörler postüral değerlendirme paradigmaları aracılığıyla, yetişkin kadınların daha alan bağımlı ve görsel bilgiye daha çok güvendikleri fikrini destekler sonuçlar elde etmiştir (Witkin HA, Lewis HB, Hertzman M, Machover K, Brentall Meisner P, 1946). Yaptığımız çalışmada da kontrol grubunda erkelerin göz yanıltıcı panel hareketlerine (preferans) kadınlara oranla daha az güvendikleri ortaya çıkmıştır. Bu durum literatürdeki, kadınların daha alan bağımlı ve görsel bilgiye güvendikleri sonucu ile örtüşmektedir.

BDP vestibüler hastalıkların tanınması ve rehabilitasyonu sırasında büyük yarar sağlamaktadır. Özellikle DOT ile yapılan sayısız çalışma vestibüler problemlere

neden olan hastalık ve gruplar arasındaki farklılıkları ortaya koymak için kullanılmıştır. Vestibülerin kliniğinde büyük öneme sahip olan DOT ile yapılan çalışmaların büyük bir kısmı tek taraflı vestibüler patolojilerin, rehabilitasyon ve/veya cerrahi öncesi sonrasını karşılaştırmada kullanılmıştır. İki bin iki yılında yapılan bir çalışmada nöroktomili ve labirentektomi operasyonu geçirmek üzere olan 17 hastanın DOT verilerine bakılmış ve her iki grubun preoperatif DOT değerlerinde anlamlı farklılık gözlenmemiştir (Badke ve ark., 2002). Bir başka çalışmada DOT'taki durum 3 ve durum 5 skorlarının 0.01 Hz'deki *rotary* sandalyesindeki sonuçlar ile hatta durum 5 skorlarının *Dizziness Handikap Ölçeği*'ndeki emosyonel ve toplam skorlar ile ilişkili olabileceği sonucuna varılmıştır (Jacobson, Newman, Hunter, & Balzer, 1991). Çalışmamızda ise rehabilitasyon öncesi vestibüler duyuyu oluşturan denge skoru 5 ve 6 ile ağırlık merkezi 1 ve 6'nın GVS grubunda daha iyi çıkması, GVS uygulamasını kabul edenlerin vestibüler problemlerinin kontrol grubuna kıyasla daha az olduğunu göstermiştir. Bu durum çalışmanın başında şikayeti daha fazla olan ve çare bulamamış kişilerin GVS'yi tercih edeceğini düşündüren beklentinin tam tersi çıkmıştır. Çünkü çalışmanın başında GVS'nin, bilateral mastoide bağlanan elektrotlardan küçük elektrik akımlarının gönderilmesi nedeniyle, son çare olarak görüleceği tahmin edilmekteydi. Beklentimizin tersi yönünde çıkan bu durumun yeni bir araştırma konusu olabileceği düşünüldü.

Vestibüler rehabilitasyon için kullanılan egzersizler, vestibüler hastalıkların sağaltımında en önemli materyallerden biridir. Doğru ve düzenli yapıldığı takdirde kişinin şikayetlerinde ciddi azalmalar sağlar. Egzersiz, sistemin plastisite özelliğinden yararlanır ve günlük hayata adaptasyonu kolaylaştırır. Vestibüler egzersizler ile yapılan rehabilitasyon öncesi ve sonrası değerlendirmelerin hemen hemen hepsinde yüz güldürücü sonuçlara ulaşılmıştır. Suarez ve arkadaşları, 17 santral vestibüler patolojisi olan hastayı vestibüler rehabilitasyon programında en az 7 ay boyunca izlemiştir. Göz-baş koordinasyon, pursuit ve sakkadik ve optokinetik göz hareketleri, pozisyonel habituasyon ve postural kontrol egzersizlerinin verildiği programı yapan hastaların, rehabilitasyon öncesine oranla VNG ve DOT skorları anlamlı çıkmıştır (Suarez ve ark., 2003). Çalışmamızda da literatür sonuçları ile benzerlik gösteren bulgular elde edilmiştir. Kontrol grubunda rehabilitasyon öncesi ve sonrası karşılaştırıldığında UL zayıflık ve DOT skorlarında anlamlı iyileşmeler kaydedilmiş ve sadece kompensasyon egzersizleri ile bile vestibüler iyileşmenin ne denli büyük olduğu gözlenmiştir (Tablo 4.5). Bu çalışma ile, DOT testiyle düzelmenin sadece vestibüler duyu alanında olmadığı

da fark edilmiştir. Bunun sebebinin diğer sistemler tarafından (vizüel ve somatosensör duyu) kompanse edilmeye ihtiyaç duyulmayan ya da daha az ihtiyaç duyulan vestibüler sistemin iyileşmesinden kaynaklanmış olabileceği düşünülmüştür. Aynı zamanda kontrol grubunun yapmış olduğu vestibüloöklüler sistem ile ilgili egzersizlerin de vizüel duyu skorlarında artış sağladığı görülmüştür.

Santral sinir sisteminin nöroplastisite özelliğine sahip olmasına karşın, kendiliğinden iyileşme özelliği sınırlıdır. Kafa travması, beyin kanaması gibi beyin lezyonlarında somatosensör kabiliyetlerde ciddi etkilenme gözlenebilmektedir (Van Stralen ve ark., 2011). Bu tür problemlerin rehabilitasyonunda taktil veya somatosensör uyaran kullanımının yararlı olduğuna dair çalışmalar yapılmıştır (Kerkhoff ve ark., 2011). GVS ile yapılan çalışmaların sayısı az olmakla birlikte sonuçları dikkat çekmektedir. Taktil uyaran olarak da kullanılan GVS, kalorik vestibüler uyarımın aksine, kullanımı kolay, yan etkileri ve invaziv olmayan bir yöntem olduğundan rehabilitasyon gibi tekrarlayan tedaviler için daha uygun görülmektedir (Utz ve ark., 2011).

GVS'nin kullanımı sadece vestibüler organ ve sinirleri uyarmakla kalmaz. Kortikal aktivasyon, GVS sırasındaki sağlıklı bireylerde posterior insula ve temporo-parietal bölgelerde görülür. Hatta orta ve üst temporal girus, putamen, anterior singulat girus ve talamusta daha fazla aktivasyon saptanmıştır (Bense ve ark., 2001; Lobel & Kleine, 1998). Tüm bunlara rağmen GVS'nin, nöroloji alanında tedavi amaçlı kullanılabileceğini savunan çok az sayıda çalışma bulunmaktadır.

GVS'nin taktil uyaran sağlaması nedeniyle özellikle hemisferler düzeyinde meydana gelen *neglect sendromu* olan kişilerde anlamlı sonuçların elde edildiği bildirilmiştir. Bu çalışmalar ile hemisfer lezyonlarından sonra meydana gelen kişinin vücudunun bir tarafını ve/veya uzvunu ihmal edip görmezden gelmesine neden olan *neglect sendromunda*, rehabilitasyon amaçlı kullanılan GVS'nin yarar sağladığı ortaya çıkmıştır. Özellikle sol kolunu ihmal eden hastaların, aynı kola 20 dakikalık GVS uygulandığında, o koldaki duyarlılığın arttığını belirttikleri rapor edilmiştir (Rorsman, Magnusson & Johansson, 1999; Schmidt ve ark., 2013) Yani GVS, dokunsal yoksunluğu olan *neglect sendromlu* hastalarda vücudun karşı tarafı için bedensel farkındalığı kalıcı olarak geliştirmiş ve bu nedenle bu hastalar için yeni bir tedavi seçeneği sunmuştur. Friedhelm ve Leonardo, iskemik inme geçirmiş hastaların motor fonksiyonlarını geliştirebilmek için GVS uygulamış ve hastaların motor sensör ve

kognitif fonksiyonlarında kortikal değişiklikler elde etmişlerdir (Friedhelm & Leonardo, 2006). Başka bir çalışma GVS'nin normal bireylerdeki ve Parkinson hastalarındaki dengesi üzerindeki etkilerini kıyaslamış, sonuç olarak çok düşük şiddette GVS ile bile hastaların dengesizliğinin azaldığı ve postürlerini daha iyi koruyabildikleri ortaya konmuştur (Pal, Rosengren, & Colebatch, 2009; Rinalduzzi ve ark., 2011; Wood ve ark., 2009). Tüm bu çalışmalar, GVS'nin nörolojik problemlerde kullanılmış ve anlamlı sonuçlar elde edildiğini göstermiştir (Kerkhoff et al., 2011). Tüm bu çalışmalar ışığında GVS'nin nörolojide kullanımının daha yaygın ve sonuçlarının yüz güldürücü olduğu görülmüştür. Yaptığımız çalışma ile tek taraflı vestibüler zayıflığı olan hastalarda GVS ile rehabilitasyonun, geleneksel rehabilitasyondan daha çok işe yaraması, GVS'nin vestibüler rehabilitasyon programlarına yeni bir boyut kazandırdığını düşündürmüştür.

Literatürde vestibüler sistem problemlerinde GVS'nin kullanımına dair çalışma çok az sayıdadır. GVS genellikle otolitik organ fonksiyonları dolayısıyla VSR üzerindeki lezyonlarını ortadan kaldırmak için genellikle farklı kas gruplarına uygulanmıştır (Britton et al., 1993). GVS'nin mastoid bölgeye uygulanması ile otolit afferentlerin kısa latanslı cevapları ile retikulospinal yolu, SSK afferentlerinin orta latans cevapları ile VSR'yi etkilediği gözlenmiştir (Cathers et al., 2005).

GVS'nin vestibüler alanda rehabilitasyonu için kullanılan bir çalışma, kompanse edilememiş tek taraflı vestibüler sendromlu hastaların rehabilitasyon öncesi ve sonrası GVS'nin neden olduğu salınımları, açısal olarak kıyaslamıştır. Uyarım hastanın lezyonlu kulağına 5 hafta boyunca uygulanmış, rehabilitasyon sonrası salınımların normale yaklaştığı rapor edilmiştir. Aynı çalışma düşük frekanslarda uyarım verilmesinin salınının açısal değerlerini hesaplamak için uygun olduğunu göstermiştir. Çünkü 100 Hz'den büyük veya 100 Hz'e eşit olan uyarılarda vestibüler afferentlerde ve 2. Sıra nöronlarda aktivasyon gözlemlendiği bildirilmiştir (Kleine & Grusser, 1996). Başka bir çalışmada sağ ve soldan rastgele verilen mekanik pertürbasyonda gerçekleşen salınım açısının, pertürbasyonun verildiği yöne eş zamanlı GVS uygulandığında azaldığı sonucu ortaya çıkmıştır (Scinicariello ve ark., 2001).

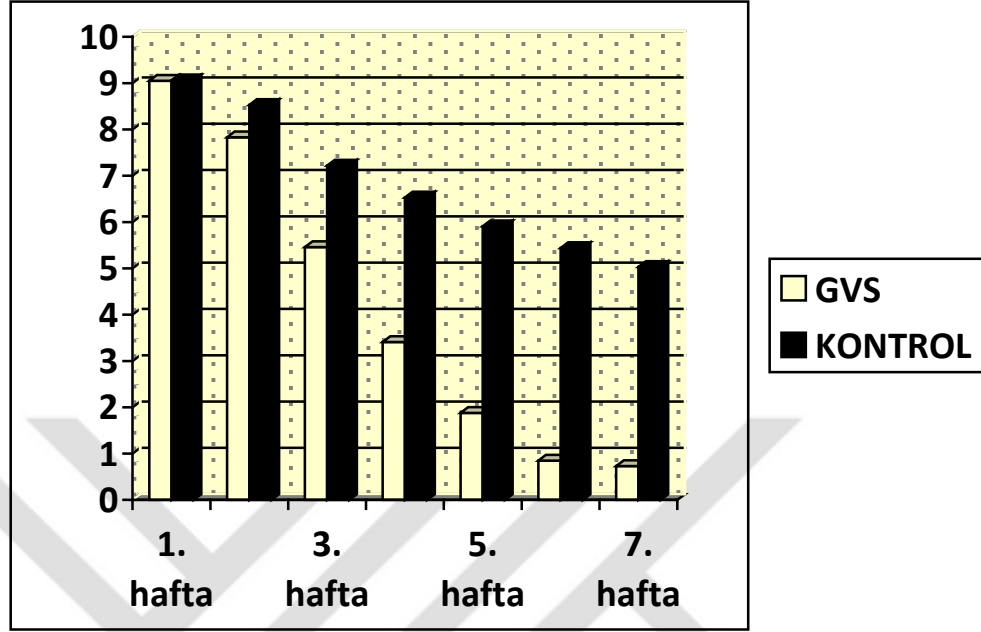
GVS ile yapılan çalışmaların hemen hemen hepsinde amaç (Brooks & Cullen, 2009; Schlosser ve ark., 2001), kişinin GVS varlığında salınım oluşturduğu ya da belirli bir yöne (anot elektrot yönüne) deviye olması amaçlandığı için düşük frekanslar kullanılmıştır (Carmona ve ark., 2011). Çalışmamız, literatürle uyumlu olup GVS'nin

sağlamış olduğu yararları objektif test yöntemleri olan kalorik test ve DOT ile ortaya koymuştur. GVS grubundaki somatosensör duyu skorları kontrol grubundan farklı olarak düzelme göstermiştir (Tablo 4.6). Bunun sebebinin, literatürde fazlaca tartışılmış olan, GVS'nin otolitik organ ve dolayısıyla vestibulospinal yol üzerindeki etkisinin daha büyük olabileceği fikrini destekler niteliktedir. Ayrıca bu çalışmanın amacı tamamen rehabilitasyon odaklı olduğundan uyarım yüksek frekans (100 Hz) değerlerinde yapılmıştır.

Literatür iyileşmenin objektif olduğu kadar subjektif değişiklik farkını da ortaya koymaktadır. Özellikle rehabilitasyon gibi seanslar şeklinde yapılan ve tekrarlayan programlarda, objektif değerler değişse bile hastanın memnuniyetsiz ayrılması klinisyenler tarafından başarı olarak kabul edilmez. Bu nedenle hastanın kendi durumunu değerlendirdiği subjektif değişiklikler birçok otör tarafından objektif değişikliğe göre daha kıymetli bulunmaktadır. Subjektif değerlendirme için kullanılan yöntemlerden bir tanesi de VAS'tır. Topuz ve arkadaşlarının yaptığı çalışma rehabilitasyona alınan katılımcıların subjektif değerleri arasındaki değişime de yer vermiştir. Çalışmaya dahil edilen katılımcıların %80'inde *Dizziness Handicap Inventory* ve VAS değerlerinde anlamlı iyileşme görülmüştür (Topuz et al., 2004).

Subjektif değişikliğin değerlendirildiği bir başka çalışmada 50 yaş ve üzeri santral orjinli veya yaşa bağlı sersemlik şikayeti olan kişilerden rastgele olarak oluşturulmuş gruplardan biri 6 hafta boyunca, haftada 2 kez kontrole çağırılmış ve rehabilitasyon programı uygulanmış; kontrol grubuna ise diğer grup ile birlikte sadece 6 hafta ve 3 ay sonra kontrole çağırılarak 5 farklı denge ölçüm yöntemi ile değerlendirilip, VAS yapılmıştır. İki grubun VAS skorları arasında istatistiksel anlamlılık çıkmasa da hastaların bir kısmı kendilerini daha iyi hissettiklerini, günlük yaşamda farklılık gördüklerini bildirmişlerdir (Hansson & Hakansson, 2004). Yaptığımız çalışmada ise hem kontrol grubunun, hem de GVS grubunun VAS değerlerinde anlamlı farklılık ortaya çıkmıştır (Tablo 4.7 ve Tablo 4.8). Değerler, katılımcıların ilk haftadan itibaren kendilerinde iyileşme gördüklerinin göstergesidir. Hatta GVS grubunda beşinci hafta ile altıncı hafta arasındaki VAS skorları arasında anlamlı farklılığın olmaması (anlamlılığa yakın $p=0,058$) rehabilitasyonun 5 hafta içinde maksimum fayda sağlar duruma getirdiğini göstermiştir (Grafik 5.1). Ayrıca bu bulgular rehabilitasyon programlarının daha kısa sürede tamamlanabileceğini de göstermiştir.

Grafik 5.1: haftalara göre her iki grubun VAS skorları ortalaması



GVS genellikle somatosensör sistemi modüle eden başın ve vücudun pozisyon bilgisini (Lund & Broberg, 1983), sensör geribildirimi (Welgampola & Colebatch, 2001; Welgampola & Day, 2006), EMG aktivitelerini (Watson & Colebatch, 1998) değiştirebilecek özelliğe sahip olduğundan elektrofizyolojik test yöntemi olarak kullanılmıştır. Muhtemelen mevcut vestibüler adaptasyon-kompansasyon egzersizleri ile problemi olan hastaların şikayetlerine çözüm bulunabilmiş olduğu için ek bir yöntem arayışı içerisine girilmemiştir. Neredeyse son yüzyıldır vestibüler fizyoloji ve onun santral sinir sistemi ile ilgili bağlantılarını araştırmaya yarayan bir uyarım metodu olan GVS'nin, rehabilitasyon amaçlı kullanımı ile ilgili literatürde sadece bir çalışmaya rastlanmıştır. Tek taraflı vestibüler lezyonu olan kişilerde vestibüler egzersiz rehabilitasyonu ile vestibüler egzersiz ve GVS rehabilitasyonunu karşılaştıran bu çalışmada, rehabilitasyon yöntemleri öncesi ve sonrası, kişilerin salınım açıları karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonunda GVS ile verilen rehabilitasyon programının daha yüz güldürücü olduğu ortaya konmuştur (Carmona ve ark., 2011). Yaptığımız çalışmada da literatürdeki çalışma ile benzer bulgular elde edilmiştir. Tek başına vestibüler egzersiz programının bile işe yaradığı tek taraflı periferik vestibüler problemi olan

hastalarda, GVS'nin de eşlik etmesi, iyileşmenin daha çok olduğunu göstermiştir (Tablo 4.9). Öyle ki başlangıçta kontrol grubunda daha iyi olan değişkenlerin (Tablo 4.4) rehabilitasyon sonrası (Tablo 4.9) GVS grup lehine değiştiği (UL zayıflık, denge skoru 4, vizüel duyu, preferans, strateji 5 ve 6, ağırlık merkezi 2,3,4,5), bunlardan bazılarının farklılığının yok olduğu (strateji 2 ve strateji 3) bazılarında ise var olan GVS grubu lehindeki farklılığın daha da arttığı (denge skoru 5 ve 6 vestibüler duyu, ağırlık merkezi 1 ve 6) görülmüştür (Tablo 4.11). GVS lehine gerçekleşen bu değişimin sebebinin hem vestibüler egzersizler ile vestibülo-oküler ve vestibülo-spinal sistemin hem de GVS'nin daha çok uyardığını düşündüğümüz vestibulospinal sistemin bir arada iyileşmesinden kaynaklanabileceği düşünülmüştür.

Gruplar arasındaki objektif test skorlarındaki değişikliğin VAS skorlarında da benzerlik gösterdiği görülmüştür. GVS grubundaki VAS skorları birinci haftadan sonra, kontrol grubundakilere kıyasla çok daha iyi çıkmıştır (Tablo 4.10). Rehabilitasyon süresince meydana gelen değişiklik yönünden bakıldığında da GVS grubundaki hastalar, kontrol grubundaki hastalara oranla kendilerini çok daha iyi hissetmişlerdir (Tablo 4.12). Tüm bu bulgular akla GVS'nin plasebo etkisi yaratıp yaratmayacağı sorusunu getirmiştir. Mastoid bölgeye uyarı verilen grup ile klavikula bölgesine uyarım verilen grubun (plasebo grubu) kıyaslandığı bir çalışmada GVS'nin plasebo etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılmıştır (Carmona ve ark., 2011). Yaptığımız bu çalışmada GVS'nin plasebo etkisine bakılmamıştır.

GVS yaklaşık 100 yılı aşkın bir süredir tinnitus terapisi için de kullanılmaktadır (Zeng ve ark., 2011). Bu terapi aslında koklear implantın yaygınlaşması ve teknolojik olarak gelişmesi ile de, çok ileri derecede işitme kaybı olan kulaklarda tinnitus terapisi için alternatif bir yöntem olarak da görülmektedir (Miyamoto ve ark., 1997). GVS, normal işiten ya da koklear implant endikasyonu taşımayan işitme engelliler için uygun bir uyarım metodudur. Tek taraflı tinnitüsü olan kişilerle yapılan çalışmalarda, tinnitüsü olan kulağa katot elektrot bağlanarak uygulanan GVS sonrasında, tinnitus şikayetinin ortadan kalktığı sonucuna ulaşılmıştır (Hatton, Erulkar, & Rosenberg, 1960; Zeng ve ark., 2011) Yaptığımız bu çalışmada, vestibüler yakınmalarının dışında 7 yıldır tinnitus şikayeti olan 44 yaşındaki erkek hasta, 3. GVS terapisi sonrası tinnitusunun geçtiğini belirtmiştir.

GVS ve migren ile yapılan araştırmalarda sayısı da oldukça azdır. Sekiz kronik baş ağrısı olan (6 migren, 2 tansiyon tipi baş ağrısı) ve sağlıklı bireyler üzerinde yapılan bir çalışmada bipolar binaural GVS ile postüral cevaplar karşılaştırılmış. Kronik baş ağrısı olan kişilerde postüral salınımın sağlıklı kişilere oranla anlamlı derecede arttığı rapor edilmiştir. Bu durum kronik baş ağrısı olanlarda vestibüler sistem etkileniminin fazla olduğu sonucunu desteklemiştir (So & Bent, 2009). Yaptığımız bu çalışmada tüm seansları bitmiş olmasına ve mevcut şikayetleri azalmasına rağmen migreni olduğu için istatistiksel değerlendirmeye dahil edilmeyen bir hasta, her GVS terapisi sonrası migren atağının olduğunu belirtmiş, terapiden 7 hafta sonra telefonda görüşülen hasta terapi bittiğinden beri vestibüler ve migren ataklarının olmadığını ifade etmiştir.

Fertilizasyon tedavisi sonrası vestibüler yakınmalar ile ilgili çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Yoğun hormon takviyesi alan kadınlarda, vestibüler yakınmalar senelerdir dikkat çekmektedir (Pincus et al., 1959). Yayımlanan bir vaka raporunda, fertilizasyon tedavi sürecine girmiş kadın hastaya önce yüksek doz östrojen (8mg/gün) sonra in vitro fertilizasyon ve embriyo transferi için *gonadotropin salgılayıcı hormon (GnRH)* ve ovulasyonu başlatmak için *follikül uyarıcı hormon (FSH)* ile *luteinleştirici hormon (LH)* verilmiş. Tedavinin başladığı tarihten 22 gün sonra hastada akut vertigo atakları gözlenmiş (Lin, ve ark., 2007). Yapılan tetkikler ile yüksek östrojen ve FSH'ın birlikte verilmesinin kalp ve damarlarda fibrinolitik etkiye sebep olduğunu göstermiştir (Di Micco ve ark., 2003; Lin ve ark., 2007). Çalışmamızda GVS grubunda yer alan katılımcılardan bir tanesi, öyküsünde 4 yıl önce fertilizasyon tedavisi gördüğünü ve tedavi sırasında başlayan vestibüler şikayetlerinin hala devam ettiğini belirtti. Hastanın düzenli GVS terapisi sonrasında şikayetlerinin azaldığı gözlenmiştir.

6. SONUÇ

GVS eski bir yöntem olmasına rağmen, fazla rağbet görmemiş olması ve dolayısıyla yaptığımız çalışmaya benzer araştırmaların bulunmaması, literatür taramasını daha uzun ve zahmetli bir hale sokmuştur. Rehabilitasyon amacı ile kullanılan çok az sayıdaki çalışmada GVS, çoğunlukla nörolojik hastalıkların tedavisinde kullanılmıştır. Sebebi bilinmeyen denge şikayeti ile KBB kliniklerine gelen hastaların rehabilitasyon programında GVS'nin kullanımına literatürde hiç rastlanmamıştır.

Geçmişten beri GVS ile ilgili sıklıkla tartışılan konulardan bir tanesi; inferior vestibüler siniri mi yoksa süperior vestibüler siniri mi ya da her ikisi birden uyarıp uyarmadığıdır. Yaptığımız çalışma, tartışılan bu sorunun cevabının bulunması için oluşturulmadığından, inferior vestibüler sinir hakkında bilgi verecek olan c-VEMP ve Video Head Impulse testleri yapılmamıştır.

Günümüze daha yakın dönemlerde ise santral sistemin, vestibüler bölgesini keşfetmeye yönelik çalışmalarda da GVS'nin rolü araştırılmaktadır. Farklı hastalıklarda santral bölgenin nasıl etkileneceğine yönelik çalışmalar geleceğe ışık tutan çalışmalar arasına girecek gibi görünmektedir. Bu çalışmanın verilerinin toplanması aşamasında, hastalardan alınan detaylı öykülere dayanarak elde edilen bazı veriler ile farklı şikayetlerde (tinnitusu, migreni olan ve fertilizasyon tedavisi görmüş kişilerde vs) çalışmalar dizayn edilebilir.

Şu zamana kadar tanı amaçlı kullanılan GVS bu çalışmada tedavi amaçlı kullanılmıştır. Rehabilitasyon sırasında kullanılan klasik yöntemlerden daha başarılı olan GVS ile rehabilitasyon, aynı zamanda daha kısa sürede tama yakın iyileşme sağlamaktadır. Tüm bu nedenlerden dolayı, GVS'nin klinikte kullanılabileceği ve hatta daha zengin çalışma grupları oluşturularak farklı vestibüler patolojiye sahip katılımcılarla, tekrarlayan çalışmalar ile desteklenirse tedavi protokolü içerisine alınabileceği düşünülmüştür.

KAYNAKLAR

- Abbas P.J., Miller, C. A. (1993). Physiology of the Auditory Vestibular System. In B. BJ (Ed.), *Head&Neck Surgery–Otolaryngology*, (1st ed., pp. 1441–1461). Philadelphia: Lippincott Company.
- Aksit, M. (1994). *Preparation of Isophonic Monosyllabic Word Lists for Speech Discrimination*. Marmara University.
- Ali, A. S., Rowen, K. a, & Iles, J. F. (2003). Vestibular actions on back and lower limb muscles during postural tasks in man. *The Journal of Physiology*, 546, 615–624. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2002.030031>
- Alpini, D. C., Cesarani, A., & Brugnoni, G. (2014). Vestibular Rehab: From Cawthorne–Cooksey to Vertigo School. In *Vertigo Rehabilitation Protocols* (p. 49). New York: Springer.
- Angelaki, D. E. (2004). Eyes on target: what neurons must do for the vestibuloocular reflex during linear motion. *Journal of Neurophysiology*, 92(1), 20–35. <https://doi.org/10.1152/jn.00047.2004>
- Angelaki, D. E., & Dickman, J. D. (2000). Spatiotemporal processing of linear acceleration: primary afferent and central vestibular neuron responses. *Journal of Neurophysiology*, 84(4), 2113–2132.
- Angelaki, D. E., Green, a M., & Dickman, J. D. (2001). Differential sensorimotor processing of vestibulo-ocular signals during rotation and translation. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 21(11), 3968–3985. <https://doi.org/21/11/3968> [pii]
- Angelaki DE, Shaikh A, D. J. (2003). *Responses of vestibular nuclei neurons during combinations of tilt and translation*. *Society for Neuroscience*.
- ANSI. (2009). *Procedures for Testing Basic Vestibular Function* (Vol. 2009). Washington, DC.
- Aw, S. T., Todd, M. J., Aw, G. E., Weber, K. P., & Halmagyi, G. M. (2008). Gentamicin vestibulotoxicity impairs human electrically evoked vestibulo-ocular reflex. *Neurology*, 71(22), 1776–1782. <https://doi.org/10.1212/01.wnl.0000335971.43443.d9>
- Baarsma, E. A., & Collewyn, H. (1975). Eye movements due to linear accelerations in the rabbit. *The Journal of Physiology*, 245(1), 227–247.

- <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1975.sp010842>
- Badke, M. B., Pyle, G. M., Shea, T., & Miedaner, J. (2002). Outcomes in vestibular ablative procedures. *Otology Neurotology Official Publication of the American Otological Society American Neurotology Society and European Academy of Otology and Neurotology*, 23(4), 504–509. <https://doi.org/10.1097/00129492-200207000-00019>
- Bai, R., Meng, H., Sato, H., Imagawa, M., Sasaki, M., & Uchino, Y. (2002). Properties of utricular-activated vestibular neurons that project to the contralateral vestibular nuclei in the cat. *Experimental Brain Research*, 147(4), 419–425. <https://doi.org/10.1007/s00221-002-1284-5>
- Baloh RW, H. V. (1990). Benign Paroxysmal Vertigo. In E. F. A. Davis (Ed.), *Clinical Neurophysiology of The Vestibular System* (pp. 205–213). Co, Philadelphia.
- Barin, K. (2006). Common Errors in ENG/VNG. Retrieved August 1, 2016, from <http://www.audiologyonline.com/articles/common-errors-in-eng-vng-978>
- Barin, K. (2008). Background and technique of caloric testing. In Jacobson GP & Shepard NT (Eds.), *Balance Function Assessment and Management* (pp. 230–252). San Diego: Plural Publishing.
- Barin, K. (2008). Background and Technique of Caloric Testing. In *Balance Function Assessment and Management* (pp. 197–252).
- Barin, K., & Ph, D. (2010). Baseline Shift and Gain Asymmetry in the Caloric Test, 1–8. Retrieved from http://www.otometrics-extranet.com/insights2_march_2010.pdf
- Barmack, N. H. (2003). Central vestibular system: Vestibular nuclei and posterior cerebellum. *Brain Research Bulletin*, 60(5–6), 511–541. [https://doi.org/10.1016/S0361-9230\(03\)00055-8](https://doi.org/10.1016/S0361-9230(03)00055-8)
- Barnes, G. R. (1980). Vestibular control of oculomotor and postural mechanisms. *Clin, Phys. Physiol. Meas.*, 1, 3–40. <https://doi.org/10.1088/0143-0815/1/1/001>
- Bath, A. P., Harris, N., & Yardley, M. P. (1998). The vestibulo-collic reflex. *Clinical Otolaryngology and Allied Sciences*, 23(5), 462–466. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2273.1998.00192.x>
- Bense, S., Stephan, T., Yousry, T. A., Brandt, T., & Dieterich, M. (2001). Multisensory cortical signal increases and decreases during vestibular galvanic stimulation (fMRI). *J Neurophysiol*, 85(2), 886–899. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11160520>

- Bent, L. R., Bolton, P. S., & Macefield, V. G. (2006). Modulation of muscle sympathetic bursts by sinusoidal galvanic vestibular stimulation in human subjects. *Experimental Brain Research*, 174(4), 701–711. <https://doi.org/10.1007/s00221-006-0515-6>
- Bent, L. R., McFadyen, B. J., French Merkle, V., Kennedy, P. M., & Inglis, J. T. (2000). Magnitude effects of galvanic vestibular stimulation on the trajectory of human gait. *Neuroscience Letters*, 279(3), 157–160. [https://doi.org/10.1016/S0304-3940\(99\)00989-1](https://doi.org/10.1016/S0304-3940(99)00989-1)
- Błaszczuk, J. W., Beck, M., & Sadowska, D. (2014). Assessment of postural stability in young healthy subjects based on directional features of posturographic data: Vision and gender effects. *Acta Neurobiologiae Experimentalis*, 74(4), 433–442.
- Bottini, G., Sterzi, R., Paulesu, E., Vallar, G., Cappa, S. F., Erminio, F., ... Frackowiak, R. S. J. (1994). Identification of the central vestibular projections in man: a positron emission tomography activation study. *Experimental Brain Research*, 99(1), 164–169. <https://doi.org/10.1007/BF00241421>
- Boyle, R., Goldberg, J. M., & Highstein, S. M. (1992). Inputs from regularly and irregularly discharging vestibular nerve afferents to secondary neurons in squirrel monkey vestibular nuclei. III. Correlation with vestibulospinal and vestibuloocular output pathways. *Journal of Neurophysiology*, 68(2), 471–484.
- Brandt, T. (2000). Management of vestibular disorders. *Journal of Neurology*, 247(7), 491–9. <https://doi.org/10.1007/s004150070146>
- Bresciani, J. P., Blouin, J., Popov, K., Bourdin, C., Sarlegna, F., Vercher, J. L., & Gauthier, G. M. (2002). Galvanic vestibular stimulation in humans produces online arm movement deviations when reaching towards memorized visual targets. *Neuroscience Letters*, 318(1), 34–38. [https://doi.org/10.1016/S0304-3940\(01\)02462-4](https://doi.org/10.1016/S0304-3940(01)02462-4)
- British Society of Audiology. (2010). Recommended procedure The caloric test. Retrieved June 27, 2016, from <https://www.thebsa.org.uk/wp-content/uploads/2014/04/Recommended-procedure-for-the-Caloric-test.pdf>
- British Society of Audiology. (2013). *Recommended Procedure Tympanometry*.
- Britton, T. C., Day, B. L., Brown, P., Rothwell, J. C., Thompson, P. D., & Marsden, C. D. (1993). Postural electromyographic responses in the arm and leg following galvanic vestibular stimulation in man. *Experimental Brain Research*, 94(1), 143–

151. <https://doi.org/10.1007/BF00230477>
- Bronstein, A. M., Gresty, M. A., & Brookes, G. B. (1991). Compensatory Otolithic Slow Phase Eye-Movement Responses to Abrupt Linear Head Motion in the Lateral Direction - Findings in Patients with Labyrinthine and Neurological Lesions. *Acta Oto-Laryngologica*, *S481*, 42–46. <https://doi.org/10.3109/00016489109131341>
- Brooks, J. X., & Cullen, K. E. (2009). Multimodal integration in rostral fastigial nucleus provides an estimate of body movement. *The Journal of Neuroscience: The Official Journal of the Society for Neuroscience*, *29*(34), 10499–10511. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1937-09.2009>
- Carmona, S., Ferrero, A., Pianetti, G., Escolá, N., Arteaga, M. V., & Frankel, L. (2011). Galvanic vestibular stimulation improves the results of vestibular rehabilitation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, *1233*(1), 1–7. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2011.06269.x>
- Cathers, I., Day, B. L., & Fitzpatrick, R. C. (2005). Otolith and canal reflexes in human standing. *The Journal of Physiology*, *563*(Pt 1), 229–34. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2004.079525>
- Cevette, M. J., Stepanek, J., Cocco, D., Galea, A. M., Pradhan, G. N., Wagner, L. S., ... Brookler, K. H. (2012). Oculo-Vestibular Recoupling Using Galvanic Vestibular Stimulation to Mitigate Simulator Sickness. *Aviation Space and Environmental Medicine*, *83*(6), 549–555. <https://doi.org/10.3357/ASEM.3239.2012>
- Coats, A. C. (1972). The Sinusoidal Galvanic Body-Sway Response. *Acta Oto-Laryngologica*, *74*(1–6), 155–162. <https://doi.org/10.3109/00016487209128436>
- Cohen, B., Yakushin, S. B., & Holstein, G. R. (2012). What does galvanic vestibular stimulation actually activate: Response. *Frontiers in Neurology*, *OCT*(January), 2011–2012. <https://doi.org/10.3389/fneur.2012.00148>
- Courjon, J. H., Precht, W., & Sirkin, D. W. (1987). Vestibular nerve and nuclei unit responses and eye movement responses to repetitive galvanic stimulation of the labyrinth in the rat. *Experimental Brain Research*, *66*(1), 41–48. <https://doi.org/10.1007/BF00236200>
- Cullen, K. E., & Minor, L. B. (2002). Semicircular canal afferents similarly encode active and passive head-on-body rotations: implications for the role of vestibular efference. *Journal of Neuroscience*, *22*(11), RC226. <https://doi.org/20026418>

- Curthoys, I. S. (2010). A critical review of the neurophysiological evidence underlying clinical vestibular testing using sound, vibration and galvanic stimuli. *Clinical Neurophysiology*, 121(2), 132–144. <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2009.09.027>
- Dai, M. J., Curthoys, I. S., & Halmagyi, G. M. (1989). Linear acceleration perception in the roll plane before and after unilateral vestibular neurectomy. *Experimental Brain Research*, 77(2), 315–328. <https://doi.org/10.1007/BF00274989>
- Day, B. L., & Fitzpatrick, R. C. (2005). Virtual head rotation reveals a process of route reconstruction from human vestibular signals. *The Journal of Physiology*, 567(Pt 2), 591–597. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2005.092544>
- Day, B. L., Séverac Cauquil, A., Bartolomei, L., Pastor, M. A., & Lyon, I. N. (1997). Human body-segment tilts induced by galvanic stimulation: a vestibularly driven balance protection mechanism. *The Journal of Physiology*, 500 (Pt 3, 661–72. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1997.sp022051>
- Deriu, F., Tolu, E., & Rothwell, J. C. (2003). A short latency vestibulomasseteric reflex evoked by electrical stimulation over the mastoid in healthy humans. *The Journal of Physiology*, 553(Pt 1), 267–279. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2003.047274>
- Di Micco, P., D’Uva, M., Romano, M., Di Micco, B., & Niglio, A. (2003). Stroke due to left carotid thrombosis in moderate ovarian hyperstimulation syndrome. *Thrombosis and Haemostasis*, 90(5), 957–960.
- Dieterich, M., Bense, S., Lutz, S., Drzezga, A., Stephan, T., Bartenstein, P., & Brandt, T. (2003). Dominance for vestibular cortical function in the non-dominant hemisphere. *Cerebral Cortex*, 13(9), 994–1007. <https://doi.org/10.1093/cercor/13.9.994>
- Dieterich, M., & Brandt, T. (2008). Functional brain imaging of peripheral and central vestibular disorders. *Brain*, 131(10), 2538–2552. <https://doi.org/10.1093/brain/awn042>
- Eckert, a M., & Gizzi, M. (1998). Video-oculography as part of the ENG battery. *British Journal of Audiology*, 32(6), 411–6. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10064423>
- Eggers, S. D. Z., & Zee, D. S. (2003). Evaluating the dizzy patient: bedside examination and laboratory assessment of the vestibular system. *Seminars in Neurology*, 23(1), 47–58. <https://doi.org/10.1055/s-2003-40751>
- Eisenman, D. J., Speers, R., & Telian, S. a. (2001). Labyrinthectomy versus vestibular

- neurectomy: long-term physiologic and clinical outcomes. *Otology & Neurotology: Official Publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology*, 22(4), 539–48.
- Enticott, J. C., O’leary, S. J., & Briggs, R. J. S. (2005). Effects of vestibulo-ocular reflex exercises on vestibular compensation after vestibular schwannoma surgery. *Otology & Neurotology: Official Publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology*, 26(2), 265–269. <https://doi.org/10.1097/00129492-200503000-00024>
- Erbek, S. H. (2012). *Sağlıklı erişkin bireylerde okuler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel (OVEMP) normal değerleri*. Başkent Üniversitesi - Sağlık Bilimleri Enstitüsü.
- Ezure, K., Cohen, M. S., & Wilson, V. J. (1983). Response of cat semicircular canal afferents to sinusoidal polarizing currents: implications for input-output properties of second-order neurons. *Journal of Neurophysiology*, 49(3), 639–648.
- Fernández, C., Lysakowski, a, & Goldberg, J. M. (1995). Hair-cell counts and afferent innervation patterns in the cristae ampullares of the squirrel monkey with a comparison to the chinchilla. *Journal of Neurophysiology*, 73(3), 1253–1269.
- Fetter, M., & Dichgans, J. (1996). Vestibular tests in evolution, II: Posturography. In R. Baloh & G. Halmagyi (Eds.), *Disorders of the Vestibular System*. (p. 256). New York: Oxford University Press.
- Fitzpatrick, R. C., Marsden, J., Lord, S. R., & Day, B. L. (2002). Galvanic vestibular stimulation evokes sensations of body rotation. *Neuroreport*, 13(18), 2379–2383. <https://doi.org/10.1097/01.wnr.0000048002.96487>
- Fitzpatrick, R. C., Wardman, D. L., & Taylor, J. L. (1999). Effects of galvanic vestibular stimulation during human walking. *Journal of Physiology (London)*, 517(3), 931–939.
- Fitzpatrick, R. C., Wardman, D. L., & Taylor, J. L. (1999). Effects of galvanic vestibular stimulation during human walking. *The Journal of Physiology*, 517 (Pt 3, 931–939. <https://doi.org/10.1111/j.1469-7793.1999.0931s.x>
- Forbes, P. A., Dakin, C. J., Geers, A. M., Vlaar, M. P., Happee, R., Siegmund, G. P., ... Blouin, J. S. (2014). Electrical vestibular stimuli to enhance vestibulo-motor output and improve subject comfort. *PLoS ONE*, 9(1).

- <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0084385>
- Fox, K. (2014). Peripheral Vestibular System.
- Fredrickson, J. M., Scheid, P., Figge, U., & Kornhuber, H. H. (1966). Vestibular nerve projection to the cerebral cortex of the rhesus monkey. *Experimental Brain Research. Experimentelle Hirnforschung. Expérimentation Cérébrale*, 2(4), 318–27. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4959658>
- Friedhelm, C. H., & Leonardo, G. C. (2006). Non-invasive brain stimulation: A new strategy to improve neurorehabilitation after stroke? *The Lancet Neurology*, 5(8), 708–712. Retrieved from <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1474442206705257>
- Fritzsche, B. (1998). Evolution of the vestibulo-ocular system. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, 119(3), 182–192. [https://doi.org/10.1016/S0194-5998\(98\)70053-1](https://doi.org/10.1016/S0194-5998(98)70053-1)
- Fukushima, K. (1991). The interstitial nucleus of Cajal in the midbrain reticular formation and vertical eye movement. *Neuroscience Research*, 10(3), 159–187. [https://doi.org/10.1016/0168-0102\(91\)90055-4](https://doi.org/10.1016/0168-0102(91)90055-4)
- Goldberg, M. E., Eggers, H. M., & Gouras, P. (1991). *The oculomotor system. Principles of neural science*. (3rd ed.). New York: Appleton & Lange.
- Goldberg, J. M. (2000). Afferent diversity and the organization of central vestibular pathways. *Experimental Brain Research*, 130(3), 277–97. <https://doi.org/10.1007/s002210050033>
- Goldberg, J. M., Desmadryl, G., Baird, R. a, & Fernández, C. (1990). The vestibular nerve of the chinchilla. IV. Discharge properties of utricular afferents. *Journal of Neurophysiology*, 63(4), 781–790.
- Goldberg, J. M., & Fernandez, C. (1971). Physiology of peripheral neurons innervating semicircular canals of the squirrel monkey. I. Resting discharge and response to constant angular accelerations. *Journal of Neurophysiology*, 34(4), 635–660.
- Goldberg, J. M., Smith, C. E., & Fernández, C. (1984). Relation between discharge regularity and responses to externally applied galvanic currents in vestibular nerve afferents of the squirrel monkey. *Journal of Neurophysiology*, 51(6), 1236–1256.
- Goldberg, M., Walker, M., & Hudspeth, A. (2012). The Vestibular System. Retrieved August 4, 2016, from <http://www.yorku.ca/harris/6265/k40.pdf>
- Gonçalves, D. U., Felipe, L., & Lima, T. M. A. (2008). Interpretation and use of caloric

- testing. *Brazilian Journal of Otorhinolaryngology*, 74(3), 440–446.
- Grewal, T., James, C., & MacEfield, V. G. (2009). Frequency-dependent modulation of muscle sympathetic nerve activity by sinusoidal galvanic vestibular stimulation in human subjects. *Experimental Brain Research*, 197(4), 379–386. <https://doi.org/10.1007/s00221-009-1926-y>
- Guerraz, M., Thilo, K. V., Bronstein, A. M., & Gresty, M. A. (2001). Influence of action and expectation on visual control of posture. *Cognitive Brain Research*, 11(2), 259–266. [https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(00\)00080-X](https://doi.org/10.1016/S0926-6410(00)00080-X)
- Gurfinkel, V. S., Ivanenko, Y. P., & Levik, Y. S. (1995). The influence of head rotation on human upright posture during balanced bilateral vibration. *Neuroreport*, 7(1), 137–140. <https://doi.org/10.1097/00001756-199512290-00033>
- Hain, T. . (2001). Anatomy and Physiology of the Normal Vestibular System. In *Antomy* (pp. 2–18).
- Hain, T. C. (2016a). Caloric Test (AKA ENG, VENG). Retrieved August 1, 2016, from http://www.dizziness-and-balance.com/testing/ENG/caloric_test.htm
- Hain, T. C. (2016b). [www.dizziness-and-balance.com](http://www.dizziness-and-balance.com/testing/ENG/caloric_test.htm). Retrieved June 28, 2016, from http://www.dizziness-and-balance.com/testing/ENG/caloric_test.htm
- Hall, C. D., Herdman, S. J., Whitney, S. L., Cass, S. P., Clendaniel, R. A., Fife, T. D., ... & Woodhouse, S. N. (2016). Treatment for Vestibular Disorders: How Does Your Physical Therapist Treat Dizziness Related to Vestibular Problems? *Whitne Journal of Neurologic Physical Therapy*, 40(2), 156–156.
- Halmagyi, G. M. (1996). History. II. Patient with vertigo. In *Disorders of the Vestibular System* (pp. 171–177).
- Hansson N. O.;Hakansson, A., E. E. ;Mansso. (2004). Effects of specific rehabilitation for dizziness among patients in primary health care. A randomized controlled trial. *Clin.Rehabil.*, 18(5), 558–565.
- Hatton, D. S., Erulkar, S. D., & Rosenberg, P. E. (1960). Some Preliminary Observations on the Effect of Galvanic Current on Tinnitus Aurium. *The Laryngoscope*, LXX(2), 123–129. <https://doi.org/10.1288/00005537-196002000-00003>
- Henriksson, N. G. (1955). An electrical method for registration and analysis of the movements of the eyes in nystagmus. *Acta Oto-Laryngologica*, 45(1), 25–41.
- Herdman, S. J. (2007). Vestibular Rehabilitation, 3rd Edition (Contemporary

- Perspectives in Rehabilitation) (pp. 504–3). Philadelphia: Davis Company.
Retrieved from <http://www.amazon.com/Vestibular-Rehabilitation-Edition-Contemporary-Perspectives/dp/0803613768>
- Herdman, S. J., Schubert, M. C., Das, V. E., & Tusa, R. J. (2003). Recovery of dynamic visual acuity in unilateral vestibular hypofunction. *Archives of Otolaryngology--Head & Neck Surgery*, 129(8), 819–824.
<https://doi.org/10.1001/archotol.129.8.819>
- Highstein, S. M., & Holstein, G. R. (2005). The Anatomy of the vestibular nuclei. *Progress in Brain Research*, 151, 157–203. [https://doi.org/10.1016/S0079-6123\(05\)51006-9](https://doi.org/10.1016/S0079-6123(05)51006-9)
- Hitier, M., Besnard, S., & Smith, P. F. (2014). Vestibular pathways involved in cognition. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 8(July), 59.
<https://doi.org/10.3389/fnint.2014.00059>
- Horak, F. B. (2009). Postural compensation for vestibular loss. *Annals of the New York Academy of Sciences.*, 1164(1), 76–81.
- Houk, J. C., Buckingham, J. T., & Barto, A. G. (2011). Models of the cerebellum and motor learning. *Behavioral and Brain Sciences*, 19(3), 368–383.
<https://doi.org/10.1017/S0140525X00081474>
- <http://droualb.faculty.mjc.edu>. (2011). Sensory. Retrieved August 17, 2016, from [http://droualb.faculty.mjc.edu/Course Materials/Physiology 101/Chapter Notes/Fall 2011/chapter_10 Fall 2011.htm](http://droualb.faculty.mjc.edu/Course%20Materials/Physiology%20101/Chapter%20Notes/Fall%202011/chapter_10%20Fall%202011.htm)
- <https://quizlet.com>. (2016). Peripheral end organs of the vestibular system.
- Hulme, O. (2010). COMPARITIVE NEUROBIOLOGY.
- Jacobson, G., Newman, C., Hunter, L., & Balzer, G. (1991). Balance Function Test Correlates of the Dizziness Handicap Inventory. *Journal of the American Academy of Audiology*, 2(4), 253–260. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1837740>
http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1837740?ordinalpos=5&itool=EntrezSystem2.PEntrez.Pubmed.Pubmed_ResultsPanel.Pubmed_DefaultReportPanel.Pubmed_RVDocSum%5Cnhttps://rightfind.copyright.com/rs-ui-web/search#jour
- James, C., & Macefield, V. G. (2010). Competitive interactions between vestibular and cardiac rhythms in the modulation of muscle sympathetic nerve activity. *Autonomic Neuroscience: Basic and Clinical*, 158(1–2), 127–131.

- <https://doi.org/10.1016/j.autneu.2010.07.005>
- James, C., Stathis, A., & MacEfield, V. G. (2010). Vestibular and pulse-related modulation of skin sympathetic nerve activity during sinusoidal galvanic vestibular stimulation in human subjects. *Experimental Brain Research*, 202(2), 291–298. <https://doi.org/10.1007/s00221-009-2131-8>
- Jerger, J. (1970). Clinical experience with impedance audiometry. *Arch Otolaryng*, 92(4), 311–324. <https://doi.org/10.1001/archotol.1970.04310040005002>
- Johansson, R., Magnusson, M., & Fransson, P. A. (1995). Galvanic Vestibular Stimulation for Analysis. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 42(3), 282–292.
- Johansson, R., Magnusson, M., & Fransson, P. A. (1995). Galvanic vestibular stimulation for analysis of postural adaptation and stability. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 42(3), 282–292. <https://doi.org/10.1109/10.364515>
- Kaga, K. (2014). Introduction:History. In *Vertigo and Balance Disorders in Children* (p. 2). Tokyo: Springer.
- Katsarkas, A. (1999). Benign Paroxysmal Vertigo (BPPV), Idiopathic Versus Posttraumatic. *Acta Otolaryngol*, 119(745), 49.
- Katsiari, E., Balatsouras, D. G., Sengas, J., Riga, M., Korres, G. S., & Xenelis, J. (2013). Influence of cochlear implantation on the vestibular function. *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 270(2), 489–495. <https://doi.org/10.1007/s00405-012-1950-6>
- Kawai, N., Ito, M., & Nozue, M. (1969). Postsynaptic influences on the vestibular non-deiters nuclei from primary vestibular nerve. *Experimental Brain Research*, 8(2), 190–200. <https://doi.org/10.1007/BF00234539>
- Kerkhoff, G., Hildebrandt, H., Reinhart, S., Kardinal, M., Dimova, V., & Utz, K. S. (2011). A long-lasting improvement of tactile extinction after galvanic vestibular stimulation: Two Sham-stimulation controlled case studies. *Neuropsychologia*, 49(2), 186–195. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.11.014>
- Kerman, I. A., Yates, B. J., & McAllen, R. M. (2000). Anatomic patterning in the expression of vestibulosympathetic reflexes. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 279(1), R109–R117.
- Kim, D. J., Yogendrakumar, V., Chiang, J., Ty, E., Wang, Z. J., & McKeown, M. J. (2013). Noisy Galvanic Vestibular Stimulation Modulates the Amplitude of EEG

- Synchrony Patterns. *PLoS ONE*, 8(7).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0069055>
- Kim, J., & Curthoys, I. S. (2004). Responses of primary vestibular neurons to galvanic vestibular stimulation (GVS) in the anaesthetised guinea pig. *Brain Research Bulletin*, 64(3), 265–271. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2004.07.008>
- Kleine, J. F., & Grusser, O. J. (1996). Responses of rat primary afferent vestibular neurons to galvanic polarization of the labyrinth. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 781, 639–641.
- Kuh, D., Bassey, E. J., Butterworth, S., Hardy, R., & Wadsworth, M. E. J. (2005). Grip strength, postural control, and functional leg power in a representative cohort of British men and women: associations with physical activity, health status, and socioeconomic conditions. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 60(2), 224–231. <https://doi.org/10.1093/gerona/60.2.224>
- Lacour, M. (2006). Restoration of vestibular function: basic aspects and practical advances for rehabilitation. *Current Medical Research and Opinion*, 22(9), 1651–1659. <https://doi.org/10.1185/030079906X115694>
- Lin, H. C., Chen, M. J., Chou, C. H., & Young, Y. H. (2007). Lateral medullary syndrome in a woman after ovulation induction. *Auris Nasus Larynx*, 34(3), 383–385. <https://doi.org/10.1016/j.anl.2007.01.004>
- Liu, S., Dickman, J. D., & Angelaki, D. E. (2011). Response dynamics and tilt versus translation discrimination in parietoinsular vestibular cortex. *Cerebral Cortex*, 21(3), 563–573. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhq123>
- Lobel, E., & Kleine, J. (1998). Functional MRI of galvanic vestibular stimulation. *Journal of Neurophysiology*, 80, 2699–2709. Retrieved from <http://jn.physiology.org/content/80/5/2699.short>
- Lobel, E., Kleine, J. F., Leroy-Willig, A., Van De Moortele, P. F., Le Bihan, D., Grusser, O. J., & Berthoz, A. (1999). Cortical areas activated by bilateral galvanic vestibular stimulation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 871, 313–323. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.1999.tb09194.x>
- Lopez, C., Blanke, O., & Mast, F. W. (2012). The human vestibular cortex revealed by coordinate-based activation likelihood estimation meta-analysis. *Neuroscience*, 212, 159–179. <https://doi.org/10.1016/j.neuroscience.2012.03.028>

- Lund, S., & Broberg, C. (1983). Effects of different head positions on postural sway in man induced by a reproducible vestibular error signal. *Acta Physiologica Scandinavica*, 117(2), 307–309. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1983.tb07212.x>
- Lund, S., & Broberg, C. (1983). Effects of different head positions on postural sway in man induced by a reproducible vestibular error signal. *Acta Physiologica Scandinavica*, 117(2), 307–309. <https://doi.org/10.1111/j.1748-1716.1983.tb07212.x>
- Lysakowski, A. (2010). Anatomy of the vestibular system. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-05283-2.00131-2>
- MacDougall, H. G., Moore, S. T., Curthoys, I. S., & Black, F. O. (2006). Modeling postural instability with Galvanic vestibular stimulation. *Experimental Brain Research*, 172(2), 208–220. <https://doi.org/10.1007/s00221-005-0329-y>
- Maison, S. F., Rosahl, T. W., Homanics, G. E., & Liberman, M. C. (2007). Functional Role of GABAergic Innervation of the Cochlea: Phenotypic Analysis of Mice Lacking GABAA $\alpha 1$, $\alpha 2$, $\alpha 5$, $\alpha 6$, $\beta 2$, $\beta 3$, or δ Receptor Subunits. *Journal of Neuroscience*, 26(40), 10315–10326. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.2395-06.2006>
- Matesz, C., Kulik, A., & B?cskai, T. (2002). Ascending and descending projections of the lateral vestibular nucleus in the frog *Rana esculenta*. *Journal of Comparative Neurology*, 444(2), 115–128. <https://doi.org/10.1002/cne.10137>
- Maurer, C., & Peterka, R. J. (2005). A new interpretation of spontaneous sway measures based on a simple model of human postural control. *J Neurophysiol*, 93(1), 189–200. <https://doi.org/10.1152/jn.00221.2004>
- Mayne, R. (1974). A systems concept of the vestibular organs. In *Vestibular System Part 2: Psychophysics, Applied Aspects and General Interpretations* (Vol. 6, pp. 517–521). <https://doi.org/10.1109/TSP.2003.823121>
- McCall, A. A., & Yates, B. J. (2011). Compensation following bilateral vestibular damage. *Frontiers in Neurology, DEC*. <https://doi.org/10.3389/fneur.2011.00088>
- Mccaslin, D. L. (2013). The Caloric Test. In *Electronystagmography/videonystagmography*. (p. 157). San Diego: Plural Publishing.
- McCaslin, D. L. (2012). *Electronystagmography/videonystagmography*. Plural

Publishing.

- McCloskey, D. I. (1978). Kinesthetic sensibility. *Physiological Reviews*, 58(4), 763–820.
- Miyamoto, R., Wynne, M., McKnight, C., & Bichey, B. (1997). Electrical Suppression of Tinnitus via Cochlear Implants. *The International Tinnitus Journal*, 3(1), 35–38. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10753361>
- Murray, K., Carroll, S., & Hill, K. (2001). Relationship between change in balance and self-reported handicap after vestibular rehabilitation therapy. *Physiotherapy Research International*, 6(4), 251–263.
- Müjdeci, B., & Dere, H. (2016). Vestibüler Tanısal Testler. *Ortadoğu Medical Journal/Ortadoğu Tıp Dergisi*, 8(1).
- Pal, S., Rosengren, S. M., & Colebatch, J. G. (2009). Stochastic galvanic vestibular stimulation produces a small reduction in sway in Parkinson's disease. *Journal of Vestibular Research: Equilibrium and Orientation*, 19(3–4), 137–142. <https://doi.org/10.3233/VES-2009-0360>
- Pan, W., Soma, R., Kwak, S., & Yamamoto, Y. (2008). Improvement of motor functions by noisy vestibular stimulation in central neurodegenerative disorders. *Journal of Neurology*, 255(11), 1657–1661. <https://doi.org/10.1007/s00415-008-0950-3>
- Pavlik, A. E., Inglis, J. T., Lauk, M., Oddsson, L., & Collins, J. J. (1999). The effects of stochastic galvanic vestibular stimulation on human postural sway. *Experimental Brain Research*, 124(3), 273–280. <https://doi.org/10.1007/s002210050623>
- Pavlou, M., & Newham, D. (2013). The Principles of Balance Treatment and Rehabilitation. In *Oxford Textbook of Vertigo and Imbalance* (pp. 2–18). <https://doi.org/10.1093/med/9780199608997.001.0001>
- Pesaran, B. (2008). www.cns.nyu.edu/~david/.../Vestibular%20lecture.ppt. Retrieved August 21, 2016, from www.cns.nyu.edu/~david/.../Vestibular lecture.ppt
- Peterka, R. J., Statler, K. D., Wrisley, D. M., & Horak, F. B. (2011). Postural compensation for unilateral vestibular loss. *Frontiers in Neurology*, SEP. <https://doi.org/10.3389/fneur.2011.00057>
- Petersen, H., Magnusson, M., & Johansson, R. (1994). Vestibular Disturbance at Frequencies Above 1 Hz Affects Human Postural Control. *Acta Otolaryngologica*, 114(March), 225–230.

<https://doi.org/10.3109/00016489409126048>

- Pincus, G., Garcia, C. R., Rock, J., Paniagua, M., Pendleton, A., Laraque, F., ... Pean, V. (1959). Effectiveness of an oral contraceptive; effects of a progestin-estrogen combination upon fertility, menstrual phenomena, and health. *Science*, 130(3367), 81–83.
- Porter, J. D., & Balaban, C. D. (1997). Connections between the vestibular nuclei and brain stem regions that mediate autonomic function in the rat. *Journal of Vestibular Research: Equilibrium & Orientation*, 7(1), 63–76. <https://doi.org/S0957427196001383> [pii]
- Porter, R. (2016). *Kan Revan İçinde.Tibbın kısa tarihi*. Metis Yayıncılık.
- Pu, F., Yang, Y., Li, D., Li, S., Li, Y., & Fan, Y. (2012). Galvanic vestibular stimulation and the ability to maintain arm-hand posture. *Aviation Space and Environmental Medicine*, 83(7), 654–659. <https://doi.org/10.3357/ASEM.3197.2012>
- Rinalduzzi, S., Cipriani, A. M., Capozza, M., & Accornero, N. (2011). Postural responses to low-intensity, short-duration, galvanic vestibular stimulation as a possible differential diagnostic procedure. *Acta Neurologica Scandinavica*, 123(2), 111–116. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0404.2010.01349.x>
- Rizzo-Sierra, C. V, Gonzalez-Castaño, A., & Leon-Sarmiento, F. E. (2014). Galvanic vestibular stimulation: a novel modulatory countermeasure for vestibular-associated movement disorders. *Archivos de Neuro-Psiquiatria*, 72(1), 72–7. <https://doi.org/10.1590/0004-282X20130182>
- Rorsman, I., Magnusson, M., & Johansson, B. B. (1999). Reduction of visuo-spatial neglect with vestibular galvanic stimulation. *Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine*, 31(2), 117–124. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2004.02.012>
- Ruhl, A., & Lamers, M. H. (2011). Experiments with Galvanic Vestibular Stimulation in Daily Activities. Retrieved from <http://www.creativeinmotion.nl/images/fulls/GVS/paper.pdf>
- Ruigrok, T. J. H., Cella, F., & Voogd, J. (1995). Connections of the lateral reticular nucleus to the lateral vestibular nucleus in the rat. An anterograde tracing study with Phaseolus vulgaris leucoagglutinin. *European Journal of Neuroscience*, 7(6), 1410–1413. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9568.1995.tb01133.x>
- Sato, F., Sasaki, H., & Mannen, H. (1988). Electron microscopic comparison of the

- terminals of two electrophysiologically distinct types of primary vestibular afferent fibers in the cat. *Neuroscience Letters*, 89(1), 7–12. [https://doi.org/10.1016/0304-3940\(88\)90472-7](https://doi.org/10.1016/0304-3940(88)90472-7)
- Sato, H., Imagawa, M., Kushiro, K., Zakir, M., & Uchino, Y. (2000). Convergence of posterior semicircular canal and saccular inputs in single vestibular nuclei neurons in cats. *Experimental Brain Research. Experimentelle Hirnforschung. Experimentation Cerebrale*, 131(3), 253–261. <https://doi.org/10.1007/s002219900309>
- Schlosser, H. G., Guldin, W. O., & Grusser, O. J. (2001). Tuning in caudal fastigial nucleus units during natural and galvanic labyrinth stimulation. *Neuroreport*, 12(7), 1443–1447. Retrieved from http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=PubMed&dopt=Citation&list_uids=11388426
- Schmidt, L., Utz, K. S., Depper, L., Adams, M., Schaadt, A.-K., Reinhart, S., & Kerkhoff, G. (2013). Now You Feel both: Galvanic Vestibular Stimulation Induces Lasting Improvements in the Rehabilitation of Chronic Tactile Extinction. *Frontiers in Human Neuroscience*, 7(March), 90. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2013.00090>
- Schneider, E., Glasauer, S., & Dieterich, M. (2002). Comparison of human ocular torsion patterns during natural and galvanic vestibular stimulation. *Journal of Neurophysiology*, 87(4), 2064–2073. <https://doi.org/10.1152/jn.00558.2001>
- Schubert, M. C., & Minor, L. B. (2004). Vestibulo-ocular physiology underlying vestibular hypofunction. *Physical Therapy*, 84(4), 373–385. <https://doi.org/Article>
- Schultz, A. B., Ashton-Miller, J. A., & Alexander, N. B. (1997). What leads to age and gender differences in balance maintenance and recovery? *Muscle & Nerve. Supplement*, 5, S60-4. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4598](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4598)
- Scinicariello, a P., Eaton, K., Inglis, J. T., & Collins, J. J. (2001). Enhancing human balance control with galvanic vestibular stimulation. *Biological Cybernetics*, 84(6), 475–480. <https://doi.org/10.1007/PL00007991>
- Serafin, M., Khateb, A., de Waele, C., Vidal, P. P., & Mühlethaler, M. (1992). Medial vestibular nucleus in the guinea-pig: NMDA-induced oscillations. *Experimental Brain Research*, 88(1), 187–192. <https://doi.org/10.1007/BF02259140>
- Séverac Cauquil, A., Faldon, M., Popov, K., Day, B. L., & Bronstein, A. M. (2003).

- Short-latency eye movements evoked by near-threshold galvanic vestibular stimulation. *Experimental Brain Research. Experimentelle Hirnforschung. Experimentation Cerebrale*, 148(3), 414–418. <https://doi.org/10.1007/s00221-002-1326-z>
- Smith, A., Beck, D. L., Petrak, M., & Bahner, C. (2012). *In the Trenches, Part 2: Videonystagmography (VNG). Trenches.*
- Snow, R., Hore, J., & Vilis, T. (1985). Adaptation of saccadic and vestibulo-ocular systems after extraocular muscle tenectomy. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 26(7), 924–931.
- So, C. W. L., & Bent, L. R. (2009). Increased vestibular contribution to posture control in individuals with chronic headache. *Journal of Vestibular Research: Equilibrium and Orientation*, 19(1–2), 49–58. <https://doi.org/10.3233/VES-2009-0340>
- Steffen, T. M., & Mollinger, L. a. (2005). Age- and gender-related test performance in community-dwelling adults. *Journal of Neurologic Physical Therapy: JNPT*, 29(4), 181–8. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16388685>
- Stephen M. Highstein Fay, R. R., & Popper, A. N. (2004). *The Vestibular System* (Vol. 19). New York: Springer. <https://doi.org/10.1007/b97280>
- Suarez, H., Arocena, M., Suarez, A., Artagaveytia, T. A. D. E., Muse, P., & Gil, J. (2003). Changes in Postural Control Parameters after Vestibular Rehabilitation in Patients with Central Vestibular Disorders. *Journal of the American Geriatrics Society*, (8), 143–147. <https://doi.org/10.1080/0036554021000028109>
- Takemura, K., & King, W. M. (2005). Vestibulo-collic reflex (VCR) in mice. *Experimental Brain Research*, 167(1), 103–107. <https://doi.org/10.1007/s00221-005-0030-1>
- Talbott, R. E. (1980). Postural reactions of dogs to sinusoidal motion in the peripheral visual field. *The American Journal of Physiology*, 239(1), R71-9. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7396042>
- Talbott, R. E., & Brookhart, R. E. (1980). A predictive model study of the visual contribution to canine postural control. *American Journal of Physiology*, 239(1), R80--R92. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7396043>
- Tax, C. M. W., Bom, A. P., Taylor, R. L., Todd, N., Cho, K. K. J., Fitzpatrick, R. C., & Welgampola, M. S. (2013). The galvanic whole-body sway response in health and disease. *Clinical Neurophysiology*, 124(10), 2036–2045.

- <https://doi.org/10.1016/j.clinph.2012.12.041>
- Telian, S. A. (1991). Physical therapy program for vestibular rehabilitation. *The American Journal of Otology*, 12(3).
- Teszler, C. B., Ben-David, J., Podoshin, L., & Sabo, E. (2000). Sonovestibular symptoms evaluated by computed dynamic posturography. *International Tinnitus Journal*, 6(2), 140–153.
- Thompson, T. L., & Amedee, R. (2009). Vertigo: a review of common peripheral and central vestibular disorders. *The Ochsner Journal*, 9(1), 20–26.
- Timothy, J., Shupert, L., & Hlavacka, F. (1995). Effect of Galvanic Vestibular Stimulation on Human Postural Responses During Support Surface Translations, 73(2).
- Tokita T, Y, I., H, M., & H., K. (1988). Labyrinthine control of upright posture in humans. In I. Y. M. H. K. H (Ed.), *Progress in Brain Research* (pp. 291–195). Amsterdam: Elsevier Ltd.
- Topuz, O., Topuz, B., Ardiç, F. N., Sarhuş, M., Ogmen, G., & Ardiç, F. (2004). Efficacy of vestibular rehabilitation on chronic unilateral vestibular dysfunction. *Clinical Rehabilitation*, 18(1), 76–83. <https://doi.org/10.1191/0269215504cr704oa>
- Utz, K. S., Dimova, V., Oppenländer, K., & Kerkhoff, G. (2010a). Electrified minds: Transcranial direct current stimulation (tDCS) and Galvanic Vestibular Stimulation (GVS) as methods of non-invasive brain stimulation in neuropsychology-A review of current data and future implications. *Neuropsychologia*, 48(10), 2789–2810. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.06.002>
- Utz, K. S., Dimova, V., Oppenländer, K., & Kerkhoff, G. (2010b). Electrified minds: Transcranial direct current stimulation (tDCS) and Galvanic Vestibular Stimulation (GVS) as methods of non-invasive brain stimulation in neuropsychology-A review of current data and future implications. *Neuropsychologia*, 48(10), 2789–2810. <https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2010.06.002>
- Utz, K. S., Korluss, K., Schmidt, L., Rosenthal, A., Oppenländer, K., Keller, I., & Kerkhoff, G. (2011). Minor adverse effects of galvanic vestibular stimulation in persons with stroke and healthy individuals. *Brain Injury: [BI]*, 25(11), 1058–1069. <https://doi.org/10.3109/02699052.2011.607789>
- Üneri, A. (2002). Vestibüler Rehabilitasyon. *Otoskop*, 2, 78–81.
- Üneri, A. (2005). Bilgisayarlı Dinamik Posturografi. In F.N. Ardiç (Ed.), *Vertigo* (pp.

- 97–108). İzmir Güven Kitabevi.
- Van Stralen, H. E., van Zandvoort, M. J. E., and Dijkerman, H. C. (2011). The role of self-touch in somatosensory and body representation disorders after stroke. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. B Biol. Sci.* 366, 3142–3152.
- Ventre-Dominey, J. (2014). Vestibular function in the temporal and parietal cortex: distinct velocity and inertial processing pathways. *Frontiers in Integrative Neuroscience*, 8, 53. <https://doi.org/10.3389/fnint.2014.00053>
- Vereeck, L., Wuyts, F., Truijen, S., & van de Heyning, P. (2008). Clinical assessment of balance: normative data, and gender and age effects. *The International Journal of Audiology*, 47(2), 67–75. Retrieved from <http://hdl.handle.net/10067/684870151162165141>
- Wardman, D. L., & Fitzpatrick, R. C. (2002). *What does galvanic vestibular stimulation stimulate? Advances In Experimental Medicine and Biology* (Vol. 508). https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0713-0_15
- Watanabe, M., Maemura, K., Kanbara, K., Tamayama, T., & Hayasaki, H. (2002). GABA and GABA receptors in the central nervous system and other organs. *International Review of Cytology: A Survey of Cell Biology Vol 213*, 1–47.
- Watson, S. R. D., & Colebatch, J. G. (1998). Vestibular-evoked electromyographic responses in soleus: A comparison between click and galvanic stimulation. *Experimental Brain Research*, 119(4), 504–510. <https://doi.org/10.1007/s002210050366>
- Welgampola, M. S., & Colebatch, J. G. (2001). Vestibulospinal reflexes: quantitative effects of sensory feedback and postural task. *Exp Brain Res*, 139(3), 345–353. <https://doi.org/10.1007/s002210100754>
- Welgampola, M. S., & Day, B. L. (2006). Craniocentric body-sway responses to 500 Hz bone-conducted tones in man. *The Journal of Physiology*, 577(Pt 1), 81–95. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.2006.115204>
- Whitney, S. L., & Sparto, P. J. (2016). Physical Therapy Principles in Rehabilitation, 29(2), 157–166. <https://doi.org/10.3233/NRE-2011-0690.Physical>
- Wilson, V. J., Zarzecki, P., Schor, R. H., Isu, N., Rose, P. K., Sato, H., ... Umezaki, T. (1999). Cortical influences on the vestibular nuclei of the cat. *Experimental Brain Research*, 125(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/s002210050651>
- Witkin HA, Lewis HB, Hertzman M, Machover K, Brentall Meisner P, W. (1946). Sex

- differences in perception. In *Gardner M, ed. Personality Through Perception, an Experimental and Clinical Study.* (p. 153). New York: Harper and Brothers Publishers.
- Wojcik, L. a, Thelen, D. G., Schultz, a. B., Ashton-Miller, J. a., & Alexander, N. B. (1999). Age and gender differences in single-step recovery from a forward fall. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 54(1), M44–M50. <https://doi.org/10.1093/gerona/54.1.M44>
- Wood, S. J., Black, F. O., MacDougall, H. G., & Moore, S. T. (2009). Electrotactile feedback of sway position improves postural performance during galvanic vestibular stimulation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1164, 492–498. <https://doi.org/10.1111/j.1749-6632.2009.03768.x>
- Woodring, S. F., Rossiter, C. D., & Yates, B. J. (1997). Pressor response elicited by nose-up vestibular stimulation in cats. *Experimental Brain Research*, 113(1), 165–168. <https://doi.org/10.1007/BF02454153>
- www.humanneurophysiology.com. (2016). Vestibular System. Retrieved August 20, 2016, from <http://www.humanneurophysiology.com/vestibularsystem.htm>
- www.otometrics.com. (2016). Videonystagmography. Retrieved September 18, 2016, from <http://www.otometrics.com/solutions/vng-eng-testing/vng-eng-testing-ics-chartr-200#support>
- Yang, Y., Pu, F., Lv, X., Li, S., Li, J., Li, D., ... Fan, Y. (2015). Comparison of postural responses to galvanic vestibular stimulation between pilots and the general populace. *BioMed Research International*, 2015. <https://doi.org/10.1155/2015/567690>
- Yardley, L., Owen, N., Nazareth, I., & Luxon, L. (1998). Prevalence and presentation of dizziness in a general practice community sample of working age people. *British Journal of General Practice*, 48(429), 1131–1135.
- Zakir, M., Kushiro, K., Ogawa, Y., Sato, H., & Uchino, Y. (2000). Convergence patterns of the posterior semicircular canal and utricular inputs in single vestibular neurons in cats. *Experimental Brain Research*, 132(2), 139–148. <https://doi.org/10.1007/s002210000336>
- Zeng, F. G., Tang, Q., Dimitrijevic, A., Starr, A., Larky, J., & Blevins, N. H. (2011). Tinnitus suppression by low-rate electric stimulation and its electrophysiological mechanisms. *Hearing Research*, 277(1–2), 61–66.

- <https://doi.org/10.1016/j.heares.2011.03.010>
- Zhang, X., Sasaki, M., Sato, H., Meng, H., Bai, R. S., Imagawa, M., & Uchino, Y. (2002). Convergence of the anterior semicircular canal and otolith afferents on cat single vestibular neurons. *Experimental Brain Research*, 147(3), 407–417. <https://doi.org/10.1007/s00221-002-1273-8>
- Zheng, Y., Horii, A., Appleton, I., Darlington, C. L., & Smith, P. F. (2001). Damage to the Vestibular Inner Ear Causes Long-Term Changes in Neuronal Nitric Oxide Synthase Expression in the Rat Hippocampus, 105(1), 1–5.
- Zink, R., Bucher, S. F., Weiss, A., Brandt, T., & Dieterich, M. (1998). Effects of galvanic vestibular stimulation on otolithic and semicircular canal eye movements and perceived vertical. *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 107(3), 200–205. [https://doi.org/10.1016/S0013-4694\(98\)00056-X](https://doi.org/10.1016/S0013-4694(98)00056-X)

EKLER

Ek-1: Bilgilendirilmiş Gönüllü Onam Formu

“Vestibüler Bozukluğu Olan Hastaların Rehabilitasyonunda Galvanik Vestibüler Stimulasyonun Etkisi” araştırması, için

Uygulanacak İşlemler: Yapılacak işlemler, bana yönelik herhangi bir tıbbi müdahale içermemektedir.

Denge sistemimiz görme, kulaktaki denge organı ve kas-iskelet sisteminin beraber koordineli bir şekilde çalışmasıyla gerçekleşmektedir. Bu üç alt sistemin düzgün çalışıp çalışmadığına dair sizi, bilgisayarlı dinamik postürografi adı verilen bir cihaz ile test edip, denge problemi tespiti halinde, rehabilitasyonunuz için galvanik vestibüler stimülasyon adı verilen başka bir cihaz ile, kulak kepçenizin arkasına düşük akımlı elektrik uyarım verilecektir. Size uygulanacak testler 1, 3 ve 6. aylarda tekrar edilecek, yapılan işlemlerin hiç biri fiziksel bir acıya ya da tahribata sebep olmayacaktır. Bu sayede; özellikle sosyal ve iş yaşamı içerisinde yaşadığınız sorunlar hakkında bilgi edinmeniz ve çözüm üretmeniz konusunda yardımcı olunacaktır.

Yapılacak işlemlerde; sizden herhangi bir ücret talep edilmeyecektir. Size de herhangi bir ücret verilmeyecektir. Bağlı bulunduğunuz sosyal güvenlik kurumundan herhangi bir ücret alınmayacaktır.

Riskler: Sizin sağlık bütünlüğünüzü etkileyecek bir uygulama ve risk bulunmamaktadır.

Elde edilen tüm verileriniz, gizlilik ilkesine bağlı kalınarak saklanacaktır. Elde edilecek veriler kamuoyuna açıklanmayacaktır. Çalışmada kullanılacak verilerinizde, isimleriniz gizli tutulacaktır.

Araştırmayla veya araştırma yöntemiyle ilgili bir değişiklik olduğunda, bu durum size zamanında iletilerek bilgilendirileceksiniz.

Size, alternatif tedavi metodları uygulanmayacaktır.

Söz konusu araştırmaya; hiçbir zorlama yapılmadan, tamamen kendi arzumu ile katılabileceğim, yine arzu ettiğim zaman çalışma grubundan çıkabileceğim, katıldığım takdirde, benden ve kurumdan ücret talep edilmeyeceği, kişisel bilgilerimin hiçbir ortamda paylaşılmayacağı, yapılan bu testlerin hiçbir zararlı etki yaratmayacağı bana açık bir şekilde anlatıldığından ve bu çalışma grubuna katılmakta sakınca görmediğimden kabul ediyorum.

Bilgilendirilmiş gönüllü olur formundaki tüm açıklamaları okudum. Bana, yukarıda konusu ve amacı belirtilen araştırma ile ilgili yazılı ve sözlü açıklama, aşağıda adı geçen uzman tarafından yapıldı. Araştırmaya gönüllü olarak katıldığımı, istediğim zaman gerekçeli veya gerekçesiz olarak araştırmadan ayrılacağımı biliyorum.

Açıklamaları Yapan:

Adı Soyadı: Didem ŞAHİN CEYLAN

Tarih:

Tel: 05303505855

İmza:

Katılımcının

Adı Soyadı:

Tarih:

Tel:

İmza:

Ek-2: Çok Heceli Kelime Listesi

HATIRA	KAPALI	DEĞERLİ	KIZILCIK	KİLİMCİ
FOTOĞRAF	MARMARA	ÇİLİNGİR	TABAKA	SİPARİŞ
HEDİYE	YASEMİN	YAKACAK	KIYMETLİ	PATLICAN
TEBEŞİR	KOLONYA	DÖNEMEÇ	CESARET	GELİNCİK
SİNEMA	KARANLIK	ELBİSE	KAHVECİ	ESİNTİ
TÜKENMEZ	BADANA	KIZAMIK	LACİVERT	MAYDANOZ
SALINCAK	KAÇAMAK	PAPATYA	KANARYA	KİTAPLIK
ODUNCU	AYDINLIK	GİYECEK	ÇANKIRI	AKASYA
HARİKA	BOYALI	GÜVERCİN	ŞİKÂyet	GEZİNTİ
BAYRAKLI	YOĞURTLU	KIVILCIM	KARAVAN	GELENEK
HAMARAT	HASTALIK	FABRİKA	BEGONYA	MAKİNA
HÜNERLİ	DEMİRCİ	ARALIK	ÖĞRENCİ	HATALI
HEMŞİRE	KULAKLIK	SEKRETER	HASTANE	EMANET
HAVADAR	OKYANUS	YASAMA	LOKANTA	GÖRENEK
PASKALYA	DOKUMA	AĞUSTOS	KARANFİL	ÇEKMECE
PARMAKLIK	HALICI	ÜNİTE	PASTANE	BEREKET
MERDİVEN	SONBAHAR	ÇAYDANLIK	DOMATES	TEDAVİ
SIRADAĞ	KAYMAKLI	TÜKETİM	SÜPÜRGE	BAHARAT
ASANSÖR	İŞİTME	OTOBÜS	KÖSTEBEK	BANKACI
COĞRAFYA	SARIYER	HARABE	ECZANE	KIRMIZI
HARİTA	LİMONLU	ÜRETİM	KANEPE	HAREKET
ARACI	ADANA	SERİNLİK	HAZİRAN	ELEMAN
PUSULA	KÖSTEBEK	POSTACI	KIVIRCIK	ETİKET
TELEFON	CEVİZLİ	DAĞITIM	SÜREKLİ	ALMANYA
ŞEKERLİ	İNDİRİM	TABURE	SANDALYE	HAZİNE
KAFADAR	FISTIKLI	TUTACAK	IHLAMUR	DERECE
YÜKSEKLİK	TARAFSIZ	GEMİCİ	ÖNERİ	SİGORTA
KİRACI	KAPLICA	EFLATUN	HATIRA	HÜRRİYET
KORKULU	ÇİÇEKLİ	DANIŞMA	DENETİM	HİKÂYE
SATILIK	AKARSU	ARKADAŞ	KELİME	SANAYİ
MÜCEVHER	AVUKAT	SARIŞIN	GELİNLİK	BEREKET
İÇEYCEK	İLİ CA	ÇİÇEKÇİ	MİSAFİR	İŞLETME
KİRALIK	GÜVENLİ	GÖZENEK	BARAKA	PASTIRMA

Ek-3: Tek Heceli Kelime Listesi 1,2,3

LİSTE-1		LİSTE-2		LİSTE-3	
1. KAS	26. DEM	1. BEŞ	26. TAM	1. AZ	26. TAÇ
2. AT	27. ROL	2. GÖZ	27. HAZ	2. BORÇ	27. SİM
3. NEY	28. OF	3. İN	28. ŞUT	3. DÜŞ	28. CENK
4. ÖÇ	29. CİNS	4. KAR	29. SAÇ	4. ET	29. KİR
5. BİR	30. GÜL	5. LAF	30. PUS	5. HÜR	30. PAZ
6. KÜF	31. EV	6. DIŞ	31. EL	6. KAZ	31. ÜS
7. SAZ	32. KIŞ	7. MUZ	32. ÇIK	7. ÇOK	32. SUÇ
8. FON	33. İL	8. AK	33. OY	8. MUŞ	33. YÜK
9. PES	34. SAĞ	9. ÖRT	34. KOK	9. OL	34. NOT
10. YÜN	35. TEST	10. ÇAT	35. VUR	10. LEŞ	35. AV
11. BEK	36. ÇİM	11. KOÇ	36. TOP	11. POT	36. ÇÖP
12. PAY	37. HOŞ	12. FAL	37. KAT	12. BAL	37. GÖZ
13. SEL	38. BOL	13. NET	38. BİL	13. TUŞ	38. MIH
14. AÇ	39. KAP	14. ŞEN	39. HEP	14. ŞEF	39. DEV
15. DÜN	40. SON	15. RUH	40. KUM	15. PEK	40. SÜT
16. KOZ	41. LÜKS	16. DAG	41. MAL	16. ÇİZ	41. RAY
17. ÜRK	42. CAY	17. TEL	42. BİN	17. FER	42. KOL
18. ZAR	43. KENT	18. KIZ	43. ARZ	18. HAT	43. GENÇ
19. BOY	44. MAÇ	19. SET	44. SİL	19. VE	44. YER
20. BAŞ	45. ÇARK	20. YIL	45. YAZ	20. TAP	45. ÇEK
21. TÜRK	46. DİZ	21. KÖK	46. DUT	21. İÇ	46. GAZ
22. YAŞ	47. HAP	22. PİL	47. SU	22. BEL	47. TAT
23. VER	48. SUS	23. ZAM	48. PAK	23. KURT	48. KOY
24. ÇAK	49. PARK	24. YIK	49. ÜÇ	24. YEM	49. DAM
25. ŞAP	50. MEST	25. BEY	50. ALT	25. ZIT	50. BOZ

Tek Heceli Kelime Listesi 4,5,6

LİSTE-4		LİSTE-5		LİSTE-6	
1. ÇAY	26. MART	1. LA V	26. PAS	1. KİR	26. KIT
2. OT	27. SUN	2. KEP	27. TİP	2. ÇAN	27. BÜK
3. FİL	28. HALK	3. DİK	28. GÖL	3. ÖL	28. VAN
4. ÖN	29. CAN	4. BİÇ	29. TERS	4. SEN	29. SERT
5. KOR	30. ÖZ	5. ÖT	30. FAY	5. KALP	30. EŞ
6. AL	31. ŞİŞ	6. SER	31. YÜK	6. AN	31. TAŞ
7. SARP	32. ES	7. BÖL	32. TÜY	7. HİÇ	32. PUL
8. TEZ	33. YOK	8. VAR	33. ÜST	8. ŞOK	33. BEN
9. DOST	34. VİNÇ	9. İP	34. KAŞ	9. FAR	34. LOP
10. KUL	35. YÖN	10. ZARF	35. CEM	10. MES	35. PUT
11. KEM	36. ÇAL	11. REY	36. DÖRT	11. KİM	36. ŞART
12. ŞIK	37. İŞ	12. MİS	37. ÇÖL	12. ÇİT	37. GÖÇ
13. BUZ	38. PEY	13. POST	38. ÜN	13. HARF	38. ÇİL
14. NAL	39. ZOR	14. AF	39. BOŞ	14. NAR	39. MART
15. SAP	40. AS	15. SAT	40. TUT	15. SÖZ	40. SAÇ
16. RAP	41. GÜN	16. YAR	41. OK	16. COP	41. YAP
17. TÜL	42. YAY	17. NEM	42. SIR	17. FİŞ	42. KÖŞK
18. CEP	43. KES	18. GİT	43. BİT	18. BAS	43. TÜM
19. TERK	44. SEV	19. ÇAR	44. CAZ	19. KOR	44. ŞAN
20. KAN	45. PİR	20. SİS	45. SOL	20. TAY	45. DÜZ
21. ŞAL	46. GAZ	21. HAN	46. YAT	21. ŞU	46. ON
22. GÜZ	47. YAS	22. PÜF	47. BAK	22. EK	47. SÜR
23. KÜP	48. BAG	23. YÜZ	48. FES	23. İZ	48. DAL
24. DİN	49. ER	24. AŞ	49. ZİL	24. KAÇ	49. CAM
25. LOŞ	50. DİL	25. RENK	50. KUR	25. LİF	50. SAF

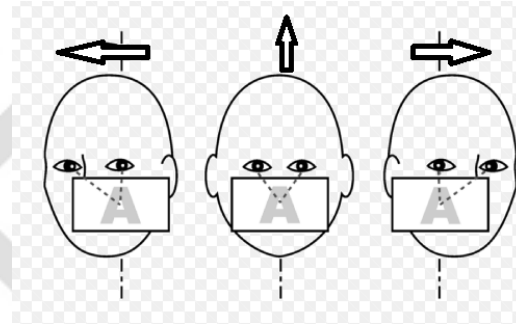
Ek-4: Vestibüler egzersizler 1,2,3,4

İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Odyoloji Bölümü Vestibüler Egzersiz Programı (Oturarak) 1

1. Sandalyede dik bir şekilde oturun. Evinizin bir duvarının çeşitli yerlerine işaretler koyun. Bu işaretlerin arasında çizgi varmış gibi düşünün ve başınız sabitken, sadece gözlerinizin hareketiyle işaretler arasında olduğunu varsaydığınız çizgileri takip edin. Bu işlemi işaret koymadan, duvarın tavan ve taban ile kesiştiği köşeleri takip ederek de yapabilirsiniz.

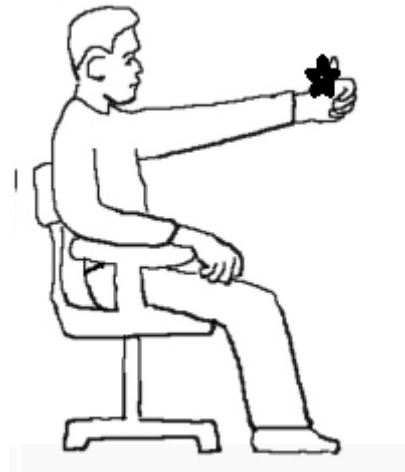
2. Sandalyede dik bir şekilde oturun ve gözlerinizi bir noktaya sabitleyin. Bu nokta ile aranızda en az 1 metre mesafe olsun. Gözlerinizi sabitlediğiniz nokta ışık açma-kapama düğmesi olabilir.

- a. gözleriniz düğmede sabitken kafanızı sağa-sola çevirin.
- b. gözleriniz düğmede sabitken kafanızı yukarı-aşağı hareket ettirin



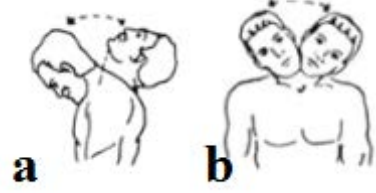
3. Sandalyede dik bir şekilde oturun. Elinize bir kalem ya da bir kağıt parçası alın. Kol boyu mesafesinde,
 - a. elinizdeki nesneyi sağa ve sola hareket ettirirken başınızı sabit tutun, sadece gözleriniz ile takip edin.
 - b. elinizdeki nesneyi yukarı-aşağı hareket ettirirken başınızı sabit tutun, sadece gözleriniz ile takip edin.

4. Sandalyede dik bir şekilde oturun. Elinize bir kalem ya da bir kağıt parçası alın. Kol boyu mesafesinde,
 - a. Gözlerinizi elinizdeki nesneden hiç ayırmayıp, nesneyi sağa hareket ettirirken başınızı sola; nesneyi sola doğru hareket ettirirken, başınızı sağa doğru çevirin.
 - b. Gözlerinizi elinizdeki nesneden hiç ayırmayıp, nesneyi yukarı hareket ettirirken başınızı aşağıya; nesneyi aşağıya doğru hareket ettirirken, başınızı yukarı doğru çevirin.



**İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Odyoloji Bölümü Vestibüler
Egzersiz Programı (Oturarak) 2**

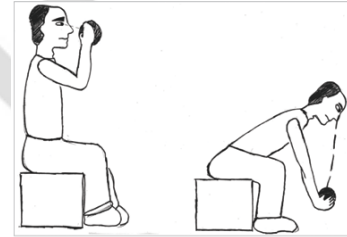
1. Sandalyeye dik bir şekilde oturun, oturma pozisyonunda iken kafanızı;
 - a. Göğsünüze ve sırtınıza değdirecek gibi bükün.
 - b. Omuzlarınıza değdirecek gibi sağa ve sola bükün.



2. Sandalyede otururken;
 - a. bir elinizdeki küçük bir topu diğer elinize atarken, gözlerinizle takip edin.
 - b. elinizdeki küçük bir topu düz bir çizgi çizerek şekilde yukarıya atıp, tekrar tutarken gözlerinizle takip edin. Topu düşürmemeye özen gösterin.



3. Sandalyede dik bir şekilde oturun. Elinize aldığınız topu ayakucunuza değdirip, sonra tekrar göz hizasına getirin. Bu sırada gözlerinizi toptan ayırmamaya özen gösterin.



4. Boyunuza göre alacağınız *Pilates* topunun üzerine oturup dizlerinizden ve ayaklarınızdan destek alarak zıplayın.
 - a. Zıplama esnasında duvarda belirlediğiniz bir işarete sabit bakınız.
 - b. Zıplama esnasında duvarda belirlediğiniz işarete bakarken başınızı sağa/sola hareket ettiriniz.
 - c. Zıplama esnasında duvarda belirlediğiniz işarete bakarken başınızı aşağı/yukarı hareket ettiriniz.
5. Sandalyede oturur pozisyonda gözleriniz sabit bir noktada iken kalkın ve tekrar oturun.
6. Sandalyede oturur pozisyondayken ayakucunuzdaki topu alın, kalkın yerinize oturun ve topu tekrara ayakucunuza bırakın.

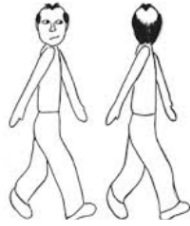
**İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Odyoloji Bölümü Vestibüler
Egzersiz Programı (Ayakta) 3**

1. Odanın köşesinde, **gözleriniz açık** ve bir noktaya bakarak ayakta durun. Eğer yorulursanız bir miktar dinlenin ve aynı işlemi gözleriniz kapalıyken de yapın.
2. Odanın köşesinde ayaktayken duvarının çeşitli yerlerine koyduğunuz işaretleri arasında çizgi varmış gibi düşünün ve başınız sabitken, sadece gözlerinizin hareketiyle işaretler arasında olduğunu varsaydığınız çizgileri takip edin. Bu işlemi işaret koymadan, duvarın tavan ve taban ile kesiştiği köşeleri takip ederek de yapabilirsiniz (CTF Eg. Prog. madde 1'in ayakta yapısını).
3. Odanın köşesinde ve ayaktayken gözlerinizi bir noktaya sabitleyin. Bu nokta ile aranızda en az 1 metre mesafe olsun. Gözlerinizi sabitlediğiniz nokta ışık açma-kapama düğmesi olabilir.
 - c. gözleriniz düğmede sabitken kafanızı sağa-sola çevirin.
 - d. gözleriniz düğmede sabitken kafanızı yukarı-aşağı hareket ettirin.
4. Odanın köşesinde ve ayakta iken, bir elinizdeki küçük bir topu diğer elinize atarken takip edin. Topu düşürmemeye özen gösterin.
5. Odanın köşesinde, **gözleriniz açık** ve bir noktaya bakarak yerinizde sayın. Eğer yorulursanız bir miktar dinlenin ve aynı işlemi gözleriniz kapalıyken de yapın.
6. Yerinizde sayma işlemini **gözleriniz açık** kendi ekseninizde sağa/sola tam turlar atacak şekilde yapın. Bu işlemi **gözleriniz kapalıyken** de uygulayın.
7. Odanın köşesinde, ayaklarınızın altına koyduğunuz yumuşak bir yastık/minder üzerinde yerinizde sayma işlemini sırasıyla;
 - a. **gözleriniz açık** bir şekilde yerinizde,
 - b. **gözleriniz açık** sağa/sola kendi ekseninizde tam tur atarak,
 - c. **gözleriniz açık** duvara yerleştirdiğiniz işaretler arasındaki çizgileri birleştirerek yapınız.
8. Odanın köşesinde, ayaklarınızın altına koyduğunuz yumuşak bir yastık/minder üzerinde yerinizde sayma işlemini sırasıyla;
 - a. **gözleriniz kapalı** bir şekilde yerinizde,
 - b. **gözleriniz kapalı** sağa/sola kendi ekseninizde tam tur atarak yapınız.

**İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Odyoloji Bölümü Vestibüler
Egzersiz Programı (Yürüyerek) 4**

1. Evinizin koridorunda tam karşınızdaki bir noktaya odaklanarak, düz bir çizgiyi takip eder gibi yürüyün.

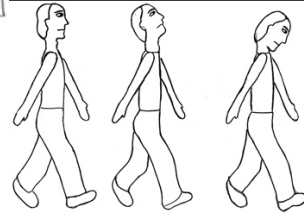
2. Evinizin koridorunda düz bir çizgiyi takip ederek başınızı sağa sola çevirerek yürüyün.



3. Evinizin koridorunda düz bir çizgi üzerinde başınızı sağa sola çevirirken elinizdeki küçük topu bir elinizden diğerine atın. Bu esnada gözlerinizi toptan ayırmayın.



4. Evinizin koridorunda düz bir çizgiyi takip ederek başınızı yukarı-aşağı çevirerek yürüyün.



5. Evinizin koridorunda düz bir çizgi üzerinde başınızı yukarı aşağı çevirirken elinizdeki küçük topu yukarı atıp tutun. Bu esnada gözlerinizi toptan ayırmayın.



6. Evinizin koridoruna aralıklarla yerleştirdiğiniz engellerin (yastık, minder vs.) üstünden atlayarak;

- a. düz bir çizgiyi takip eder gibi yürüyün.
- b. düz bir çizgiyi takip ederek başınızı sağa sola çevirerek yürüyün. başınızı sağa sola çevirirken elinizdeki küçük topu bir elinizden diğerine atın. Bu esnada gözlerinizi toptan ayırmayın.
- c. düz bir çizgiyi takip ederek başınızı yukarı-aşağı çevirerek yürüyün.
- d. düz bir çizgi üzerinde başınızı yukarı aşağı çevirirken elinizdeki küçük topu yukarı atıp tutun. Bu esnada gözlerinizi toptan ayırmayın.

Ek-5: Hasta takibi egzersiz çizelgesi

Ad-Soyad:

Grup: Kontrol / GVS

Rehabilitasyona Başlangıç Tarihi: 11.03.2016

	1. sefer	2. sefer	3. sefer	4. sefer	5. sefer
11.03.2016	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐
<u>18.03.2018'da</u>	dk ☐	dk ☐	dk ☐	dk ☐	dk ☐
<u>Randevunuz</u>	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐
12.03.2016	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐
	dk ☐	dk ☐	dk ☐	dk ☐	dk ☐
	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐
13.03.2016	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐
	dk ☐	dk ☐	dk ☐	dk ☐	dk ☐
	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐
14.03.2016	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐
	dk ☐	dk ☐	dk ☐	dk ☐	dk ☐
	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐
15.03.2016	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐
	dk ☐	dk ☐	dk ☐	dk ☐	dk ☐
	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐
16.03.2016	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐
	dk ☐	dk ☐	dk ☐	dk ☐	dk ☐
	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐
17.03.2016	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐	Yaptım ☐
	dk ☐	dk ☐	dk ☐	dk ☐	dk ☐
	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐	Yapmadım ☐

Ek-6: Tek Taraflı Periferik Vestibüler Kayıplarda Galvanik Vestibüler Stimülasyonun Etkisi Anamnez Formu

GRUP

Demografik bilgi:

Tarih: / / 20 Ad Soyad: D.tarihi/yaş:
Eğitim seviyesi Meslek: Telefon:

Anamnez:

<i>Etraf dönüyor</i>	<i>Sersemlik</i>	<i>Pozisyona bağlı</i>
<i>Taşikardi</i>	<i>Göz kararması</i>	<i>Terleme</i>
<i>Bulantı</i>	<i>Kusma</i>	<i>Dolgunluk</i>
<i>Tinnitus</i>	<i>İşitme kaybı</i>	<i>Tolerans (ışık)</i>
<i>Tolerans(ses)</i>	<i>Tolerans(koku)</i>	<i>Yol tutması</i>
<i>Migren/baş ağrısı</i>	<i>Bayılma</i>	<i>Düşme</i>
<i>Hipertansiyon</i>	<i>Hipotansiyon</i>	<i>Bel fıtığı</i>
<i>Boyun düzleşmesi</i>	<i>Diyabet</i>	<i>VB yetmezlik</i>
<i>Yakında ÜSYE</i>	<i>Stres</i>	<i>Çift görme</i>
<i>Astigmat</i>	<i>Hipermetropi</i>	<i>Miyopi</i>
<i>AMD (mklr dej)</i>	<i>Retinopati</i>	<i>Alt ekstremitte problem</i>
<i>Protez</i>	<i>Kronik hast.</i>	<i>Sp.Nistagmus</i>

Denge şikayeti

Ne zamandır?

Hangi sıklıkta?

Ne kadar sürüyor?

Pozisyona bağlı değişim?

Kronik hastalık/lar

Kullanılan ilaç/lar

REHABİLİTASYON ÖNCESİ

Kalorik test	Asimetri
	UL zayıflık

GVS	Elektrot yerleşimi		Stimulasyon özellikleri		
	Anot (hip)	Katot (dep)	mAmper	Hz	msn

Vizüel Anolog Skala 0 (VAS)

1(yok)	2	3	4	5(orta)	6	7	8	9	10(aşırı)
--------	---	---	---	---------	---	---	---	---	-----------

Verilen Egzersiz

Egzersiz	Verildi	Yaptı	Yapmadı	Tarih
Vestibüler kompensasyon egzersizleri I				
Vestibüler kompensasyon egzersizleri II				
Vestibüler kompensasyon egzersizleri III				
Vestibüler kompensasyon egzersizleri IV				

REHABİLİTASYON SONRASI

VAS 1

1(yok)	2	3	4	5(orta)	6	7	8	9	10(aşırı)
--------	---	---	---	---------	---	---	---	---	-----------

VAS 2

1(yok)	2	3	4	5(orta)	6	7	8	9	10(aşırı)
--------	---	---	---	---------	---	---	---	---	-----------

VAS 3

1(yok)	2	3	4	5(orta)	6	7	8	9	10(aşırı)
--------	---	---	---	---------	---	---	---	---	-----------

VAS 4

1(yok)	2	3	4	5(orta)	6	7	8	9	10(aşırı)
--------	---	---	---	---------	---	---	---	---	-----------

VAS 5

1(yok)	2	3	4	5(orta)	6	7	8	9	10(aşırı)
--------	---	---	---	---------	---	---	---	---	-----------

VAS 6

1(yok)	2	3	4	5(orta)	6	7	8	9	10(aşırı)
--------	---	---	---	---------	---	---	---	---	-----------

Kalorik test

Asimetri
UL zayıflık

ETİK KURUL KARARI



T.C
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
CERRAHPAŞA TIP FAKÜLTESİ DEKANLIĞI



Sayı : 83045809/604.01/ 02 - 313602
Konu:

İstanbul / /

08 Ekim 2015

Cerrahi Tıp Bilimleri Bölümü
Başkanlığına

İLGİ: 18.09.2015 tarih, 93777809-604.01.01-296397 sayılı yazınıza:

Bölümünüze bağlı Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı öğretim üyesi **Yard.Doç.Dr.Zahra POLAT**'ın danışmanlığında **Doktora Öğrencisi Ody.Uzm.Didem Şahin CEYLAN**'nın yürütücülüğünde **Prof.Dr.Haydar Murat YENER**'in yardımcılığında "**Vestibüler Bozukluğu Olan Hastaların Rehabilitasyonunda Galvanik Vestibüler Stimulasyonun Etkisi**" başlıklı **Doktora Tezi** hakkında ilgi yazınız ve ekleri **06 Ekim 2015** tarihinde toplanan Fakültemiz Klinik Araştırmalar Etik Kurulunca müzakere edilmiş olup; etik açıdan uygun olduğuna karar verilmiştir.

Bilgilerinizi, durumun adı geçen anabilim dalı başkanlığına bildirilmesini rica ederim.


 Prof.Dr. Özgür KASAPÇOPUR
 Klinik Araştırmalar Etik
 Kurulu Başkanı

İNTİHAL ORANI

VESTİBÜLER BOZUKLUĞU OLAN HASTALARIN REHABİLİTASYONUNDA GALVANİK VESTİBÜLER STİMULASYONUN ETKİSİ

Yazar Didem Şahin Ceylan

Gönderim Tarihi: 27-Eyl-2017 12:05PM (UTC+0300)

Gönderim Numarası: 853265974

Dosya adı: REHAB_L_TASYONUNDA_GALVAN_K_VEST_B_LER_ST_MULASYONUN_ETK_S.docx (308.08K)

Kelime sayısı: 22683

Karakter sayısı: 153012

VESTİBÜLER BOZUKLUĞU OLAN HASTALARIN REHABİLİTASYONUNDA GALVANİK VESTİBÜLER STİMULASYONUN ETKİSİ

ORIJINALLIK RAPORU

% **1**

BENZERLİK ENDEKSİ

% **1**

İNTERNET
KAYNAKLARI

% **1**

YAYINLAR

% **0**

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ