

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ DOKTORA PROGRAMI**

**İŞİTME KAYIPLI BİREYLERDE İŞİTME CİHAZININ DENG
FONKSİYONLARI ÜZERİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

HAZIRLAYAN

LEYLA TÜRE

DOKTORA TEZİ

ANKARA - 2023

**BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KULAK BURUN BOĞAZ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI
ODYOLOJİ DOKTORA PROGRAMI**

**İŞİTME KAYIPLI BİREYLERDE İŞİTME CİHAZININ DENG
FONKSİYONLARI ÜZERİNE ETKİSİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

HAZIRLAYAN

LEYLA TÜRE

DOKTORA TEZİ

TEZ DANIŞMANI

PROF. DR. LEVENT NACİ ÖZLÜOĞLU

ANKARA – 2023

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalı Odyoloji Doktora Programı çerçevesinde Leyla TÜRE tarafından hazırlanan bu çalışma, aşağıdaki jüri tarafından Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Savunma Tarihi: Tarih girmek için tıklayın veya dokununuz.

Tez Adı: İşitme Kayıplı Bireylerde İşitme Cihazının Denge Fonksiyonları Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

Tez Jüri Üyeleri (Unvanı, Adı - Soyadı, Kurumu)

İmza

.....	
.....	
.....	
.....	
.....	

ONAY

Enstitü Müdürü

Tarih: ... / ... /

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
DOKTORA TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Tarih: ... / ... /

Öğrencinin Adı, Soyadı: Leyla TÜRE

Öğrencinin Numarası:

Anabilim Dalı: Kulak Burun Boğaz Hastalıkları

Programı: Odyoloji

Danışmanın Unvanı/Adı, Soyadı:

Tez Başlığı: İşitme Kayıplı Bireylerde İşitme Cihazının Denge Fonksiyonları Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi

Yukarıda başlığı belirtilen Yüksek Lisans/Doktora tez çalışmamın; Giriş, Ana Bölümler ve Sonuç Bölümünden oluşan, toplam sayfalık kısmına ilişkin, ... / ... / tarihinde şahsım/tez danışmanım tarafından adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı %'dır. Uygulanan filtrelemeler:

1. Kaynakça hariç
2. Alıntılar hariç
3. Beş (5) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

“Başkent Üniversitesi Enstitüleri Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Usul ve Esaslarını” inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Öğrenci İmzası:.....

ONAY

Tarih: ... / ... /

Öğrenci Danışmanı Unvan, Ad, Soyad, İmza:

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim ve tez sürecim boyunca yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen, bilgi ve tecrübeleri ile her zaman yol gösteren ve akademik yoluma ışık tutan, öğrencisi olmaktan onur duyduğum tez danışmanım değerli hocam Başkent Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Başkanı Prof. Dr. Levent Naci ÖZLÜOĞLU'na ,

Doktora eğitimimin ilk gününden itibaren yanımda olan, bilgisi, birikimi ve donanımıyla her zaman bana yol gösteren, üzerimde çok emeği olan değerli hocam Prof. Dr.Hatice Seyra ERBEK'e,

Doktora eğitimim süresince bilgilerini ve tecrübelerini esirgemediğimiz bizimle paylaştan değerli hocam Prof. Dr. Samet Selim ERBEK'e, Başkent Üniversitesi Öğretim üyesi Doç. Dr. Işıl Öz'e ve üzerimde emeği olan tüm hocalarıma,

Tez çalışmamda katkı ve önerilerde bulunan Tez İzleme Komitesi Üyesi değerli hocam Gülhane Sağlık Bilimleri Üniversitesi Öğretim Üyesi Prof. Dr. Evren HIZAL'a, Yıldırım Beyazıt Üniversitesi Öğretim Üyesi Doç. Dr. Şule ÇEKİÇ'e,

Doktora eğitimim boyunca beraber olmaktan keyif aldığım, çok güzel anılar biriktirdiğim değerli sınıf arkadaşlarıma,

Doktora tez sonuçlarımı değerlendirirken sabırla beni dinleyen destek olan ve çalışmamın istatistiksel analizini yapan İstatistik Uzmanı sevgili Murat MUTLU'ya,

Hayatımın her aşamasında sevgilerini, manevi desteklerini esirgemeyen, beni her zaman motive eden, başarılarımla gurur duyan, şu an yanımda olamasalarda her zaman çocukları olmaktan gurur duyduğum sevgili annem Sermin ÇİLLİOĞLU ve babam Halil ÇİLLİOĞLU'na,

Doktora eğitimim boyunca manevi desteklerini esirgemeyen kayınvalidem Fatma TÜRE ve kayınpederim Mehmet Atalay TÜRE'ye,

Doktora eğitimim boyunca her zaman yanımda olan, her türlü fedakarlığı gösteren, beni her zaman motive eden biricik eşim Ahmet Çağatay TÜRE'ye, hayatıma anlam katan kızım Defne ve oğlum Batu'ya

Sevgi, saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Leyla TÜRE
2023

ÖZET

Leyla Türe. İşitme kayıplı bireylerde işitme cihazının denge fonksiyonları üzerine etkisinin değerlendirilmesi. Başkent Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı, Odyoloji Doktora Programı, 2023

Sensörinöral tip işitme kaybı olan birçok hastada beraberinde baş dönmesi ve buna bağlı vestibüler semptomlar görülebilmekle birlikte, vestibulopatiye neden olabilecek herhangi bir iç kulak veya sistemik hastalık kanıtı olmadığında da vestibüler disfonksiyonun olabileceğine ilişkin çalışmalar mevcuttur. İşitme cihazı kullanımının vestibüler semptomları belirgin olmayan hastalarda etkisi üzerine literatürde yeterli çalışma yer almamaktadır. Bu bilgiler ışığında bilateral sensörinöral işitme kaybı olan bireylerde işitme cihazı kullanımının denge fonksiyonları üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi amaçlandı. Başkent Üniversitesi İstanbul Hastanesi KBB Polikliniğine başvuran ve bilateral orta derecede sensörinöral işitme kaybı tanısı almış, 18-50 yaş aralığında olan 40 yetişkin hasta ile aynı yaş ve cinsiyet eşleştirmeli işitme kaybı olmayan 40 yetişkin gönüllü kişi çalışmaya dahil edildi. Katılımcıların tamamına, saf ses odyometri, timpanometri, videonistgmografi, Servikal-Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (cVEMP), Video Head Impulse Test (vHIT), Statik Posturografi objektif testleri uygulandı. Ayrıca baş dönmesi engellilik envanteri, uluslararası düşme etkinlik skalası ve berg denge ölçeği anketleri yapıldı. Hasta gruba Odyo vestibüler değerlendirme sonrasında kulak arkası digital işitme cihazı uygulanarak 6 ay sonra Odyo-vestibüler testler ve anket değerlendirmeleri tekrar edildi. Çalışma grubunun öncesi ve sonrası olarak karşılaştırmaları yapıldı. Sonuçlarda; cVEMP testlerinde işitme cihazı kullanımı öncesinde ve sonrasında latans süreleri karşılaştırıldığında anlamlı düzeyde farklılık gözlenmezken ($p>0,05$) amlitüd değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu tespit edildi ($p<0,01$), vHIT sonuçlarında hasta grupta işitme cihazı kullanımı öncesine göre 6. ay kontrollerde sakkadların istatistiksel olarak anlamlı düzeyde kaybolduğu gözlemlendi ($p<0,01$), Statik Postürografi testlerinde işitme cihazı kullanımı öncesinde ve işitme cihazı kullanımı sonrasında Düşme Riski açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edildi ($p<0,01$). Baş Dönmesi Engellilik Envanteri, Berg Denge Ölçeği ve Uluslararası Düşme Etkinlik Skalası sonuçlarında da istatistiksel olarak anlamlı düşme gözlemlendi (sırası ile, $p<0,01$, $p<0,01$, $p<0,01$).

Sonuç olarak işitme cihazının vestibüler fonksiyonlar üzerinde olumlu etkisi olduğu, objektif bulgularda düzelme meydana getirebileceği düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Denge, işitme kaybı, işitme cihazı, Servikal Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (cVEMP), Video Head Impulse Test (vHIT), Postürografi.



ABSTRACT

Leyla Ture. Evaluation of the effect of hearing aids on balance functions in individuals with hearing loss. Baskent University Institute of Health Sciences Department of Otorhinolaryngology, Audiology Doctorate Program, 2023

Although dizziness and related vestibular symptoms can be seen in many patients with sensorineural hearing loss, there are studies showing that vestibular dysfunction may occur even when there is no evidence of inner ear or systemic disease that may cause vestibulopathy. There are not enough studies in the literature on the effect of hearing aid use in patients without obvious vestibular symptoms. In the light of this information, the effect of hearing aid use on balance functions in individuals with bilateral sensorineural hearing loss is aimed to be evaluated. Forty adult patients aged 18-50 years, who applied to the Baskent University Istanbul Hospital ENT Outpatient Clinic and were diagnosed with bilateral moderate sensorineural hearing loss, and 40 adult volunteers with the same age and sex-matched hearing loss were included in the study. Pure tone audiometry, tympanometry, videonistgmography, Cervical-Vestibular Evoked Myogenic Potentials (c-VEMP), Video Head Impulse Test (vHIT), Static Posturography objective tests were applied to all participants. In addition, vertigo disability inventory, international fall efficiency scale and berg balance scale questionnaires were conducted. After the audio-vestibular evaluation, a behind-the-ear digital hearing aid was applied to the patient group, and the audio-vestibular tests and questionnaire evaluations were repeated after 6 months. Comparisons of the study group were made before and after. As a result; in cVEMP tests, while there is no significant difference observed at the latency times before and after the use of hearing aids ($p>0.05$) a statistically significant difference was observed between the amplitude values ($p<0.01$), in the vHIT results, it was observed that the saccades disappeared at a statistically significant level in the 6th month controls compared to the pre-use of hearing aids in the patient group ($p<0.01$), in Static Posturography tests, a statistically significant difference was observed in terms of Fall Risk before and after hearing aid use ($p<0.01$). Statistically significant decreases were also observed in the results of the Dizziness Disability Inventory, Berg Balance Scale and International Fall Efficiency Scale ($p<0.01$, $p<0.01$, $p<0.01$).

As a result, it is thought that the hearing aid has a positive effect on vestibular functions and may improve objective findings.

Keywords: Balance, hearing loss, hearing aid, Cervical Vestibular Evoked Myogenic Potentials (cVEMP), vHIT, Posturography.



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iv
İÇİNDEKİLER.....	vi
TABLolar LİSTESİ	ix
ŞEKİLLER LİSTESİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Vestibüler Sistem Anatomisi ve Fizyolojisi	4
2.1.1. Periferik vestibüler sistem	4
2.1.1.1. Utrikulus ve sacculus.....	4
2.1.1.2. Semisirküler kanallar	5
2.1.1.3. Tüylü hücreler	7
2.1.1.4. Scarpa ganglionu ve vestibüler sinir	8
2.1.2. Santral vestibüler sistem.....	9
2.1.2.1. Vestibüler nükleuslar	9
2.1.2.2. Serebellum	9
2.1.2.3. Vestibüler korteks	10
2.1.3. Vestibulooküler refleks	10
2.1.4. Vestibülospinal refleks.....	11
2.2. Videonistagmografi.....	12
2.2.1. Okülomotor testler	13
2.2.1.1. Gaze testi	13
2.2.1.2. Sakkadik test.....	13
2.2.1.3. Oküler pursuit testi	14
2.2.1.4. Optokinetik test	14
2.2.2. Pozisyonel testler	15
2.2.3. Kalorik test.....	16
2.3. Video Head Impulse Test (vHIT)	18
2.4. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP).....	19

2.5. Postürografi.....	21
2.5.1. Statik postürografi	22
2.5.2. Dinamik bilgisayarlı postürografi.....	22
2.6. İşitme Sistemi Anatomisi.....	23
2.6.1. İç kulak.....	23
2.6.2. Koklear sinir	24
2.6.3. Santral işitme yolları.....	25
2.7. Baş Dönmesi Değerlendirme Anketleri.....	25
2.7.1. Berg denge ölçeği.....	25
2.7.2. Uluslararası düşme etkinlik skalası-falls efficacy scale international (FES-I) anketi	25
2.7.3. Baş dönmesi engellilik envanteri.....	26
2.8. İşitme Cihazları.....	26
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER	30
3.1. Araştırmanın Örneklemi.....	30
3.1.3. Araştırmanın deseni	31
3.1.4. Araştırmanın değişkenleri.....	32
3.2. Veri Toplama Araçları	32
3.2.1. Video head impulse test (vHIT)	32
3.2.2. cVemp testi (servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel testi)	33
3.2.3. Statik postürografi	34
3.2.3.1. Romberg testi	34
3.2.3.2. Fukuda adımlama testi.....	35
3.2.4. Baş dönmesi değerlendirme anketleri	36
3.2.4.1. Berg denge ölçeği	36
3.2.4.2. Uluslararası düşme etkinlik skalası-falls efficacy scale international (FES-I) anketi.....	36
3.2.4.3. Baş dönmesi engellilik envanteri (DHI).....	37
3.3. İstatistiksel Değerlendirme	37
4. BULGULAR	39
5. TARTIŞMA.....	53
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	62
KAYNAKLAR.....	63

EKLER

EK 1: Araştırma Projesi Etik Kurul Onayı

EK 2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu

EK3: Uluslararası Düşme Etkinlik Skalası-Falls Efficacy Scale International (Fes-I) Anketi

EK 4: Baş Dönmesi Engellilik Envanteri

EK 5: Berg Denge Ölçeği



TABLÖLAR LİSTESİ

	Sayfa
Tablo 4.1. Katılımcıların demografik verilerinin dağılımı	39
Tablo 4.2. İşitme cihazı kullanımı öncesi gruplara göre Sağ ve Sol SSO ortalama değerlerinin karşılaştırılması	40
Tablo 4.3. İşitme cihazı kullanımı öncesi gruplara göre vHIT Sağ/Sol Kazanç, cVEMP Sağ/Sol Amplitüd ve cVEMP Sağ/ Sol P1 latans ortalama değerlerinin karşılaştırılması	41
Tablo 4.4. Kontrol ve İşitme cihazı kullanımı öncesi hasta grubunun vHIT Sağ/Sol Sakkad, BERG,DHI ve Düşme Riski (%)dağılımı parametrelerin karşılaştırılması	43
Tablo 4.5. İşitme cihazı kullanımı öncesi ve sonrası hasta grubunun SSO ortalama değerlerinin karşılaştırılması	44
Tablo 4.6. İşitme cihazı kullanımı öncesi ve sonrası gruplara göre vHIT Sağ/Sol Kazanç, cVEMP Sağ/Sol Amplitüd ve cVEMP Sağ/ Sol P1 latans ortalama değerlerinin karşılaştırılması	45
Tablo 4.7. İşitme cihazı kullanımı öncesi ve sonrası hasta grubunun vHIT Sağ/Sol Sakkad, BERG,DHI ve Düşme Riski (%)dağılımı parametrelerinin karşılaştırılması	46
Tablo 4.8. Kontrol ve işitme cihazı kullanımı sonrası hasta grubunun saf ses odyometre test parametrelerinin karşılaştırılması	49
Tablo 4.9. Kontrol ve işitme cihazı kullanımı sonrası hasta grubunun vHIT Sağ/Sol Kazanç, cVEMP Sağ/Sol Amplitüd ve cVEMP Sağ/ Sol P1 latans ortalama değerlerinin tüm parametrelerinin karşılaştırılması	50
Tablo 4.10. Kontrol ve işitme cihazı kullanımı sonrası hasta grubunun vHIT Sağ/Sol Sakkad, BERG,DHI ve Düşme Riski (%)dağılımı parametrelerin karşılaştırılması	51

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Utrikül ve sakkül	5
Şekil 2.2. Semisirküler kanalların anatomik pozisyonları.....	7
Şekil 2.3. Tip I ve tip II vestibüler tüylü hücreler.....	8
Şekil 2.4. Vestibulo-oküler refleks arkı.....	11
Şekil 2.5. Servikal ve oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel yolları ve dalga formları	21
Şekil 2.6. İşitme cihazı görselleri	28
Şekil 3.1. vHIT yapılış örneği.....	33
Şekil 3.2. İşitme cihazı kullanımı öncesi ve işitme cihazı kullanımı sonrası vHIT örneği	33
Şekil 3.3. cVEMP yerleşim örneği	34
Şekil 3.4. İşitme cihazı kullanımı öncesi ve işitme cihazı kullanımı sonrası cVEMP örneği.....	34
Şekil 3.5. Göz Açık ve Göz Kapalı Romberg Örneği.....	35
Şekil 3.6. Fukuda örneği	36
Şekil 3.7. İşitme cihazı kullanımı öncesi ve işitme cihazı kullanımı sonrası test sonuç örneği	36
Şekil 4.1. İşitme cihazı kullanımı öncesi gruplara göre sağ ve sol SSO ortalama değerleri.....	40
Şekil 4.2. İşitme cihazı kullanımı öncesi gruplara göre vHIT lateral kanal Sağ/Sol kazanç, cVEMP Sağ/Sol Amplitüd ve cVEMP Sağ/Sol P1 latans ortalama değerleri.....	42
Şekil 4.3. İşitme cihazı kullanımı öncesi gruplara göre vHIT lateral kanal Sağ/Sol Sakkad, BERG,DHI ve Düşme Riski (%)dağılımı.....	44
Şekil 4.4. İşitme cihazı kullanımı öncesi ve sonrası Sağ ve Sol SSO ortalama değerleri.....	45
Şekil 4.5. Hasta grubunda işitme cihazı kullanımı öncesi sonrası değerlerin dağılımı.....	46
Şekil 4.6. Hasta grubunda işitme cihazı kullanımı öncesi/sonrası BERG Denge ölçeği dağılımı.....	47
Şekil 4.7. Hasta grubunda işitme cihazı kullanımı öncesi/ sonrası uluslararası düşme etkinlik skalası Fes 1 dağılımı	48

Şekil 4.8.	Hasta grubunda işitme cihazı kullanımı öncesi/sonrası baş dönmesi engellik envanteri DHI dağılımı.	48
Şekil 4.9.	Hasta grubunda işitme cihazı kullanımı öncesi/sonrası Düşme Riski(%) dağılımı.	49
Şekil 4.10.	İşitme cihazı kullanımı sonrası gruplara göre Sağ ve Sol SSO ortalama değerleri.	50
Şekil 4.11.	İşitme cihazı kullanımı sonrası gruplara göre vHIT lateral kanal Sağ/ Sol kazanç, cVEMP Sağ/ Sol Amplitüd ve cVEMP Sağ/ Sol P1 latans ortalama değerleri.	51
Şekil 4.12.	İşitme cihazı kullanımı sonrası gruplara göre vHIT lateral kanal Sağ/ Sol Sakkad, BERG, FES, DHI ve Düşme Riski(%) dağılımı	52



SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

BICROS	bilateral contralateral routing of signal
BPPV	benign paroksizmal pozisyonel vertigo
BTE	(behind the ear) kulak arkası
CI	koklear implant
CROS	contralateral routing of signal
cVEMP	(cervical vestibular-evoked myogenic potential) servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel
DSP	dijital sinyal işleme
DTH	dış tüylü hücreler
ENG	elektronistagmografi
FES-I	(falls efficacy scale international) uluslararası düşme etkinlik skalası
HA	işitme cihazı
HY	hava yolu
İE	işitme engelli
İK	işitme kaybı
IK	inferior colliculus
ITC	(in the canal) kanal içi
ITE	(in The Ear) kulak içi
İTH	iç tüylü hücreler
LARP	sol anterior, sağ posterior
LL	lateral lemniscus
MGC	medial geniculate cisim
MLF	medial longitudinal fasciculus
MSS	merkezi sinir sistemi
oVEMP	(ocular vestibular -evoked myogenic potential) oküler vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel

PIVC	parieto-insular vestibular cortex
RALP	sağ anterior, sol posterior
RITE	receiver-in-the-ear
SCM	sterno kleidomastoid kas
SOC	süperior oliver kompleksteki
SSK	semisirküler kanallar
SSO	saf ses ortalaması
VEMP	vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyeller(Vestibular evoked myogenic potential)
vHIT	video baş itme testi (video head impulse test)
VNG	videonistagmografi
VOR	vestibulo-oküler refleks

1. GİRİŞ

Denge, vizüel, duyuşal ve motor fonksiyonları içeren karmaşık bir sistemdir. Denge kontrolüne katkıda bulunduğı bilinen klasik duyu sistemleri görsel, somatosensoriyel ve vestibüler sistemlerdir. Bu sistemlerden gelen bilgiler denge merkezinde toplanır, hazırlanır ve yanıtlar değerdendirilir.

İşitme başın çevresinde oluşın ses dalgalarının dış kulak, orta kulak ve iç kulak aracılığıyla işitme sinirine geçip oradan da beyin sapı ve diğerd merkezi işitme yolları aracılığı ile serebral korteksteki işitme merkezine ulaşmasıdır.

İşitme kaybı, işitme yollarındaki herhangi bir hastalığa bağılı olarak sesin işitme merkezine iletilememesi ya da işitme merkezi tarafından algılanamaması sonucu işitme fonksiyonunun kısmen veya bütünü ile bozulmasıdır.

İşitme ve denge, iç kulakta yer alan benzer yapılar tarafından yönetilir ve birbirleriyle yakından ilişkilidir. Koklea, işitme işlevini yerine getiren iç kulaktaki bir yapıdır. Koklea içindeki tüylü hücreler, titreşen ses dalgalarını mekanik enerjiye dönüştürür ve sinirsel sinyaller halinde beyne iletilir. Vestibüler sistem ise, denge işlevinden sorumlu olan bir yapıdır. Bu sistem, başın pozisyonu, hareketi ve yönü hakkında bilgi sağlar. Vestibüler sistem, başın hareketlerini kontrol ederken, işitme fonksiyonu da bu dengeyi korumada önemli bir rol oynar. Örneğın, bir kişı hareket halindeyken başını çevirdiğinde, vestibüler sistem bu hareketi algılar ve vücuttaki diğerd sistemleri hareketi takip etmek için uyarmaya başlar. İşitme fonksiyonu, bu işlemi tamamlayarak, kişinin çevreden gelen sesleri ve uyarıları algılamasını sağlar. Bu nedenle, vestibüler sistem ve işitme fonksiyonları birbirlerinden ayırlamaz ve birlikte çalışırlar (1).

İşitmenin, denge fonksiyonlarında rol oynayabileceğı fikri 1985'ten beri incelenmektedir. İşitme kaybının postüral bozuklukla bağlantılı olabileceğı literatürdeki yapılan çalışmalarla doğrulanmıştır (2,3,4).

Bu çalışmanın amacı, bilateral sensörinöral işitme kaybı olan bireylerde işitme cihazı kullanımının denge fonksiyonları üzerine etkisini değerdendirmektir.

Bu çalışmada bilateral orta derecede sensörinöral işitme kaybı olan bireylerde cihaz kullanmaya başlamadan önce ve cihaz kullanmaya başladıktan 6 ay sonraki denge sistemlerini değerlendirmek amaçlanmıştır.

Çalışmanın hipotezleri:

1.Hipotez

H0: İşitme kayıplı hastalarda işitme cihazı kullanımının vestibüler fonksiyonlara etkisi yoktur.

H1: İşitme kayıplı hastalarda işitme cihazı kullanımının vestibüler fonksiyonlara etkisi vardır.

2. Hipotez

H0:İşitme cihazı kullanımının vHIT kazançları üzerinde olumlu etkisi yoktur.

H1:İşitme cihazı kullanımının vHIT kazançları üzerinde olumlu etkisi vardır.

3.Hipotez

H0: İşitme cihazı kullanımının cVEMP latans ve amplitüd üzerinde olumlu etkisi yoktur.

H1:İşitme cihazı kullanımının cVEMP latans ve amplitüd üzerinde olumlu etkisi vardır.

3.Hipotez

H0: İşitme cihazı kullanımının statik postürografi sonuçları üzerinde olumlu etkisi yoktur.

H1: İşitme cihazı kullanımının statik postürografi sonuçları üzerinde olumlu etkisi vardır.

4.Hipotez

H0: İşitme cihazı kullanımının Berg denge ölçeği sonuçları üzerinde olumlu etkisi yoktur.

H1: İşitme cihazı kullanımının Berg denge ölçeği sonuçları üzerinde olumlu etkisi vardır.

5.Hipotez

H0: İşitme cihazı kullanımının FES 1(Falls Efficacy Scale International) anketi sonuçları üzerinde olumlu etkisi yoktur.

H1: İşitme cihazı kullanımının FES 1(Falls Efficacy Scale International) anketi sonuçları üzerinde olumlu etkisi vardır.

6.Hipotez

H0: İşitme cihazı kullanımının Baş dönmesi engellilik ölçeği (DHI) sonuçları üzerinde olumlu etkisi yoktur.

H1: İşitme cihazı kullanımının Baş dönmesi engellilik ölçeği (DHI) sonuçları üzerinde olumlu etkisi vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Vestibüler Sistem Anatomisi ve Fizyolojisi

Dengemizin sağlanmasında rol oynayan 3 sistem proprioseptif sistem, vizüel sistem ve vestibüler sistemdir. Serebellum bu 3 sistemin koordine çalışmasında rol oynar. Proprioseptif sistem, eklem kas ve tendonlardaki basınç ve gerilmeye hassas reseptörler aracılığı ile bilgi iletirken, vizüel sistem görme yolları aracılığı ile çevresel bilgiyi merkezi sinir sistemine iletir. Vestibüler sistemin reseptörleri iç kulakta bulunur ve genel olarak baş hareketleri ile oluşan uyarıyı merkeze iletir. Bu uyarılar özellikle göz kasları üzerinde etki oluşturarak göz hareketlerini düzenler(5,6).

İç kulak anatomik olarak dışta kemik labirent ve bunun içinde yerleşmiş zar labirent olmak üzere iki kısımda incelenir. Kemik labirent, işitme ile ilgili olan koklea ve denge ile ilgili olan vestibül ile kemik semisirküler kanalları içerir. Zar labirente ait kısımlardan ductus cochlearis ve bunun içinde yerleşen korti organı ses dalgalarının elektrik enerjisine çevrilmesini sağlar. Denge ile ilgili zar labirent kısımları ise vestibulumun içinde yerleşmiş olan utrikulus ve sakkulus ile kemik semisirküler kanallar içerisinde yerleşmiş zar semisirküler kanallardır. Kemik labirent ile zar labirent arasında perilemf sıvısı, zar labirent içerisinde ise endolenf sıvısı bulunur (7).

2.1.1. Periferik vestibüler sistem

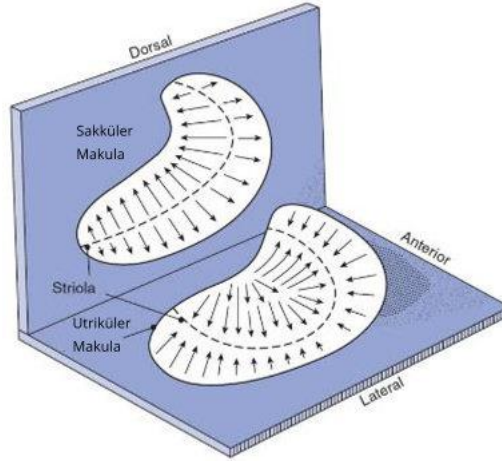
2.1.1.1. Utrikulus ve sacculus

Her ikisi de vestibulumun iç yan duvarında yerleşmiştir. Utriculus recessus elipticus adı verilen bölgede, sacculus ise recessus sphericus adı verilen bölgede yer alır. Her ikisi de başın lineer hareketlerine karşı duyarlıdır. Utrikulus ve sakkulus (Şekil 2.1) üzerinde reseptör hücre olan tüylü hücrelerin bulunduğu bölgeye makula adı verilir. Utrikulus makulası horizontal düzlemde, sakkulusun makulası ise vertikal düzlemde bulunur. Bu nedenle utrikulus öne-arkaya ve sağa sola, sakkulus ise yukarı aşağı hareketlere ve yerçekimine daha çok duyarlıdır (5,6).

Utriküler ve sakküler makulalardaki tüylü hücrelerin üzeri jelatinöz bir tabaka ile örtülüdür. Bu tabakaya otolitik membran ya da statoconial membran adı verilir. Otolitik

membranının üzerinde otolit ya da otokonya adı verilen kalsiyum karbonat kristalleri bulunur. Bu kristallerin özgül ağırlığı endolenfinkinden fazladır (2,95 g/cm³). Özgül ağırlıklar arasındaki bu fark başın lineer hareketleri sırasında kristallerin endolenfe göre daha fazla hareket etmesine ve tüylü hücrelerin stereocilialarında eğilmeye neden olur. Böylelikle baş hareketleri algılanıp elektrik enerjisine çevrilme süreci başlar. Makulalardaki bu otolitlerden dolayı utrikulus ve sakkulusa ‘otolit organlar’ adı verilir.

Utrikulus ve sakkulusun makulaları düzgün olmayan bir hatla ikiye ayrılır. Makulaları simetrik olmayan iki kısma ayıran bu hatta striola adı verilir. Striolanın her iki tarafındaki tüylü hücrelerin kinociliumları farklı tarafa doğrudur. Utrikulus makulasında kinociliumlar striolaya doğru, sakkulus makulasında ise kinociliumlar strioladan uzak tarafa doğrudur. Yani utrikulus ve sakkulusta striolanın bir tarafında eksitasyon olurken diğer tarafında inhibisyon gerçekleşir (5,6).



Şekil 2.1. Utrikul ve Sakkul (8)

2.1.1.2. Semisirküler kanallar

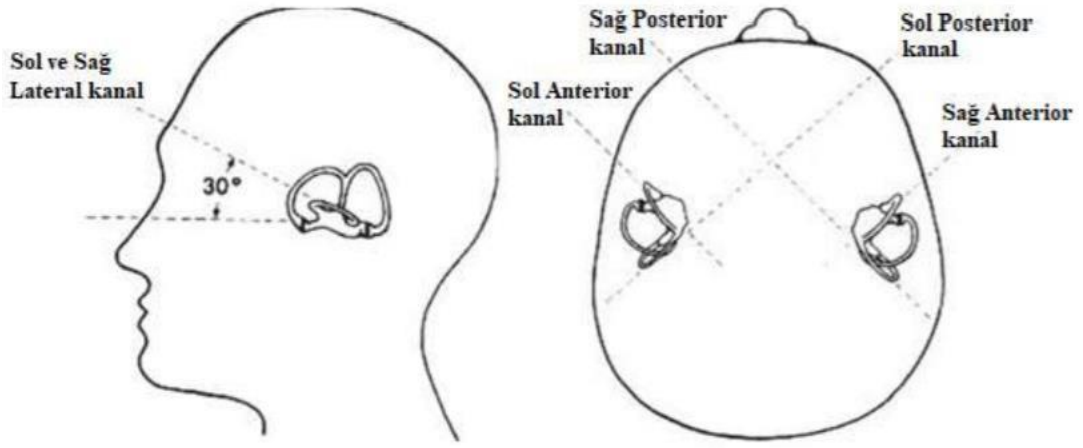
Semisirküler kanallar (SSK); vestibuluma açılan kemik SSK ve utrikulusa açılan zar SSK’lar olmak üzere iki kısımdır. Zar SSK’lar kemik SSK’lar içerisinde bulunur ve asıl fonksiyon gösteren yapılar zar SSK içerisinde yer almaktadır. Her bir tarafta 3 adet olmak üzere toplam 6 adet SSK mevcuttur. Bu kanalların isimleri Anterior (süperior), Posterior (inferior) ve lateral (horizontal) SSK’dır. Semisirküler kanalları baş bölgesinde açılal olarak yerleştiğinden dolayı başın açısal hareketlerine duyarlıdır (5,6,7).

Semisirküler kanalların her iki ucu utrikulusa açılır. Lateral kanalın ön ve arka uçları ayrı ayrı açılırken, anterior kanalın arka ucu ile posterior kanalın ön ucu birleşip birleşik krus (common krusu) oluşturur. Sonra utrikulusa açılır. Posterior ve anterior kanalların yerleşimi vertikal düzlemle 45 derecelik açı yapacak şekildedir. Yani bu iki kanal birbirine 90 derecelik açı ile yerleşmişlerdir. Lateral kanal ise ön ucu daha yukarıda olacak şekilde 30 derecelik bir açı yaparak yerleşir. Bir kulaktaki semisirküle kanallar diğer kulaktakilerle koordineli çalışır. Her iki taraftaki lateral kanal birbiriyle koordine çalışırken, bir kulaktaki anterior kanal diğer kulaktaki posterior kanal ile koordine çalışır. Belli bir baş hareketiyle bir tarafta eksitasyon olurken, karşı kulakta koordine çalıştığı kanalda inhibisyon oluşur (5,6,7,9).

Semisirküler kanalların bir ucu diğer uçlarına göre daha şişkindir, bu kısma ampulla adı verilir. Lateral kanal ve anterior kanalın ampullası önde, posterior kanalın ampullası ise arkadadır. Her bir kanalın ampullasında tüylü hücreleri içeren kabarık bir alan mevcuttur. Buraya krista ampullaris adı verilir. Krista ampullaristen yukarıya doğru uzanıp ampullanın tavanına değen jelatinöz yapıya cupula adı verilir. Tüylü hücrelerin stereociliaları cupula içerisinde uzanırlar. Stereocilialardan en uzun olanına kinocilium adı verilir ve her bir kanalda kinociliumlar belli bir yöne doğrudur. Lateral kanalda kinociliumlar utrikulus tarafındadır, anterior ve posterior kanalda ise utrikulusun uzak tarafındadır (5,6).

Semisirküler kanallar başın açısal (angular) hareketlerine karşı duyarlıdır (Şekil2.2). Her bir kanal kendi yerleşimine uygun baş hareketi ile eksite ya da inhibe olur. Lateral kanalda endolenfin utrikulusa doğru hareketi (ampullopedal-utrikulopedal) eksitasyona neden olurken, anterior ve posterior kanalda endolenfin utrikulustan uzaklaşacak şekildeki hareketi (ampullofugal-utrikulofugal) eksitasyon neden olur. Bir kanalda eksitasyon oluştuğunda koordine çalıştığı karşı kulakta inhibisyon olur.

Bir taraftaki 3 adet semisirküler kanal, utrikulus ve sakkulus periferik vestibüler sistemin end-organlarını oluştururlar. Yani her bir kulakta 5 adet olmak üzere toplam 10 adet end-organ mevcuttur (5,6) .



Şekil 2.2. Semisirküler kanalların anatomik pozisyonları(10).

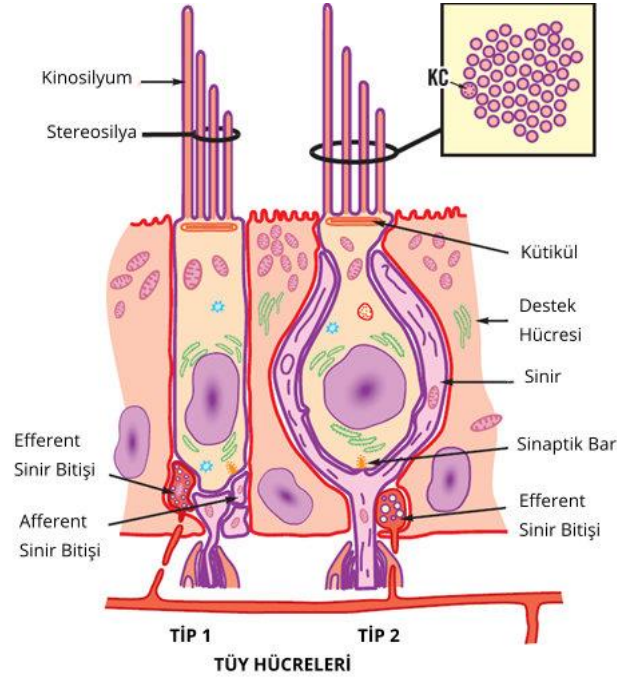
2.1.1.3. Tüylü hücreler

İç kulakta hem işitme ile hem de denge ile ilgili olarak tüylü hücreler bulunur. İşitme ile ilgili olarak Korti organında dış ve iç tüylü hücreler varken, denge ile ilgili olarak semisirküler kanalların ampullasında, otolitik organların da makulalarında Tip I ve Tip II tüylü hücreler bulunur (Şekil 2.3). Bu hücreler baş hareketi ile ilgili olarak ortaya çıkan mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çevirerek, uyarının merkezi sinir sistemine gitmesini sağlarlar. Tüylü hücrelerde kısıdan uzuna sıralanır halde yaklaşık 50 kadar stereocilia bulunur. Bunlardan en uzun ve kalın olanına kinocilium adı verilir (5).

Açısal baş hareketleriyle semisirküler kanalda oluşan endolenf akımı, lineer baş hareketiyle de otolitik organlarda oluşan otolit hareketi tüylü hücrelerin stereocilialarında eğilmeye neden olur. Bu eğilme kinosilyuma doğru ise potasyum kanalları açılarak hücre içine potasyum girer ve depolarizasyon oluşur. Kinosilyum tersi tarafa doğru eğilirse potasyum girişi azalır ve hiperpolarizasyon oluşur. Depolarizasyonla hücre eksitasyona hiperpolarizasyonla ise inhibisyona uğrar. Depolarizasyon sırasında hücre içine kalsiyum da girer ve vesiküllerden glutamat salgılanmasına neden olup, sinir hücrelerinin uyarılması sağlanır. Tüylü hücrelerden saniyede yaklaşık 90-100 kadar uyarı gönderilir. Eksitasyon durumunda bu 400'e kadar çıkabilir, inhibisyonda ise 0'a kadar iner.

Tip I hücreler kadeh şeklindedir ve daha kalın miyelinlidirler. Tip II hücreler silindir şeklinde olup ince miyelinlidirler. Tip I hücreler düzensiz ateşleme özelliğine sahip

olup ivmeli hareketlerde ön plandadır. Tip II hücreler ise düzenli ateşlemeli olup, uzamış uyaranlarda ön plandadır (5,6,7) .



Şekil 2.3. Tip I ve tip II vestibüler tüylü hücreler(11).

2.1.1.4. Scarpa ganglionu ve vestibüler sinir

Tüylü hücrelerin sinaps yaptığı sinir uçları Scarpa ganglionunda bulunan nöronların dendritleridir. Bu ganglionda meatus acusticus internusun tabanında bulunur ve yaklaşık 20000 adet bipolar nöron içerir. Bu nöronların dendritleri end organlardaki tüylü hücrelerle sinaps yaparlar, aksonları ise vestibüler siniri oluşturarak beyin sapına gider. Böylelikle tüylü hücreler tarafından oluşturulan elektrik enerjisi merkezi sinir sistemine aktarılmış olur.

Vestibüler sinir süperior ve inferior olmak üzere iki kısım olarak ilerler. Süperior ve lateral SSK, utrikulus ve sakkulun küçük bir kısmı ile bağlantı yapan nöronlar süperior vestibüler siniri, posterior SSK ve sakkulun büyük kısmı ile bağlantı yapan nöronlar ise inferior vestibüler siniri oluşturur. Süperior vestibüler sinir, inferior vestibüler sinir ve koklear sinir birlikte sekizinci kranyal sinir olan vestibulocochlearisi oluşturur ve serebellopontin köşeden geçerek beyin sapına ulaşır. Beyin sapında daha çok pons olmak üzere pons ile medulla oblongatanın birleştiği bölgeye gelirler. Koklear sinirin lifleri

koklear nükleuslara, süperior ve inferior vestibüler sinirin lifleri ise vestibüler nükleuslara ulaşır (5,7).

2.1.2. Santral vestibüler sistem

2.1.2.1. Vestibüler nükleuslar

Vestibüler sinir beyin sapında pontomedüller bileşkede bulunan vestibüler çekirdeklere ulaşarak sonlanır. Bu çekirdekler santral vestibüler sistemin başlangıç noktasıdır ve dengenin oluşmasında etkili sistemlerden de veri alarak işlemlerde en önemli yapıdır. Her iki tarafta 4 ana çekirdek ve daha çok sayıda minör çekirdekten oluşur. Ana çekirdekler süperior (Bechterew), lateral (Deiter's), medial (Schwalbe) ve inferior (Descenden) olarak isimlendirilir. Tüm end organlardan gelen lifler tüm çekirdeklere dağılır ancak semisirküler kanallardan gelenler daha çok süperior ve medial, otolitik organlardan gelenler de daha çok inferior ve lateral çekirdeklerde sonlanır.

Vestibüler nükleuslar, vestibüler end organlar dışında, serebellumdan, spinal korddan, mezensefalondan lif alır. Ayrıca vizüel sistem ile de vestibüler nükleusların bağlantılı olması, semisirküler kanalların algılayamayacağı alçak frekanslı baş hareketlerinin vizüel sistem tarafından algılanmasını ve vestibüler nükleuslara ulaşmasını sağlar. Her iki taraftaki vestibüler nükleus kompleksi de birbiriyle bağlantı kurar.

2.1.2.2. Serebellum

Serebellar korteks anterior lob, posterior lob ve flocculonodüler lob olmak üzere 3 loba ayrılır. Fonksiyonel olarak ise serebrocerebellum, spinocerebellum ve vestibülocerebellum olmak üzere 3 bölümü vardır. Serebrocerebellum lateral hemisferler tarafından oluşturulur ve hareket planlaması ve motor öğrenmede görevlidir. Spinocerebellum vermis ve intermediate zone tarafından oluşturulur ve vücut hareketlerinin düzenlenmesi, hataların düzeltilmesinden sorumludur ve proprioseptif verileri alan kısımdır. Vestibülocerebellum ise flocculonodüler lob tarafından oluşturulur, denge ve oküler reflekslerin kontrolünde görev yapar. Vestibülocerebellum, vestibüler sinirden ve vestibüler nükleuslardan lif alır, vestibüler nükleuslara lif de gönderir. Vestibülocerebellumdan vestibüler nükleuslara gelen lifler buradan, medial longitudinal

fasciculus aracılığıyla oküler motor nükleuslara gidip göz hareketlerinin koordinasyonuna katkı sağlar, vestibülospinal traktus aracılığıyla postür ve dengenin koordinasyonunu sağlar (5,7) .

2.1.2.3. Vestibüler korteks

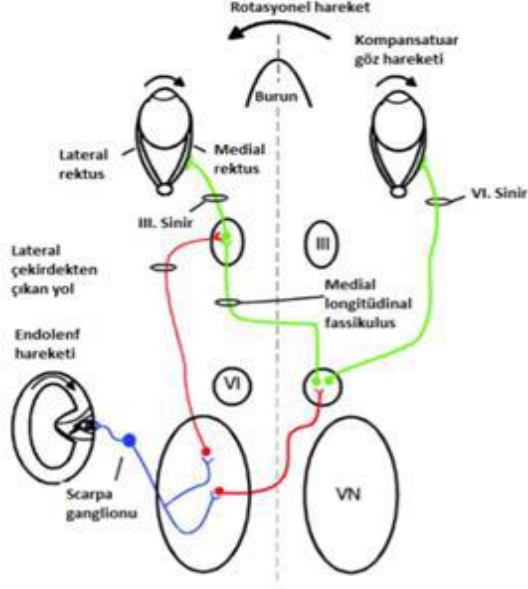
Vestibüler Korteks, diğer duyuşal korteks bölgelerinden farklı olarak bir ağ şeklinde olduğu kabul edilir. Ancak parieto-insular vestibular cortex'in (PIVC) ana bölge olduğu düşünülür. PIVC, posterior parietal bölgede, lateral sulcusun derinindeki insular kortekse yakın olarak yerleşmiştir. Vestibüler çekirdeklerden gelen lifler vestibüler kortekse ulaşmadan önce talamusta da bağlantılar yaparlar.

2.1.3. Vestibulooküler refleks

Vestibüler sistemin en önemli refleksidir ve baş hareketleri sırasında görüntülerin retinada sabit kalmasını sağlar. Bu refleksin oluşmasında 3 nöron grubu yer alır. Scarpa ganglionundaki nöronlar, end organlardan gelen uyarıyı alırlar ve birinci nöron grubunu oluştururlar. Vestibüler nükleuslardaki nöronlar ikinci gruptur ve vestibüler sinirin bağlantı yaptığı yerdir. Bu nükleuslardan kalkan lifler medial longitudinal fasciculus aracılığı ile göz hareketlerini sağlayan sinirlerin nükleuslarına ulaşır. Göz hareketlerini sağlayan sinirler olan n.oculomotorius, n.trochlearis ve n.abducens'in nükleusları da vestibulooküler refleksin (VOR) üçüncü nöron grubunu oluşturur.

VOR oluşumunda otolitik organların da etkisi olmasına rağmen ana etki semisirküler kanallardan gelen uyarı ile olur. Her bir semisirküler kanal kendi planındaki hareketi algılayarak, o harekete uygun göz hareketi yaptırır. Göz küresi 6 adet ekstraoküler kasın etkisi ile hareket eder (Şekil 2.4). 4 adet rektus kası (medial, lateral, süperior ve inferior) 2 adet de oblik kas (süperior oblik ve inferior oblik) göz küresini 4 ana yönde olduğu gibi içe ya da dışa torsiyonel hareket de yaptırırlar. Bir semisirküler kanalın uyarılması ile her iki taraftaki göz kasları kasılır ve bunlar her iki göz küresini aynı yönde hareket ettirir. Örnek olarak başımızı sağa döndürdüğümüzde sağ lateral semisirküler kanal uyarılır ve sağ tarafta okülomotor sinir uyarılıp medial rektus kası, solda da abducens siniri uyarılıp lateral rektus kası kasılır. Böylece gözler sola doğru hareket etmiş olur. Bu hareket sırasında sol taraftaki lateral semisirküler kanal inhibe olduğu için, solda medial rektus

kası, sağda da lateral rektus kası gevşeyerek gözlerin sola hareketini kolaylaştırır. Anterior ve posterior semisirküler kanalların uyarılması ile oblik kaslar da devreye girdiği için gözler de torsiyonel hareket de olur (5,7) .



Şekil 2.4. Vestibulooküler Refleks Arkı(12).

2.1.4. Vestibülospinal refleks

Vestibüler sistemin uyarılması sonucu vücut kaslarında kasılma ya da gevşeme cevabıyla ortaya çıkan bu refleks genel olarak vücudun stabilizasyonunu sağlar. Bu refleksin oluşmasında vestibüler nükleusları spinal corda bağlayan lateral vestibulospinal traktus ve medial vestibulospinal traktuslar rol oynar.

Baş hareketleri end organlar tarafından algılanır ve uyarı vestibüler çekirdeklere ulaşır. Bu uyarı lateral ve medial vestibulospinal traktuslar aracılığı ile boyun ve vücut kaslarına iletilerek uygun vücut hareketi sağlanmış olur dolayısıyla dengenin ve postürün korunması için gerekli kas hareketleri sağlanmış olur.

Vestibulokolik refleks, başı gövdenin üzerinde sabit tutmamızı sağlayan reflekstir ve genel olarak vestibüler nükleuslardan kalkan uyarıların sternokleidomastoid (SKM) ve diğer boyun kaslarına ulaşması sonucunda sağlanır.

2.2. Videonistagmografi

Videonistagmografi (VNG); vestibüler sistem değerlendirilmesinde en sık kullanılan testlerden olup nistagmusun goggle adı verilen ve infrared kamera içeren bir gözlükle incelenmesine ve kaydedilmesine olanak sağlayan bir testtir. Spontan ya da belli uyaranlarla ortaya çıkan nistagmusu incelediği için genel olarak VOR hakkında bilgi verir. Bu test elektronistagmografi (ENG) adı verilen ve elektrotlarla korneoretinal potansiyelleri algılayarak göz hareketlerinin incelenmesi şeklinde yapılan testin günümüzdeki versiyonudur. VNG; göz hareketlerinin görüntü kaydı ve tüm yönlerdeki göz hareketlerinin incelenebilmesiyle ENG'ye üstünlük kurar. Ancak gözlerin açık olmasını gerektirmesi dezavantaj olabilir (13,6).

VNG sırasında kullanılan goggle adı verilen gözlük içerdiği infrared kamera ile göz hareketlerinin izlenmesine ve kaydına, kapağının kapatılarak ışık ve dış uyaranların engellenmesine ve gerektiğinde hastanın odaklanabileceği ışığın açılmasıyla da optik fiksasyona izin verir. VNG bazı alt testlerden oluşur:

1-Okülomotor Testler

a-Gaze Testi

b-Sakkadik Test

c-Oküler Pursuit Testi

d-Optokinetik Test

2-Pozisyonel Testler

a-Statik Pozisyonel Testler

b-Dinamik Pozisyonel Testler

3-Kalorik Test

Teste genellikle hasta oturur vaziyetteyken başlanır. Işık barı göz hizasına ayarlanır ve hastadan yaklaşık 1 metre uzağa konumlandırılır. Netlik ve eksenler ayarlandıktan sonra kalibrasyon yapılır. Önce okülomotor testler yapılır (13,6).

2.2.1. Okülomotor testler

Okülomotor testler; gaze (sabit bakış) testi, sakkadik test, oküler pursuit ve optokinetik testtir.

2.2.1.1. Gaze testi

Gaze, sabit bakış demektir. Hastadan karşıya, horizontal ve vertikal düzlemde belli açılardaki ışığa sabit bakmaları istenir. Bu bakışlar sırasındaki göz hareketleri incelenir. Hedef orta hattın 20-30 derece uzakta olmalıdır. 30 dereceden fazla açı verilirse end-point nistagmus adı verilen ve normal kişilerde de görülebilen nistagmus ortaya çıkabilir.

Doğru açıda yapılan bakışlar sırasında normal kişiler hedef üzerinde sabit kalabilirler. Bir yöne bakış sırasında ortaya çıkan ve hızlı fazı bakış yönünde olan nistagmusa gaze-evoked nistagmus adı verilir ve santral hastalıklarda görülür. Beyin sapı ve serebellum hastalıklarında, merkezi sinir sistemini etkileyen ilaç kullanımlarında gaze-evoked nistagmus görülebilir. Periferik vestibüler hastalıklarda ise ortaya çıkan nistagmus bakış yönüne göre yön değiştirmez. Nistagmusun hızlı fazı yönüne doğru bakışta nistagmusun hızı artar, yavaş fazı yönüne bakışta ise nistagmusun hızı azalır. Buna Alexander Kanunu denir (13,6).

2.2.1.2. Sakkadik test

Gözlerin bir noktadan hızlıca hareket edip başka bir noktaya sabitlenmesine sakkadik hareket adı verilir. Sakkadik test sırasında hastadan ışık barında merkezden 15-20 derecelik uzaklıkta, bir sağda bir solda ya da bir yukarıda bir aşağıda olacak şekilde yanıp sönen ışıklara başını oynatmadan bakması istenir. Yaklaşık 2-3 saniyelik periyotlarla yanıp sönen ışıklar önceden tahmin edilemeyecek şekilde farklı noktalarda yanmalıdır.

Yaklaşık 1 dakika boyunca yapılan kayıt sonrasında latans, hız ve doğruluk parametreleri değerlendirilir. Latans ışığın yani görsel uyaranın ortaya çıkmasıyla göz hareketinin başlaması arasında geçen süredir. Bu süre normal kişilerde 192 ± 32 ms olarak ölçülmüştür. Latansın kısalması ya kişinin önceden tahminde bulunması ya da kalibrasyon hatası neden olur. Latansın uzaması ise dikkat eksikliği veya merkezi sinir sistemi(MSS) hastalıklarına bağlı olabilir. Hız, gözün hareketi sırasında saniyede kaç derece yol aldığını

ifade eder. Normal kişilerde 300-400 derece/sn'dir. Hızın azalması MSS'yi etkileyen ilaç kullanılması, yorgunluk, bazal ganglion hastalıkları veya serebellum hastalıklarında olabilir, artması ise kalibrasyon hatası ya da bazı göz hastalıklarında görülebilir. Asimetrik hız ise göz kaslarını inerve eden sinirlerin hastalıklarında ya da internükleer oftalmoplejide ortaya çıkabilir. Doğruluk ise gözün hedefi yakalayabilme doğruluğudur. Eğer göz hedefi aşıyorsa hipermetri ya da overshoot, hedefe erişememişse hipometri ya da undershoot adı verilir. Hipermetrik sakkad serebellum hastalıkları, ekstraoküler kasların ve bunlarla ilgili kranyal sinirlerin hastalıkları ve internükleer oftalmoplejide görülürken, hipometrik sakkad serebellum ve bazal ganglion hastalıklarında ortaya çıkabilir (13,6).

2.2.1.3. Oküler pursuit testi

Oküler pursuit testinde hareket eden bir cismin takip edilmesi sırasında ortaya çıkan göz hareketlerinin kaydı yapılır. Bu takip hareketinin kontrolü merkezi sinir sistemi tarafından yapılır. Test sırasında ışık ayarlanabilen hızda sağa ve sola doğru hareket eder ve hastadan başını hareket ettirmeden ışığı takip etmesi istenir. En sık olarak 20-40 derece/sn hızında ve 0,5 Hz frekansta test yapılır. En az 5 siklüs boyunca kayıt almakta fayda vardır.

Bu testte kazanç, faz ve simetri değerlendirmeleri yapılır. Kazanç göz hızının hedef hızına oranıdır. Bu oranın 0,8-1 arasında olması normal olarak kabul edilir. 0,2-0,8 arasındaki değerlerde diğer test sonuçlarıyla birlikte değerlendirmek gerekirken, 0,2'nin altındaki değerler genellikle MSS hastalıklarında ortaya çıkar. Faz göz ve hedef hareketi arasındaki zamansal ilişkiyi ifade eden bir terimdir. Normal kişilerde faz farkı 0 derece olur. Bu değerlendirmeler her iki göz için simetrik olması beklenir. Asimetri MSS hastalıklarında ve spontan nistagmusun şiddetli olduğu durumlarda görülebilir (13,6).

2.2.1.4. Optokinetik test

Optokinetik sistem başın yavaş hareketleri sırasında görüntülerin fovea üzerine düşmesini sağlayan sistem olarak kabul edilir. VNG sırasında hastanın belli bir yönde hareket eden seri uyarınları takip etmesi istenir. Bu uyarınlarda ışık barı üzerindeki ışık uyarınlara olabildiği gibi farklı renkteki şeritler de olabilir. Önce bir tarafa sonra diğer tarafa doğru hareket sırasında ayrı ayrı kayıt alınır. Hasta gözleriyle uyarınlardan birini

belli bir süre takip edip, pursuit hareketi yapıp, sonraki uyarana doğru sakkad hareketi yapar. Yani uyaranların aktığı tarafa doğru yavaş fazı, diğer tarafa doğru hızlı fazı olan bir göz hareketi yapar.

Test sırasında uyarani 20-40 derece/sn hızında ayarlamak en uygunudur. Her iki yöne doğru ayrı ayrı 1 dakikalık kayıtlar alınması gerekir. Test sonucunda değerlendirilen parametreler kazanç ve fazdır. Kazanç göz hızının hedef hızına oranıdır ve 0,5'den büyük olması normal olarak kabul edilir. Faz ise hedef ve göz hareketlerinin zamansal ilişkisidir, 0 derece olması beklenir. Kazancın düşmesi genel olarak MSS hastalıklarında görülür. Akut vestibüler hastalıklarda eğer hastada spontan nistagmus varsa, bu nistagmusun yavaş fazı yönüne doğru akan uyaranlarda optokinetik test sırasında nistagmusun şiddeti artar. Spontan nistagmusun hızlı fazı yönüne doğru akan uyaranlarda ise nistagmusun şiddeti azalır. (13,6).

2.2.2. Pozisyonel testler

Belli baş ve gövde pozisyonları sırasında oluşan göz hareketlerinin kaydıdır. Hasta sabit bir pozisyondayken yapılan VNG kaydına 'Statik Pozisyonel Testler', bir pozisyondayken başka bir pozisyona geçmesi ile ortaya çıkan göz hareketlerinin incelenmesine de 'Dinamik Pozisyonel Testler' adı verilir. Statik pozisyonlar olarak hasta oturur pozisyonda baş karşıya, sağa ve sola çevrili iken, hasta sırt üstü yatar pozisyonda baş yukarı, sağa ve sola çevrili iken, baş ve gövde birlikte sağa ve sola çevrili iken, baş sedyenin kenarından sarkmış pozisyonda sağa ve sola çevrili iken kayıt yapılır. Her bir pozisyonda gözlerin kapalı olarak test yapılması görsel süpresyonu ortadan kaldırmak için önerilir. Belli bir pozisyonda iken ortaya çıkan nistagmusun yön değiştirmesi, en az 3 pozisyonda 3 dereceden büyük nistagmus görülmesi ve tek pozisyonda 6 dereceden büyük nistagmus görülmesi patolojik kabul edilir. Statik pozisyonlar sırasında ortaya çıkan patolojiler hem periferik hem santral vestibüler hastalıklarda ortaya çıkabilir.

Dinamik pozisyonel testler genel olarak benign paroksizmal pozisyonel vertigo (BPPV) tanısı için yapılır. BPPV tanısı için kullanılan manevralar sırasında VNG kaydı almak gözün torsiyonel hareketlerinin de saptanmasını sağlayacağı için çıplak gözle yapılan manevralara göre oldukça faydalıdır. Bu amaçla en sık olarak Dix-Hallpike testi ve Supine Roll testi yapılır. Dix-Hallpike testi posterior kanal BPPV'si için kullanılır ve hasta

oturur durumda iken baş test edilecek posterior kanal tarafına doğru 45 derece çevrilir. Ani olarak hasta yatırılır ve başın sedyenin kenarından sarkması sağlanır. Bu sırada ortaya çıkan nistagmus incelenir. Eğer hastada posterior kanal BPPV'si varsa birkaç saniyelik latent dönemden sonra göz kutbunun yukarısına vuran torsiyonel nistagmus görülür. Torsiyonel nistagmus yere doğru olduğundan dolayı geotropik nistagmus olarak tanımlanır. Eğer anterior kanal BPPV'si varsa Dix-Hallpike testi sırasında aşağı vuran torsiyonel nistagmus görülür ve bu durumda torsiyonun yönü yerden uzaklaşacak şekilde olduğundan dolayı ageotropik nistagmus olarak isimlendirilir. Hasta tekrar oturur vaziyete getirildiğinde ters yönde nistagmus ortaya çıkar ve buna *reverse* nistagmus adı verilir.

Supin roll testi lateral kanal BPPV'sinin tanısı amacıyla kullanılır. Bu testte hasta supin pozisyonda yatar ve baş 30 derece fleksiyondadır. Hastanın başı hızlıca sağa ve sola doğru sırasıyla çevrilir. Eğer horizontal kanalda kanalolithiasis varsa baş her iki tarafa çevrildiğinde de geotropik horizontal nistagmus görülür ve hasta tarafa çevrildiğinde daha şiddetlidir. Horizontal kanal kupulolithiasis varlığında ise her iki tarafa çevrildiğinde de ageotropik horizontal nistagmus görülür ve sağlam tarafa çevrildiğinde daha şiddetlidir.

2.2.3. Kalorik test

Dış kulak yoluna sıcak ve soğuk uygulanması şeklinde yapılan bu test oldukça eski ve değerli bir testtir. Dış kulak yolundaki ısı değişikliklerinin orta kulak aracılığı ile lateral kanalda endolenfin hareket etmesi prensibine dayanır. Bu nedenle test sonucu lateral kanal dışındaki kanallar hakkında bilgi vermez. Test sırasında hasta supin pozisyonda ve baş 30 derece fleksiyondadır. Bu pozisyonda iken lateral kanal yere dik durumdadır. Eğer endolenfin ısı artarsa özgül ağırlığı azalır ve ampullaya doğru hareket eder, dolayısıyla lateral kanalda eksitasyon meydana gelir. Bu durumda gözlerde yavaş fazı karşı tarafa hızlı fazı uyarılan kulağa olacak şekilde bir nistagmus meydana gelir. Endolenfin ısı düşüğünde ise özgül ağırlığı artar ve ampulladan uzaklaşacak şekilde hareket eder, dolayısıyla lateral kanalda inhibisyon meydana gelir. Bu durumda yavaş fazı uyarılan kulağa hızlı fazı karşı tarafa olacak şekilde bir nistagmus meydana gelir. Yani sıcak uyaranlarda gözlerde hızlı fazı uyarılan kulağa, soğuk uyaranlarda ise hızlı fazı karşı kulağa vuran nistagmus oluşur.

Test öncesi hastanın dış kulak yolunda buşon ya da otitis eksterna, timpanik membranda ise perforasyon olup olmadığı kontrol edilmelidir. Uyaran olarak su ya da hava kullanılabilir. Eğer su kullanılacaksa sıcak uyaran 44 derece, soğuk uyaran 30 derece olarak verilir. Hava kullanılacaksa sıcak uyaran 50 derece, soğuk uyaran 24 dereceye ayarlanır. Su uyarısında yaklaşık 250 cc su her bir test için 30-40 saniye boyunca uygulanır. Hava uyarını ise 8 l/dk olacak şekilde 1 dakika boyunca uygulanır. Her bir uyarının arasında 5 dakikalık bir ara verilmelidir.

Testin değerlendirilmesinde nistagmusun birçok özelliği dikkate alınabilse de en güvenilir olan yavaş faz hızıdır. Her iki kulağın sıcak ve soğuk uyarılarla testleri yapıldıktan sonra yavaş faz hızları üzerinden ‘kanal parezisi’ ve ‘yön üstünlüğü’ hesaplanır. Bu hesaplar Jongkees formülü ile yapılır. Bu formüller şu şekildedir:

$$\text{Kanal Parezisi} = [(R30+R44) - (L30+L44) \times 100] / [R30+R44+L30+L44]$$

$$\text{Yön Üstünlüğü} = [(R30+L44) - (L30+R44) \times 100] / [R30+R44+L30+L44]$$

R30: Sağ kulağa 30 derece su verildiğinde yavaş faz hızı

R44: Sağ kulağa 44 derece su verildiğinde yavaş faz hızı

L30: Sol kulağa 30 derece su verildiğinde yavaş faz hızı

L44: Sol kulağa 44 derece su verildiğinde yavaş faz hızı

Kanal parezisinde %20 ya da daha fazla fark varsa bir kulakta kanal parezisi olarak kabul edilir. Yön üstünlüğünde ise %25 ya da daha fazla fark varsa bir yöne yön üstünlüğü var olarak kabul edilir. Kanal parezisi varsa bir kulakta lateral kanal ya da süperior vestibüler sinirde hasar olabileceği düşünülebilir. Yön üstünlüğü, kanal parezisi kadar hasta tarafı belirtmez ve diğer test sonuçlarıyla beraber değerlendirilmelidir. Eğer her iki tarafta sıcak uyarılar için 11 derece/sn, soğuk uyarılar için 6 derece/saniyeden düşük yavaş faz hızı varsa ‘bilateral kanal parezisi’ adı verilir. Bu durum bilateral periferik vestibüler hastalıklar ya da bazı MSS hastalıklarına bağlı olabilir.

Eğer sıcak uyaran için 80 derece/sn, soğuk uyaran için 50 derece/sn’den daha yüksek cevap varsa ‘hiperaktif kalorik cevap’ olarak ifade edilir ve serebellum hastalıklarında görülebilir. Kalorik test sırasında hastadan gözlerini belli bir noktaya fikse

etmesi istenirse nistagmusun şiddeti azalır. Normal kişilerde ve periferik vestibüler hastalıklarda bu azlama en az %50 değerindedir. Ancak daha az azalma oluyorsa MSS hastalıkları akla gelir ve bu duruma ‘optik fiksasyonda başarısızlık’ denir. (13,6).

Isı uyaranına karşı nistagmus yaklaşık 45-90 saniye içinde maksimum hızına ulaşır ve 200 saniye içerisinde azalarak sonlanır. Bazen bu süreden sonra ters tarafa nistagmus ortaya çıkabilir. Eğer bu ters nistagmus 140 saniyeden önce olursa bu duruma ‘prematür kalorik dönüş’ adı verilir ve Friedrich Ataksisi ile internükleer oftalmoplejide görülebilir. Test sırasında nistagmusun yönü beklenenin terisine ise buna ‘kalorik inversiyon’ adı verilir. Bu durum beyin sapı lezyonlarında görülebileceği gibi hava uyaranında timpanik perforasyon varlığında da ortaya çıkabilir. Sıcak ya da soğuk uyaran verildiğinde vertikal ya da oblik nistagmus görülmesine ‘kalorik perversiyon’ adı verilir. Dördüncü ventrikül tabanındaki hastalıklarda kalorik perversiyon oluşabilir (13,6).

2.3. Video Head Impulse Test (vHIT)

Vestibüler sistem değerlendirilmesinde giderek artan sıklıkta kullanılan bu test 1988 yılında Halmagyi ve Curthoys tarafından tanımlanmıştır. Bu testte semisirküler kanal düzleminde yapılan hızlı baş hareketleri sonrası ortaya çıkan göz hareketleri incelenir. Bu hareketler infrared kamera içeren bir gözlük kullanılarak kaydedilir. Başlangıçta lateral kanal değerlendirilmesinde kullanılan bu test daha sonra anterior ve posterior kanalların değerlendirilebileceği şekilde geliştirilmiştir (14,6).

Test sırasında hasta oturur vaziyette iken yaklaşık 1 metre uzaklıktaki sabit hedefe bakar. Hastanın başı semisirküler kanal düzleminde ani olarak 15-20 derece kadar çevrilir ve hastanın baş hareketine rağmen hedefe bakması istenir. Bu hareketin ani olması vestibülooküler refleksin değerlendirilmesi açısından önemlidir ve baş hızı genel olarak 150-200 derece/sn olmalıdır. Eğer lateral kanal değerlendiriliyorsa baş karşıya bakarken öne doğru 30 derece fleksiyon halindeyken baş çevirme hareketi yapılır. Vertikal kanallar için ise baş sağa ya da sola 45 derece çevrili durumda iken hasta yine karşıdaki hedefe bakar ve baş yine hedefe doğru hızlıca hareket ettirilir. Eğer baş 45 derece sağa çevrili ise sol anterior ve sağ posterior kanalların düzleminde hareket ettirilebilir ve bu pozisyona LARP (left anterior, right posterior) adı verilir. Baş 45 derece sola çevrili ise sağ anterior

ve sol posterior kanallar değerlendirilebilir ve bu pozisyona da RALP (right anterior, left posterior) adı verilir.

Normal kişilerde baş hareketlerine rağmen hasta gözlerini hedefe sabit şekilde tutabilir. Ancak periferik vestibüler hastalığa bağlı olarak VOR sistemi bozuk olan kişiler baş hareketi sırasında hedefe sabit bakamazlar ve gözler başın çevrildiği yöne doğru kayar. Ancak hasta hedefi tutturabilmek için daha sonra bir sakkad hareketi yapar. Buna yakalama (catch-up) sakkadı adı verilir. Bu sakkad baş hareketi bittikten sonra yapılıyorsa açık (overt) sakkad, baş hareketi sırasında yapılıyorsa gizli (covert) sakkad adı verilir. Açık sakkadı çıplak gözle de görmek mümkün olabiliyorken, gizli sakkad ancak infrared kamera ile tesbit edilebilir. Test sırasında 6 semisirküler kanal ayrı ayrı değerlendirilir ve her kanal için yaklaşık 20 adet baş çevirme hareketi yapılır (14,6).

Test değerlendirilirken sakkad varlığı, kazanç ve kazanç asimetrisi parametreleri göz önüne alınır. Kazanç göz hızının baş hızına oranıdır ve sağlıklı bireylerde 1 olması beklenir. Ancak 0,7 ve üstü normal olarak kabul edilir. Periferik vestibüler hastalığı olanlarda göz hızı baş hızına yetişemeyeceği için bu değer 0,7'nin altında kalır. Sakkadlar oluşmuşsa bunların sayısı, yönü ve şiddeti önemlidir. Bazen normal kişilerde de sakkad olabilir. Eğer baş çevrimelerin yarısından fazlasında sakkad oluşmuşsa patolojik kabul edilir. Her iki taraftaki kazançların karşılaştırması sırasında %7'ye kadar fark normal kabul edilir. Santral vestibüler hastalıklarda vHIT testi sırasında sakkad görülmez. Bu durum periferik ve santral hastalık ayırımında önemlidir.

vHIT testinin SHIMP adı verilen versiyonunda hedef hastanın baş hareketi ile birlikte hareket eder. Bu şekilde test yapıldığında sağlıklı kişide VOR normal çalıştığı için hedef hastanın baş hareketi yönünde hareket ederken, gözler geride kalır. Hasta daha sonra hedefi yakalamak için baş hareketi yönünde sakkad yapar. Standart vHIT testinde ise sakkad varlığı patolojiktir ve bu sakkad hastanın baş hareketinin tersi yönündedir (14,6).

2.4. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP)

Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller (VEMP); genellikle yüksek şiddette ses olmak üzere bazen de titreşim ya da galvanik uyarılarla ortaya çıkan vestibüler uyarı sonucu baş ve boyun kaslarındaki aktivite değişikliklerini değerlendiren elektrofizyolojik bir testtir. İç kulakta sese duyarlı yapı koklea olmasına rağmen yeterince yüksek şiddetteki

ses vestibüler end organlardan sakkulus ve utrikulusu uyarır. Bu uyarının ortaya çıkması için genellikle 95 dB ve üzerinde ses uygulanır. Sakkulus ve utrikulusun uyarılması ile ortaya çıkan refleksler baş ve boyundaki bazı kaslarda kasılma ya da gevşeme şeklinde aktivite ortaya çıkarır (15,6).

VEMP testi yüksek şiddetteki sesin sakkulusu uyarıp, ortaya çıkan refleks arkı ile sternokleidomastoid kastaki (SKM Kası) gevşemenin değerlendirildiği bir testtir. Bu servikal VEMP (cVEMP) olarak isimlendirilir (Şekil 2.5). Ancak daha sonra utrikulusun uyarılıp, karşı taraftaki inferior oblik kastaki kasılmanın değerlendirildiği oküler VEMP (oVEMP) sıklıkla kullanılmaya başlamıştır. Servikal VEMP vestibülokolik refleksin bir sonucu olarak ortaya çıkar. Bu refleks sakkulusun uyarılmasıyla başlar, inferior vestibüler sinir aracılığı ile inferior vestibüler nükleusa ulaşır. Medial vestibülospinal traktus ve nervus accessorius aracılığı ile SKM kasında gevşeme ortaya çıkar. oVEMP’de ise utrikulus uyarılır ve dolayısıyla uyarı süperior vestibüler sinir aracılığı ile vestibüler nükleuslara ulaşır. Medial Longitudinal Fasciculus (MLF) aracılığı ile karşı taraftaki nervus oculomotorius uyarılır ve inferior oblik kastaki kasıma elektotlar yardımı ile değerlendirilir (Şekil 2.5).

cVEMP’de aktif elektrot SKM kasının orta kısmına yerleştirilir ve 13.msn’de elde edilen pozitif (P13) ve 23.msn’de elde edilen negatif (N23) olmak üzere bifazik bir dalga elde edilir. oVEMP’de ise aktif elektrot orbitanın altına yerleştirilir ve 9-10.msn’de negatif, 14-16.msn’de pozitif olmak üzere bifazik bir dalga elde edilir (15,6).

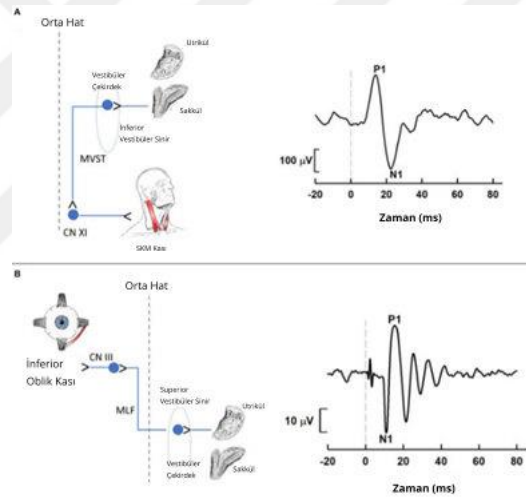
Uyaran olarak sıklıkla tone burst uyaran kullanılır ve uyaran frekansı düşük (500-1000 Hz) tutulur. Ayrıca kemik yolu uyaran ve galvanik uyaran da kullanılabilir. Galvanik uyarının labirenti atlayarak direkt olarak vestibüler siniri uyardığı kabul edilir. cVEMP amplitüdleri o VEMP amplitüdlere göre daha fazladır. cVEMP’de yaklaşık 50-100 μ V olan amplitüdlere oVEMP’de 5-10 μ V’dir.

Test sonuçları yorumlanırken, cevapların varlığı, eşik değeri, latansları, amplitüdlere, her iki taraf arasındaki simetri değerlendirilir.

VEMP cevapları iletim tipi işitme kayıplarında genellikle alınmaz. Ancak sensörinöral işitme kayıplarından etkilenmez.

VEMP sonuçlarına göre vestibüler sistem değerlendirilirken mutlaka hastanın anamnezi, muayenesi ve diğer test sonuçlarına beraber değerlendirilmelidir. Hiçbir sonucun belli bir hastalığın tanısında tek başına yetmeyeceği göz önüne alınmalıdır. VEMP testi sonuçlarının spesifitesi en yüksek olduğu durum üçüncü pencere sendromudur. Özellikle Süperior Semisirküler Kanal Açıklığı olmak üzere üçüncü pencere sendromunda en belirgin bulgu düşük şiddetteki uyarılarda dahi cevapların alınması ve amplitüdlerin yüksek bulunmasıdır. Bu durum özellikle cVEMP ile tesbit edilmesine rağmen son yıllarda oVEMP’de yüksek frekanslarda (4000 Hz) cevapların yüksek amplitüdle alınmasının üçüncü pencere sendromu için yüksek spesifite gösterdiği saptanmıştır (15,6).

VEMP testi Meniere hastalığının tanısında kullanılabildiği gibi dehidratasyon testinde saf ses odyometri ve konuşma testlerinin yerine de kullanılabilir (15,6).



Şekil 2.5. Servikal ve oküler vestibüler uyarılmış miyogenik potansiyel yolları ve dalga formları (16).

2.5. Postürografi

Postürografi sistemleri; statik ve dinamik durumlarda vücut stabilitesinin değerlendirildiği, lezyon yeri ve tarafı hakkında bilgi vermeyen sistemlerdir. Oldukça pahalı olması nedeniyle kullanımı çok yaygın olmasa da vestibüler laboratuvarlarda her geçen gün daha çok bulunmaktadır. Postürografi testleri genel olarak statik ve dinamik postürografi olarak ikiye ayrılır (17,6).

2.5.1. Statik postürografi

Statik durumlarda cihazın alıcılarına uygulanan basınç miktarı üzerinden kayıt yapar. Statik postürografinin 3 alt testi vardır:

1-Modifiye Denge Duyu İnteraksiyonu Klinik Testi: Hasta yumuşak ve sert zeminlerde hem gözler açık hem de gözler kapalı iken test yapılır. Ağırlık merkezi salınım hızı parametresi üzerinden değerlendirme yapılır

2-Stabilite Sınırları: Hastanın ağırlık merkezini bilinçli olarak değiştirebilme sınırlarını test eder. Hastadan 8 farklı yöne doğru ayaklar sabit kalacak şekilde vücudunu yönlendirmesi istenir. Test sırasında reaksiyon zamanı, hareketin hızı, ulaşılan son nokta, maksimum son nokta, yön kontrolü parametreleri üzerinden değerlendirme yapılır.

3-Ritmik Ağırlık Aktarma: Bu test hastanın ağırlık merkezini ön-arka ve sağ-sol ekseninde değiştirebilmesini test eder. Test eksen hızı ve yön kontrolü parametrelerine göre değerlendirilir (17).

2.5.2. Dinamik bilgisayarlı postürografi

Kişinin günlük yaşamda karşılaşılabileceği denge ile ilgili durumları ortaya çıkararak uygulanan bir testtir. Dengenin sağlanmasında rol oynayan 3 sistem olan vestibüler, görsel ve proprioseptif sistemlerden gelen verilerin işlenmesiyle oluşan motor çıktılar değerlendirilir. Test cihazında hareketli bir yüzey ve bu yüzeyi çevreleyen hareketli bir kabin vardır 3 alt testi vardır:

1-Duyu Organizasyon Testi: Yüzeyin hareket, çevresindeki kabinin hareketi ve gözlerin açık ya da kapalı oluşuna göre belirlenen 6 farklı durumda değerlendirme yapılır. Her bir durum için ayrı ayrı denge puanı ve bunların ortalaması olan bileşik denge puanı en önemli değerlendirme parametresidir. Bunun dışında duyu analizi, strateji analizi ve ağırlık merkezi hizası parametreleri değerlendirilir (6,17).

2-Motor Kontrol Testi: Çevremizdeki beklenmeyen değişikliklere karşı oluşturabildiğimiz motor cevapların değerlendirildiği bir testtir. Bu değişikliği taklit etmek

amacıyla yüzey farklı şiddetlerde ileri ve geri hareket ettirilir. Ağırlık simetrisi, latans ve amplitüd ölçekleme parametreleri değerlendirilir (6,17).

3-Adaptasyon Testi: Hastanın ayaklarını bastığı yüzeyin düzensiz olduğu durumlara karşı adaptasyonu değerlendirilir. Test sırasında ayak parmaklarının aşağı doğru ve ayak parmaklarının yukarı doğru hareketleri sırasında oluşan cevabın büyüklüğü değerlendirilir. 0 ila 200 arasında bir puan ortaya çıkar. 0 tam başarı, 200 tam başarısızlık anlamına gelir (6,17).

2.6. İşitme Sistemi Anatomisi

Çevremizdeki seslerin dış ve orta kulaktan geçip, iç kulakta elektriksel aktiviteye dönüştükten sonra koklear sinir ve beyin sapındaki merkezlerden sonra temporal bölgedeki işitme merkezine ulaşmasına işitme adı verilir. Bu fonksiyonun sağlanmasında rol oynayan organımız olan kulak dış, orta ve iç kulak olmak üzere 3 kısımda incelenir. Dış kulak; aurikula ve dış kulak yolundan oluşur ve ses dalgalarının timpanik membrana ulaşmasını sağlar. Orta kulak ise timpanik membran, orta kulak boşluğu, Eustachii tüpü ve mastoid hücrelerden oluşur. Timpanik membrana gelen ses dalgaları, orta kulak boşluğunda bulunan malleus, incus ve stapes kemikçikleri aracılığı ile oval pencereye ulaşır. İşitme yollarının burdan sonraki kısmı iç kulaktır ve burada mekanik enerji elektrik enerjisine çevrilerek ses bilgisinin nöral yollara ulaşması sağlanır. Dış ve orta kulak anatomisinin ayrıntılarına girilmeyip iç kulak hakkında bilgi verilecektir (6,17).

2.6.1. İç kulak

İç kulak dışta kemik labirent, içte de zar labirent olmak üzere iki kısımda incelenir. Kemik labirent içerisinde sodyumdan zengin sıvı olan perilenf, zar labirentin içinde de potasyumdan zengin sıvı olan endolenf bulunur. İç kulağın işitme ile ilgili kısmı salyangoza benzeyen Koklea tarafından oluşturulur. Koklea modiolus çevresinde 2,5 defa dolanan spiral şeklinde bir organdır. Koklea içerisinde yine kendisi gibi spiral şeklinde dolanan ductus cochlearis tarafından 3 boşluğa ayrılır. Üstte scala vestibuli, ortada scala media, altta da scala timpani bulunur. Scala vestibuli ve scala timpani perilenf içerirken, scala media endolenf içerir. Scala vestibuli ve scala timpaninin apekte birleştiği yere Helicotrema adı verilir. Scala vestibuli ve scala media arasındaki zara Reissner Membranı, Scala media ve scala timpani arasındaki zara da Baziler Membran adı verilir (7,17,18).

Scala media içerisinde, Baziler membranının üzerinde olarak Corti organı bulunur. Corti organı reseptör hücreler olan dış ve iç tüylü hücreler, destek hücreleri ve Tectorial membran'dan oluşur. Dış tüylü hücreler (DTH) 3 sıra halinde iç tüylü hücreler ise (İTH) tek sıra halinde yerleşirler. Her iki tüylü hücrenin apekslerinde stereocilia adı verilen uzantıları mevcuttur. Bunlar kısıdan uzuna doğru sıra ile yerleşmişlerdir. Stereociliaları birbirine bağlayan yapılara tip link adı verilir.

Dış ve orta kulağı geçen ses enerjisi oval pencere aracılığı ile scala vestibuliye geçer ve burada perilemfa bir dalgalanmaya neden olur. Bu dalgalanma Helicotremadan scala timpaniye geçer ve baziler membranda dolayısıyla Corti organında yukarı aşağı yönde bir harekete neden olur. Yukarı hareket sırasında stereocilialar uzun olanın tarafına, aşağı hareket sırasında da kısa olanın tarafına doğru eğilir. Uzun olanın tarafına eğildiklerinde stereocilialarda katyon kanalları açılır ve hücre içerisine endolenften potasyum girmesine neden olur. Bu durumda hücre içi elektriksel yük daha pozitif olur ve bu duruma depolarizasyon denir. Kısa olanın tarafına eğilme ile de katyon kanalları kapanır ve hücre içerisinde daha negatif bir yük ortaya çıkar. Buna da hiperpolarizasyon denir. Depolarizasyonla beraber hücre içerisine kalsiyum da girer ve veziküllerdeki nörotransmitter olan glutamatın sinaptik boşluğa salınmasına neden olur (7). Tüylü hücreler spiral ganglionda bulunan nöronların dendritleriyle sinaps yaparlar. Dolayısıyla ses bilgisi tüylü hücrelerde elektriksel enerjiye dönüşerek spiral ganglion nöronlarına aktarılmış olur. DTH sayı olarak İTH'dan daha fazla olmasına rağmen, spiral ganglion nöronları daha çok İTH ile sinaps yaparlar. Yani ses enerjisinin elektriksel enerjiye dönüşmesinde daha çok İTH rol oynarken, DTH iç kulakta amplifikasyon ve frekans seçiciliğinde rol oynar (7,18,19).

2.6.2. Koklear sinir

Spiral gangliondaki nöronlar tip I ve tip II olmak üzere iki tiptir. Tip I nöronlar toplam nöronların %90'nı oluşturur ve İTH ile sinaps yaparlar, Tip II nöronlar ise daha çok DTH ile sinaps yaparlar. Tip I ve Tip II nöronların aksonları ise koklear siniri oluştururlar ve meatus acusticus internus'tan ve serebellopontin köşeden geçerek pontadaki koklear nükleuslara ulaşırlar. Koklear nükleuslardan itibaren işitme yollarının santral kısmı başlar (7).

2.6.3. Santral işitme yolları

Santral işitme yolları pontaki koklear nükleuslardan itibaren başlar. Koklear nükleuslar dorsal ve ventral olmak üzere iki kısımdır. Ventral olanlar da anteroventral ve posteroventral olmak üzere iki kısımda incelenir. Ventral koklear nükleuslar yüksek frekanslı sesleri, dorsal koklear nükleuslar ise alçak frekanslı sesleri daha çok algırlar. Koklear nükleuslardan kalkan lifler ipsilateral ve kontralateral süperior oliver kompleksteki (SOC) nöronlarla sinaps yaparlar. Bu nedenle SOC binaural işitmenin ilk basamağı olarak kabul edilir. Koklear nükleuslardan kalkan bazı lifler SOC'a uğramadan Lateral Lemniscus ile de bağlantı yapabilirler. Lateral Lemniscus (LL) beyin sapının yan tarafındaki çıkan yollardır ve koklear nükleuslar ile SOC'daki nöronları inferior colliculus ile bağlar. İnferiör Colliculus (IC) mezensefalonda yerleşmiştir ve yine hem ipsilateral hem kontralateral bağlantıları mevcuttur. IC'den kalkan lifler talamustaki Medial Geniculate Cisim'e (MGC) ulaşırlar. MGC ise temporal loptaki işitme merkeziyle bağlantı yapar. İşitme merkezi primer ve sekonder olmak üzere iki bölümdür (7,18).

2.7. Baş Dönmesi Değerlendirme Anketleri

2.7.1. Berg denge ölçeği

Yaşlılarda dengenin değerlendirilmesi amacıyla kullanılan bir ölçektir. Hastaya 14 yönerge verilir ve her bir yönerge için 0 ila 4 arasında bir puan belirlenir. Eğer hasta aktiviteyi hiç yapamazsa 0, tam ve bağımsız bir şekilde yaparsa 4 puan verilir. 0-20 puan arası yüksek düşme riski, 21-40 puan orta derecede düşme riski, 41-56 arası ise düşük riski belirler (20).

2.7.2. Uluslararası düşme etkinlik skalası-falls efficacy scale international (FES-I) anketi

Hastanın farklı aktiviteler sırasındaki düşme ile ilgili endişelerini değerlendiren bir ankettir. Hastaya 16 farklı aktivite ile ilgili sorular sorulur ve hastanın bu aktiviteler sırasındaki endişe durumu puanlanır. En düşük puan 1'dir ve hastanın aktiviteyi yaparken hiç endişelenmediğini, en yüksek puan ise 4'tür ve aktiviteyi yaparken çok endişelendiğini gösterir. Toplam puan 16-64 arasında olacak şekilde belirlenir ve bu puan ne kadar yüksekse düşme korkusu o kadar fazla demektir (21,22) .

2.7.3. Baş dönmesi engellilik envanteri

Bu ölçek baş dönmesi olan hastalardaki psikososyal yetersizlikleri ve yaşam kalitesi üzerine olan olumsuz etkileri değerlendirir. 25 soruya hasta ‘evet’, ‘bazen’ veya ‘hayır’ yanıtlarından birini verir. ‘Evet’ cevabı 4 puan, ‘bazen’ cevabı 2 puan ve ‘hayır’ cevabı 0 puan olarak değerlendirilir. 25 sorudan 9 tanesi hastanın emosyonel durumu ile, 9 tanesi fonksiyonel durumu ile 7 tanesi de fiziksel durumu ile ilgilidir. Engellilik düzeyinin yorumlanmasında 0-30 puan arası ‘düşük seviyede engellilik’, 31-60 arasındaki puanlar ‘orta seviyede engellilik’, 61-100 arası puanlar ise ‘yüksek seviyede engellilik’ olarak değerlendirilir (23).

2.8. İşitme Cihazları

Medikal yöntemlerle veya cerrahiyle işitme kaybının giderilemediğı durumlarda işitme cihazları hastanın mevcut durumunun düzeltilmesinde kullanılabilecek en etkili yöntemlerden birisi olarak görölmektedir. İşitme cihazları, az duyan bir kişinin iletişimini desteklemek için kullanılan, giyilebilen elektronik ses yükselticileridir. İşitme cihazları dışarıdan gelen sesleri toplamak, işlemlemek ve yükseltmek şeklinde temel fonksiyonları olan teknolojik ürünlerdir. İşitme cihazları sesi elektrik sinyallerine dönüştüren bir veya daha fazla mikrofon; elektrik sinyallerinin gücünü artırmak için bir amplifikatör; elektrik sinyallerinin tekrar ses haline gelip kulağı iletilmesini sağlayan bir hoparlör ve cihaza güç sağlayan pilden oluşur (24).

Mikrofon: İşitme cihazının dönüştürücüsüdür. Bu dönüştürücü, enerjinin bir formunu diğer bir forma dönüştürür. Mikrofon, *port* denilen mikrofon açıklığından içeri girin ses dalgalarının basınç farklılıkları tarafından meydana gelen titreşimleri işleme alan diyaframdan oluşur. Diyaframın hareketi akustik enerjiyi elektrik enerjisine çevirir. Günümüzde tüm işitme cihazları ya *elektret* ya da mikroelektriksel-mekaniksel sistem(*MEMS*) mikrofonlardan oluşur. Bu mikrofonlar, geniş frekans aralığında ve geniş dinamik aralıkta sesleri çevirir ve çok az gürültü katarak bu işlemi gerçekleştirirler.

Dijital Sinyal İşleme (DSP): Dijital işlemci ile mikrofondan gelen elektrik enerjisi, belirli zaman aralıklarla analiz edilip sayısal birimlere çevrilerek dijital kodlara dönüştürölür. Sesler sayısallaştırılmış kodlara dönüştüröldükten sonra farklı frekans kanallarına ve bantlarına ayrılırlar. Bu sayede sesler her işitme kaybına hassas bir şekilde

uyarlanabilir. Dijital işitme cihazları, gürültü azaltma, rüzgar gürültüsü azaltma, geri bildirim azaltma, kişiselleştirme, yönsellik, sıkıştırma, genişleme, frekans düşürme, sinyal gürültü oranı arttırma, akustik çevre analizi gibi özellikleri gerçekleştirmek için birçok farklı yollarla ses sinyali düzenlemektedir. Daha sonrasında sayısal kodlar tekrar birleştirilip hoparlör tarafından işitme cihazı kullanıcısına iletilir.

Dijital işitme cihazları işitme kaybına uygun şekilde ayarlanarak, işitme probleminin giderilmesini en doğru şekilde sağlar.

Hoparlör: Hoparlör de bir dönüştürücüdür. Hoparlör elektriksel enerjiyi, tekrar akustik enerjiye dönüştürür. Diyaframın hareketi işitme cihazı tarafından oluşturulan ses dalgalarını meydana getirir. İşitme cihazı hoparlörü çoğunlukla **dijital-analog** çevirme fonksiyonunu içerir.

Pil: İşitme cihazının enerjisini sağlar. Civa içermeyen çinko-hava piller günümüzde kullanılır. Pilde depolama enerji miktarı **kapasite** olarak adlandırılır ve **mili-Amper** saat olarak ifade edilir. Şarj edilebilen piller de günümüzde mevcuttur. İşitme cihazı pilleri çeşitli boyutlarda üretilmiştir. İşitme cihazının boyutuna göre kullanılan dört çeşit pil vardır. Bunlar 675,13,312 ve 10 numara olarak isimlendirilmiştir.

Bir kişi için en uygun işitme cihazı tarzı, ihtiyaç duyulan amplifikasyonun derecesine ve tipine, kulak kanalının boyutuna ve şekline, gereken özelliklere, hastanın cihazı yönetme becerisine ve hasta tercihinine bağlıdır. İşitme cihazını iki tip olarak sınıflandırabiliriz. Kulak arkasına takılan (Behind The Ear:*BTE*) ve kulak içine ya da konka veya kulak kanalına yerleştirilen tiplerdir(Şekil2.6).

En yaygın olarak kullanılan işitme cihazı tipi olan kulak arkası (Behind The Ear, *BTE*) cihazlar; hoparlörün işitme cihazı kasası içinde bulunduğu (geleneksel *BTE*) ve hoparlörün kasadan çıkarılarak bir kablo aracılığıyla kulak kanalının içerisine yerleştirildiği (Receiver-in-The- Ear) olarak ikiye ayrılabilir. Geleneksel *BTE* cihazlar; cihaza bağlı bir plastik hortum ve bu hortumun ucunda, kişiye özel kulak izi alınarak hazırlanan kulak kalıbı ile kullanılır. *RITE* cihazlar ise, hortum yerine ince bir tel kablo ve bu kablonun ucunda bulunan hoparlörün plastik dome ya da mikro kalıp ile kulak kanalına yerleştirilmesiyle kullanılır. *RITE* cihazlar aynı zamanda (Receiver-in-The-Ear, *RIE/RITE*)

olarak da adlandırılabilir. Kulak izi alınarak, kişiye özel olarak hazırlanan kulak içi işitme cihazlarının (In The Ear- ITE) birçok farklı şekli bulunmaktadır. En büyük boyuttaki ITE cihazlar, tamamen konka içerisine yerleşmektedir. Kanal İçi İşitme Cihazları kulak kanalını kısmen dolduran ve In-The-Canal,(ITC) olarak adlandırılan modellerdir. ITC cihazlar, gürültüde işitmenin iyileşmesi ve yönselliğin sağlanması amacıyla çift mikrofon kullanılabilen, en küçük ITE cihaz tipidir. Tamamen kulak kanalının içerisine yerleşen işitme cihazları, komple kanal içi (Completely-In-the-Canal, CIC) olarak adlandırılmaktadır. Bu cihazlar, hiçbir cihaz parçasının konka dışına çıkmasına gerek kalmayacak kadar küçük bileşenlerden üretilmiştir ve kullanıcının takıp çıkarması için kulak kepçesine uzanan dış kısmında kısa bir misina bulunmaktadır. Son yıllarda gündeme gelen bir diğer cihaz tipi ise görünmez kanal içi (Invisible-In-the-Canal, IIC) cihazlardır. Kulak zarının hemen yakınına yerleştirilerek kulağın doğal çalışma mekanizmasını koruyan bu cihazlar, ses lokalizasyonu ve seslerin doğala yakın işitilmesini sağlamaktadır (25).



Şekil 2.6. İşitme cihazı görselleri (26)

İşitme Cihazlarının Diğer Tipleri: Cros/ Bicros: CROS(*Contralateral Routing Of Signal*) ve BICROS(*Bilateral Contralateral Routing Of Signal*) işitme cihazları özel işitme cihazlarıdır. Cros, bir kulak işitme cihazından fayda göremeyen, diğer kulak normal işitmeye sahip olduğunda kullanılır. Duymayan kulağa bir mikrofon takılır, mikrofon tarafından alınan ses kablosuz veya kablolu olarak diğer kulağa gönderilir. İşitmeyen kulakta toplanan ses işiten kulaktaki cihaza gönderilir. Böylece işitme cihazından yararlanamayacak kadar ileri işitme kaybı bulunan kulaktan seslerin algılanması sağlanır. Mikrofon işitme kaybının olduğu tarafta, amplifikatör, hoparlör ve kalıp normal kulakta yer alır. Bicros işitme cihazında ise bir kulakta işitme cihazı var diğer kulakta işitme cihazından fayda sağlanamaz. İşitme cihazından fayda sağlanamayan kulaktan toplanan ses, diğer kulaktaki sinyali yükseltebilen ve iletebilen işitme cihazına gönderilir(25).

Kemçe İmpante İşitme Cihazları: Kemçe impante işitme cihazları(*Bone Anchored Hearing Aids: BAHA*), doğrudan kemik iletim aracılığıyla kohleayı uyarak, cerrahi olarak implante edilen cihazlardır. Bu cihazlar, titanium implant, eksternal bir destek ve

işlemciden oluşur. Titanyum pinna arkasındaki kafatası bölümüne deri altına yerleştirilir. Ses işlemcisi kulak arkasına oturtulur. İmplant kafatasını titreştirir ve kemik iletim aracılığı ile iç kulak uyarılır. Bu tip cihazlar, tek taraflı, kronik dış veya orta kulak problemleri ve konjenital kulak molformasyonları için uygulanır(25).

Gözlük Tipi İşitme Cihazları: Gözlük ve işitme cihazının birleşimidir. Bu tip cihazlar gözlük çerçevesine yerleştirilir ya da bir adaptör kullanılarak çerçeveye bağlanır(25).



3.GEREÇ VE YÖNTEMLER

Bu çalışma doktora tezi olarak planlandı ve Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu'na (Proje No: KA22/65) ve Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'na (23/02/2022 tarih ve 22/31 sayılı karar) onaylandı (EK1) Çalışmaya katılan bireylere çalışmanın kapsamı ve amacı hakkında bilgi verildi ve tüm katılımcılardan imzalanmış “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” ile onayları alındı (EK2).

3.1. Araştırmanın Örneklemi

Başkent Üniversitesi İstanbul Hastanesi KBB Polikliniğine başvuran ve bilateral orta derecede sensörinöral işitme kaybı tanısı alan, 20 kadın, 20 erkek olmak üzere 18-50 yaş aralığında toplam 40 kişiden oluşan çalışma grubu ve yaş ve cinsiyet açısından eşleştirilmiş, normal işitmeye sahip ve denge sistemini etkileyen herhangi bir hastalığı olmayan kontrol grubu çalışmaya dahil edildi.

3.1.1. Araştırmaya dahil edilme kriterleri

3.1.1.1 Hasta grubu katılma kriterleri

- 1- 18-50 yaş aralığında olmak
- 2- Bilateral orta derecede sensörinöral işitme kaybına sahip olmak
- 3- Denge sistemini etkileyen herhangi bir hastalığa sahip olmamak
- 4- Daha önce işitme cihazı kullanmamış olmak
- 5- KBB muayenesi normal olmak
- 6- TipA timpanograma sahip olmak

3.1.1.2.Kontrol grubu katılma kriterleri:

- 1- 18-50 yaş aralığında olmak

- 2- Normal işitmeye sahip olmak (500-1000-2000 ve 4000 Hz saf ses ortalamasının <25dB den daha küçük olması)
- 3- Denge sistemini etkileyen herhangi bir hastalığa sahip olmamak
- 4- Kulak Burun Boğaz muayenesi normal olmak
- 5- TipA timpanograma sahip olmak
- 6- Objektif testlerden vHIT, cVEMP, Statik Posturografi, Subjektif testlerden Berg denge ölçeği, Baş dönmesi engellilik anketi, FES 1 Uluslararası Düşme Etkinlik Skalası sonuçlarının normal olması,

3.1.2.Dışlama kriterleri

- 1- İletim tip ve mikst tip işitme kaybına sahip olmak,
- 2- Herhangi bir nörolojik hastalığa (multiple skleroz, epilepsi vs.) sahip olmak,
- 3- Son 6 ayda denge sistemini etkileyen herhangi bir hastalığın olması,
- 4- Nöromuskuler Rahatsızlık,
- 5- Ek problemleri olmak (hiper/hipo tansiyon, diyabet vb.).

3.1.3. Araştırmanın deseni

Çalışmaya dâhil edilen hasta ve kontrol grupların Kulak Burun Boğaz hastalıkları uzmanı tarafından otoskopik muayeneleri yapıldı. Normal otoskopik muayenesi olan bireylere çalışmanın amacı anlatıldı ve çalışmayı kabul eden “Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu” okutuldu ve imzalatıldı. Çalışmada; gruplara ait hasta anamnezi bilgileri alındı ardından saf ses odyometrisi ve immitansmetrik değerlendirmesi yapıldı. Santral patolojileri ekarte etmek için videonistagmografi (VNG); BioMed marka (*BioMed Jena GmbH German*) cihazı kullanılarak okülomotor, head shake ve pozisyonel testler uygulandı. VNG test sonuçları normal olan kişilere objektif vestibüler testler, cVEMP, vHIT, Statik Postürografi ve subjektif testlerden Baş dönmesi engellilik ölçeği (DHI), FES (Falls Efficacy Scale International) anketi ve Berg denge ölçeği uygulandı. Kontrol grubuna bir kez, çalışma grubuna iki kez olmak üzere bütün testler katılımcılara uygulandı.

Çalışma grubuna ilk test sonrası Sonic marka Radiant 60 MiniRite model kulak arkası dijital işitme cihazı her iki kulağa uygulandı. Uygulamalar gerçek kulak ölçümleri (REM) eşliğinde fittingleri ExpressFitPro yazılımı ve NOAHlink wireless arayüzü kullanılarak yapıldı. Hastalardan işitme cihazlarını günde en az 8 saat kullanmaları istenildi. İşitme cihazını 6 ay kullandıktan sonra tekrar gerçek kulak ölçümü eşliğinde işitme cihazı ayarları kontrol edilerek, ikinci testler ve anketler tekrar edildi.

3.1.4. Araştırmanın değişkenleri

Bağımlı değişkenler: Yaş, cinsiyet, işitme cihazı kullanma yaşı, Berg, DHI ve FES1 Puanları, vHIT lateral kanal kazanç, sakkad, cVEMP amplitüd ve latans değerleri, ve düşme riski yüzdeleri hesaplandı.

Bağımsız değişkenler: İşitme kaybı olan kişiler, İşitme kaybı olmayan kişiler.

3.2. Veri Toplama Araçları

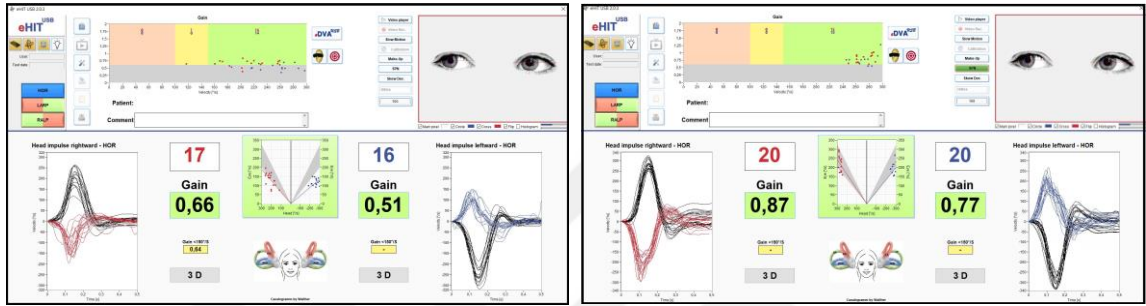
3.2.1.Video head impulse test (vHIT)

BioMed marka (*BioMed Jena GmbH German*) vHIT Goggle gözlüğü ile baş hareketleri esnasında vestibüloküler refleks fonksiyonları değerlendirilmiştir.

vHIT ile test ettiğimiz ortam, ideal video görüntüsü için normal aydınlatılmış odada, bir hedefe bakacak şekilde yapılmıştır. Hastadan 1 metre uzaklığında ve 1 cm çapında bir hedef nokta belirlendi. Hasta hedef göz hizasında olacak şekilde ayarlanarak bir sandalyeye oturtuldu. vHIT Goggle gözlüğü hastanın başından kaymayacak sıkılıkta ayarlanıp takıldı. Hedefe odaklanan hastanın gözleri gerekli ayarlar yapıldıktan sonra teste başlandı. Uygulayıcı katılımcının arkasına geçerek ellerini hastanın çenesine yerleştirdi ve başını 30° öne eğerek 15-20 derecelik açılarla hızlıca (150 derece/sn'den büyük) ve rastgele sağa ve sola 20 kez baş savurma hareketi gerçekleştirildi (Şekil3.2.1). Her uyarı sonrası birkaç saniye beklenerek orta hatta dönüş yapıldı . vHIT ile sakkadlar, her iki taraf için ortalama VOR kazancı, lateral semisirküler kanallar için değerlendirildi.



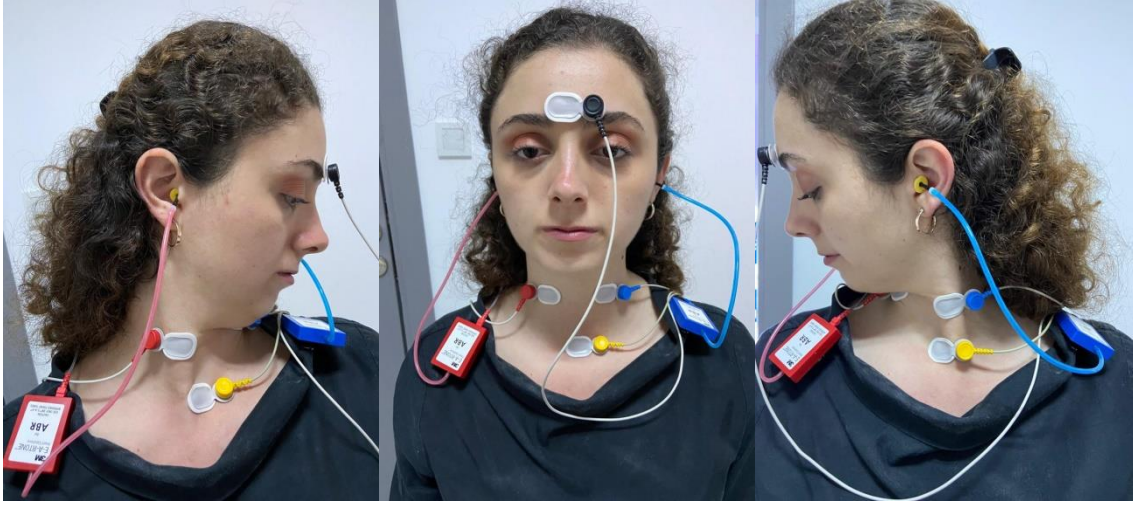
Şekil 3.1. vHIT yapılış örneği.



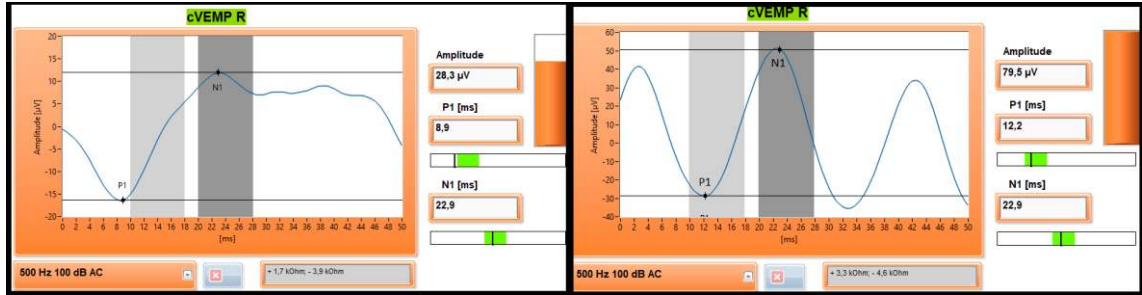
Şekil 3.2. İşitme cihazı kullanımı öncesi ve işitme cihazı kullanımı sonrası vHITörneği

3.2.2. cVemp testi (servikal vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel testi)

BioMed marka (*BioMed Jena GmbH German*) cVEMP ile sakkül ve inferior vestibüler sinir fonksiyonları değerlendirildi. Vestibüler Uyarılmış Miyojenik Potansiyeller, yüksek şiddette akustik uyarınların uygulanması sırasında üretilen ve kasılmış kaslardan yüzey elektrotları yoluyla kaydedilen kısa süreli elektromiyogramlardır. Impedans < 5 ohm olması için frontal bölgeye, sternuma ve SCM kasına cilt temizliği sağlandı. Neurology marka yapışkanlı elektrotlar kullanılmıştır. Aktif elektrotlar SCM kasının üst 1/3 kısmına, referans elektrot sternuma ve toprak elektrot ise frontal bölgeye yerleştirilmiştir (Şekil3.2.3.) İnsert kulaklık takılarak 500 Hz de 100 dBnHL tone burst uyarın verilerek test yapılmıştır. Hastadan SCM kasını kasarak, başını uyarılan tarafın karşısına doğru çevirmesi istenmiştir. Daha sonra pozitif ve negatif dalga tepeleri belirlenerek işaretlenmiştir. Servikal VEMP testinde elde ettiğimiz p13- n23 latansı ve amplitüdü analiz edilmiştir.



Şekil 3.3. cVEMP yerleşim örneği



Şekil 3.4. İşitme cihazı kullanımı öncesi ve işitme cihazı kullanımı sonrası cVEMP örneği.

3.2.3. Statik postürografi

BioMed marka (*BioMed Jena GmbH German*)(*Modified Clinical Test of Sensory Interaction in Balance*) statik postürograficihazı ile, ortam gürültüsünde, gözler açık ve kapalı, yumuşak zemin üzerinde ayakta durmak aracılığı ile vestibüler sistem, somatosensöriyel sistem ve vizüel sistem değerlendirildi. Hastadaki salınımları hesaplayarak düşme riski derecesi belirlendi. Hastaya Fall Anamnesis/ Fall Risk Factors-Questionary by Walther denge problemi ile ilgili sorular sorularak anket yapıldı. Jiroskop (baş bandı sensörü) adı verilen bluetooth ile bağlanan cihaz hastanın başına yerleştirildi. Baş hareket ettirmeyi engellemek için boynunu sabitlemek amacıyla boyunluk takıldı.

3.2.3.1. Romberg testi

Romberg testi sırasında katılımcılardan kollarını hazır ol pozisyonunda yanda tutmaları ve ayaklarını omuz genişliğinde açık pozisyonda sabit durmaları istendi. Katılımcı bu duruşta kendini rahat hissettiğinde, önce gözleri açık ardından gözler kapalı

100 er saniye boyunca aynı pozisyonda durması istendi (Şekil 3.2.5). Göz açık ve göz kapalı değerlendirme sırasında 5 dk mola verildi. Katılımcıların vücut salınımı ölçüldü.



Şekil 3.5. Göz Açık ve Göz Kapalı Romberg Örneği

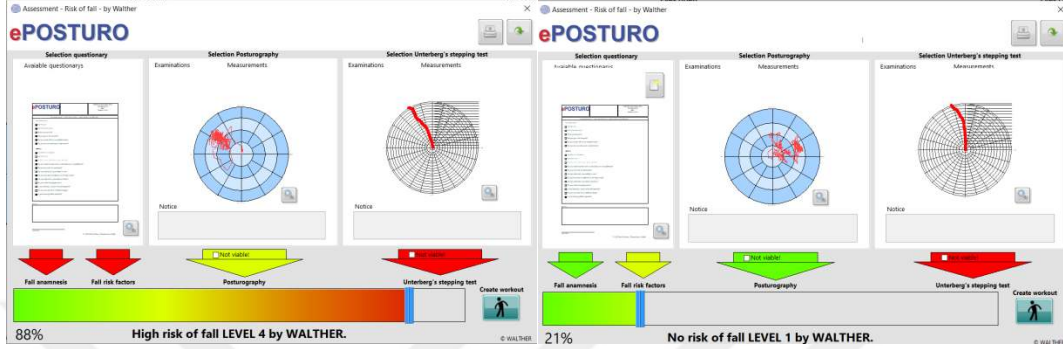
3.2.3.2.Fukuda adımlama testi

Fukuda Adımlama testinde, katılımcılardan kollarını vücutlarının ön tarafına doğru 90 derece uzatmaları ve gözleri kapalı olarak dizlerini karna doğru çekerek aynı yerde 50 adım saymaları istendi (Şekil3.2.6). Derecelendirme yöntemiyle yönelimler değerlendirildi.



Şekil 3.6. Fukuda örneği

Postürografi Değerlendirme: Hastaya yapılan tüm bu testler sonucunda 18 sorudan oluşan anketin %72'si, Postürografi (Romberg) %18'i ve Stepping Test (Fukuda) %10'u otomatik olarak cihaz tarafından hesaplanarak WALTHER'a göre düşme riskleri değerlendirildi (27).



Şekil 3.7. İşitme cihazı kullanımı öncesi ve işitme cihazı kullanımı sonrası test sonuç örneği.

3.2.4. Baş dönmesi değerlendirme anketleri

3.2.4.1. Berg denge ölçeği

Ölçeğin Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Şahin ve arkadaşları (20) tarafından yapılmıştır. Hastaya 14 yönerge verildi ve her bir yönerge için 0 ila 4 arasında puan belirlendi. Eğer hasta aktiviteyi hiç yapamazsa 0, tam ve bağımsız bir şekilde yaparsa 4 puan verildi. Verilen puanlar toplandı. Puanlar 0-20 puan arası yüksek düşme riski, 21-40 puan orta derecede düşme riski, 41-56 arası ise düşük riski gösterdi (20).

3.2.4.2. Uluslararası düşme etkinlik skalası-falls efficacy scale international (FES-I) anketi

Anketin Türkçe geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Ulus ve arkadaşları (21) tarafından gerçekleştirilmiştir. Hastanın farklı aktiviteler sırasındaki düşme ile ilgili endişelerini değerlendiren bir ankettir. Hastaya 16 farklı aktivite ile ilgili sorular soruldu ve hastanın bu aktiviteler sırasındaki endişe durumu puanlandı. En düşük puan 1'dir ve hastanın aktiviteyi yaparken hiç endişelenmediğini, en yüksek puan ise 4'tür ve aktiviteyi yaparken çok endişelendiğini gösterir. Toplam puan 16-64 arasında olacak şekilde belirlenir ve bu puan ne kadar yüksekse düşme korkusu o kadar fazla demektir (21).

3.2.4.3. Baş dönmesi engellilik envanteri (DHI)

Türk geçerlilik ve güvenilirlik çalışması Canbal ve arkadaşları (23) tarafından yapılmıştır. Bu ölçek baş dönmesi olan hastalardaki psikososyal yetersizlikleri ve yaşam kalitesi üzerine olan olumsuz etkileri değerlendirir. 25 soruya bireyler ‘evet’, ‘bazen’ veya ‘hayır’ yanıtlarından birini verdi. ‘Evet’ cevabı 4 puan, ‘bazen’ cevabı 2 puan ve ‘hayır’ cevabı 0 puan olarak değerlendirildi. 25 sorudan 9 tanesi hastanın emosyonel durumu ile, 9 tanesi fonksiyonel durumu ile 7 tanesi de fiziksel durumu ile ilgiliydi. Engellilik düzeyinin yorumlanmasında 0-30 puan arası ‘düşük seviyede engellilik’, 31-60 arasındaki puanlar ‘orta seviyede engellilik’, 61-100 arası puanlar ise ‘yüksek seviyede engellilik’ olarak değerlendirildi (23).

3.2.5.İşitme cihazı uygulaması:

Hasta grubuna bilateral Sonic Radiant 60 miniRITE model işitme cihazları ExpressFitPro yazılımı ve NOAHlink wireless arayüzü kullanılarak uygulanmıştır. İşitme cihazı uygulamasında hastaların odyolojik verilerine ek olarak MedRx Avant REM Speech+ cihazı ile gerçek kulak ölçümleri yapılmış ve Bestfit Fast SE fitting algoritması kullanılmıştır. Sonic Radiant 60 miniRITE işitme cihazları hoparlörün kulak içerisinde olduğu Receiver In The Ear tip işitme cihazları olduğu için açık uygulama tercih edilmiş ve özel kulak kalıbı yerine tulip tip probalar kullanılmıştır.

3.3. İstatistiksel Değerlendirme

Çalışmanın istatistik analizinde IBM SPSS 26.0 paket programı kullanılmıştır. İşitme sorunu olan ve olmayan katılımcıların demografik özelliklerinin ve Berg, DHI ve FES1 Puanları; vHIT, cVEMP, test sonuçları ve statik ve dinamik denge skorlarının betimsel istatistikleri (frekans, yüzde, minimum, maksimum değerler, ortalama, standart sapma, ortanca) hesaplandı. Tüm parametrelerin gruplara ve cihaz kullanımı öncesi/sonrasına göre normal dağılıp dağılmadığı Shapiro Wilk test ile belirlendi. İşitme cihazı kullanımı öncesi/sonrası karşılaştırmalarda normal dağılıma uygunluk durumunda paired samples t test, normal dağılıma uygunsuzluk durumunda ise Wilcoxon signed ranks test kullanılmıştır. Kontrol grubu ile Hasta grubunun sürekli değişkenler açısından karşılaştırılmasında ise normal dağılıma uygunluk durumunda independent samples t test, normal dağılıma uygunsuzluk durumunda ise Mann- Whitney U test kullanılmıştır.

Kategorik verilerin karşılaştırılmasında ise ki-kare test kullanılmıştır. Tüm istatistiksel analizler % 95 güven aralığında, anlamlılık ise $p < 0,05$ düzeyinde değerlendirilmiştir.



4. BULGULAR

Araştırmaya işitmesi normal olan ve denge problemi olmayan 18-50 yaş arasında 40 kişiden oluşan kontrol grubu ve yine 18-50 yaş arasında bilateral sensörinöral işitme kaybı olup hiç işitme cihazı kullanmamış 40 kişiden oluşan çalışma grubu dahil edildi. Çalışma grubuna 6 ay süreyle bilateral işitme cihazı kullandıktan sonra tekrar tüm değerlendirmeler yapıldı.

Çalışmanın sonucunda elde edilen verilerin istatistiksel değerlendirmesine şu parametreler dahil edildi. Sağ saf ses ortalaması(Sağ SSO), sol saf ses ortalaması (Sol SSO), Horizontal vHIT sırasında sağa çevirmede elde edilen kazanç (vHIT Sağ Gain), sağa çevirmede sakkad varlığı (vHIT Sağ Sakkad), sola çevirmede elde edilen kazanç (vHIT Sol Gain), sola çevirmede sakkad varlığı (vHIT Sol Sakkad), cVEMP sağa tone burst uyararla elde edilen amplitüd (cVEMP Sağ Amp), cVEMP sola tone burst uyararla elde edilen amplitüd (cVEMP Sol Amp), cVEMP sağa uyararla P1 latansı (cVEMP Sağ P1), cVEMP sola uyararla P1 latansı (cVEMP Sol P1), Düşme Riski, denge ölçeği skorları (BERG), Baş dönmesi engellilik envanteri puanı (DHI), Uluslararası Düşme Etkinlik Skalası puanları (FES1).

Sağlıklı kontrol grubunda hava yolu eşikleri 500 Hz, 1000Hz, 2000Hz ve 4000Hz’de saf ses ortalamaları 25dB’den daha düşük olduğu tespit edildi.

Tablo 4.1. Katılımcıların demografik verilerinin dağılımı

	Hasta Grubu (n=40)		Kontrol Grubu (n=40)		p
	Min.-Maks.	Ort.±SS	Min.-Maks.	Ort.±SS	
Yaş	18-52	35,7±11,1	18-50	33,25±9,2	0,285
Cinsiyet	n	%	n	%	
Kadın	20	50,00%	20	50,00%	1
Erkek	20	50,00%	20	50,00%	

* :p>0,05 Mann Whitney U test, Ki-kare test

İşitme sorunu yaşayan katılımcıların yaş ortalaması 35,7± 11,1 olup en genci 18, en yaşlısı 52 yaşındadır. Kontrol grubunun yaş ortalaması ise 33,25± 9,2 olup en genci 18, en yaşlısı 50 yaşındadır. Gruplar arasında yaş bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. (Mann Whitney U test; p>0,05) Gruplar yaş bakımından homojendir.

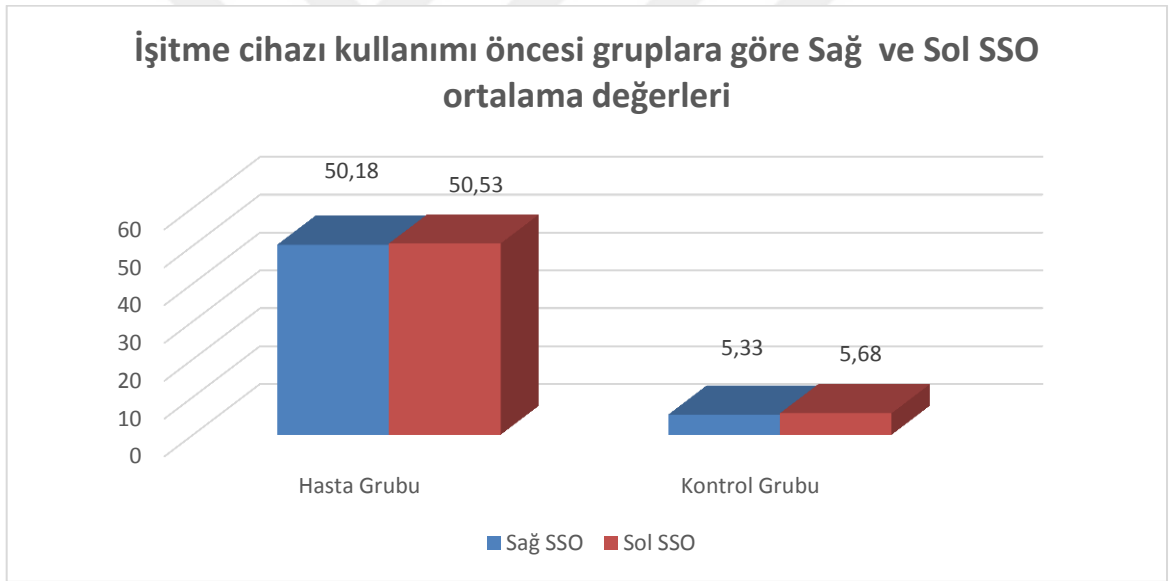
Her iki grubun da 20'si (%50) erkek, 20'si de (%50) kadındır. Gruplar arasında cinsiyet bakımından da istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur (Ki-kare test; $p>0,05$). Gruplar cinsiyet bakımından da homojendir (Tablo 4.1).

Tablo 4.2 İşitme cihazı kullanımı öncesi gruplara göre Sağ ve Sol SSO ortalama değerlerinin karşılaştırılması

İşitme cihazı kullanımı öncesi	Hasta Grubu (n=40)			Kontrol Grubu (n=40)			p
	Ortanca	Min.-Maks.	Ort.±SS	Ortanca	Min.-Maks.	Ort.±SS	
SAĞ SSO	48	31-91	50,18±12,9	5	0-15	5,33±3,9	0,0001**
SOL SSO	51,5	28-100	50,53±13,9	5	0-15	5,68±3,9	0,0001**

**: $p<0,01$ Mann Whitney U test

Gruplar arasında Sağ ve Sol SSO bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. (Mann Whitney U test; $U=0$; $Z=-7,72$; $p=0,0001<0,01$) (Tablo 4.2.1).



Şekil 4.1. İşitme cihazı kullanımı öncesi gruplara göre Sağ ve Sol SSO ortalama değerleri

Tablo 4.3. İşitme cihazı kullanımı öncesi gruplara göre vHİT Sağ/Sol Kazanç, cVEMP Sağ/Sol Amplitüd ve cVEMP Sağ/ Sol P1 latans ortalama değerlerinin karşılaştırılması

İşitme cihazı kullanımı öncesi	Hasta Grubu (n=40)			Kontrol Grubu (n=40)			P
	Ortanca	Min.-Maks.	Ort.±SS	Ortanca	Min.-Maks.	Ort.±SS	
vHİT Sağ Kazanç	0,67	0,54-1	0,7±0,1	0,99	0,78-1,2	0,94±0,1	0,0001**
vHİT Sol Kazanç	0,68	0,47-1,1	0,7±0,1	0,96	0,72-1,3	0,93±0,1	0,0001**
cVEMP Sağ Amplitüd	20,4	5,6-55	22,42±12,1	90	68,5-105	90,21±8,8	0,0001**
cVEMP Sol Amplitüd	21,95	4,1-53,3	22,26±11,8	91,05	67,3-103	90,41±8,8	0,0001**
cVEMP Sağ P1	12,3	10,1-18,9	13,5±2,5	13	13-15	13,22±0,4	0,068
cVEMP Sol P1	12,6	10-18	13,62±2,3	13	12-15	13,3±0,6	0,265

****:**p<0,01 Mann Whitney U test

Gruplar arasında Sağ SSO bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. (Mann Whitney U test; U=0; Z=-7,72; p=0,0001<0,01)

Gruplar arasında Sol SSO bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. (Mann Whitney U test; U=0; Z=-7,712; p=0,0001<0,01)

Gruplar arasında vHİT Sağ ve Sol lateral kanal kazanç bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. (Mann Whitney U test; U=103; Z=-6,73; p=0,0001<0,01)

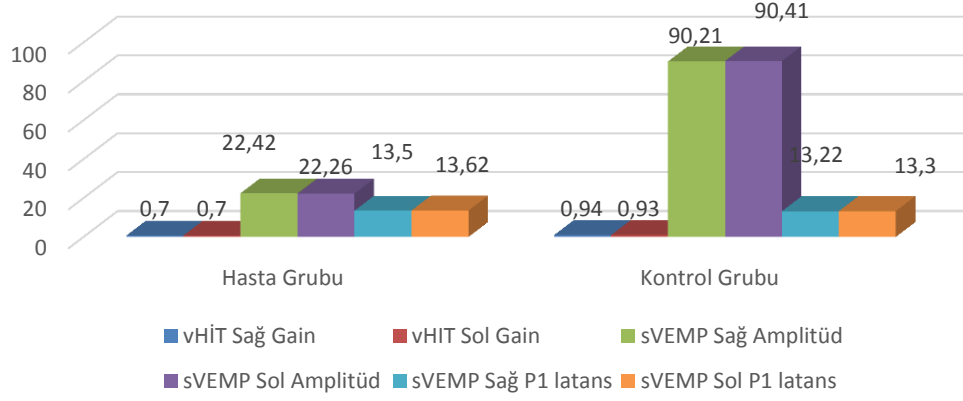
Gruplar arasında cVEMP Sağ amplitüd bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. (Independent samples t test; t=-28,527; p=0,0001<0,01)

Gruplar arasında cVEMP Sol amplitüd bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. (Independent samples t test; t=-29,225; p=0,0001<0,01)

Gruplar arasında Düşme Riski % bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır. (Mann Whitney U test; U=20; Z=-8,177; p=0,0001<0,01)

Gruplar arasında cVEMP latansları bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark yoktur. (Mann Whitney U test; p>0,05) (Tablo 4.2.2).

İşitme cihazı kullanımı öncesi gruplara göre vHIT Sağ/Sol Kazanç, cVEMP Sağ/Sol Amplitüd ve cVEMP Sağ/Sol P1 latans ortalama değerleri



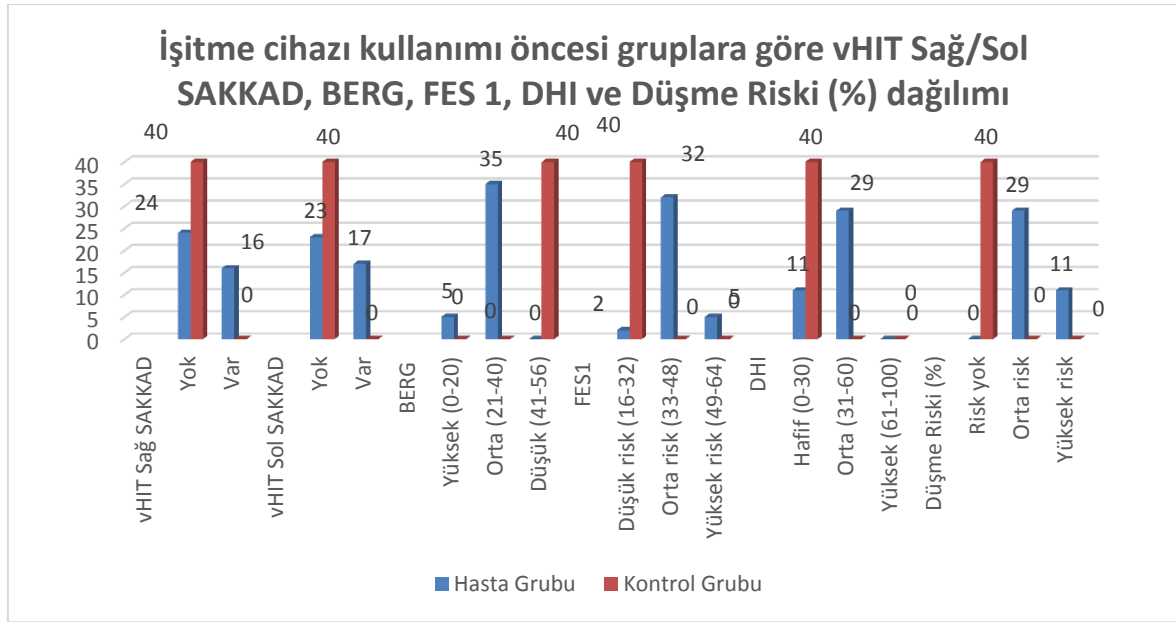
Şekil 4.2. İşitme cihazı kullanımı öncesi gruplara göre vHIT Sağ/Sol Kazanç, cVEMP Sağ/Sol Amplitüd ve cVEMP Sağ/ Sol P1 latans ortalama değerleri

Tablo 4.4. Kontrol ve İşitme cihazı kullanımı öncesi hasta grubunun vHIT Sağ/Sol Sakkad, BERG,DHI ve Düşme Riski (%)dağılımı parametrelerin karşılaştırılması

İşitme cihazı kullanımı öncesi	Hasta Grubu (n; %)	Kontrol Grubu (n; %)	p
vHIT Sağ SAKKAD			
Yok	24 (60)	40 (100)	0,0001**
Var	16 (15)	0 (0)	
vHIT Sol SAKKAD			
Yok	23 (57,5)	40 (100)	0,0001**
Var	17 (42,5)	0 (0)	
BERG			
Yüksek (0-20)	5 (12,5)	0 (0)	0,0001**
Orta (21-40)	35 (87,5)	0 (0)	
Düşük (41-56)	0 (0)	40 (100)	
FES1			
Düşük risk (16-32)	2 (5,1)	40 (100)	0,0001**
Orta risk (33-48)	32 (82,1)	0 (0)	
Yüksek risk (49-64)	5 (12,8)	0 (0)	
DHI			
Hafif (0-30)	11 (27,5)	40 (100)	0,0001**
Orta (31-60)	29 (72,5)	0 (0)	
Yüksek (61-100)	0 (0)	0 (0)	
Düşme Riski (%)			
Risk yok	0 (0)	40 (100)	0,0001**
Orta risk	29 (72,5)	0 (0)	
Yüksek risk	11 (27,5)	0 (0)	

****:**p<0,01 Ki-kare test

Gruplar arasında vHITSakkad, BERG Denge Ölçeği, Uluslararası Düşme Etkinlik Skalası (FES1), Baş Dönmesi Engellilik Envanteri (DHI) ve Düşme Riski açısından istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi (Ki-kare test; p=0,0001<0,01) (Tablo 4.4).



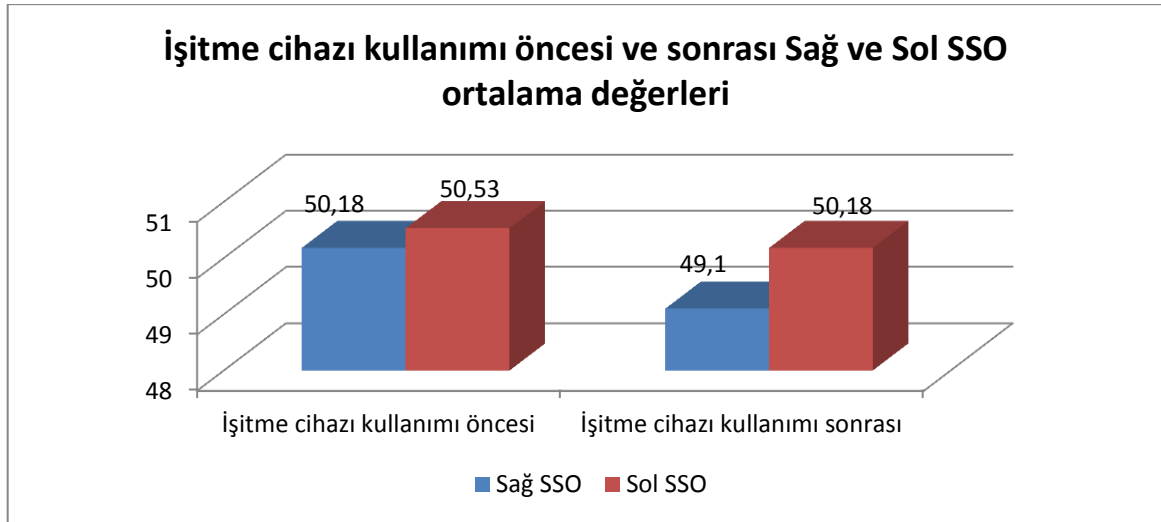
Şekil 4.3. İşitme cihazı kullanımı öncesi gruplara göre vHIT Sağ/Sol Sakkad, BERG,DHI ve Düşme Riski (%)dağılımı.

Tablo 4.5. İşitme cihazı kullanımı öncesi ve sonrası hasta grubunun SSO ortalama değerlerinin karşılaştırılması

	İşitme cihazı öncesi (n=40)			İşitme cihazı sonrası (n=40)			p
	Ortanca	Min.-Maks.	Ort.±SS	Ortanca	Min.-Maks.	Ort.±SS	
SAĞ SSO	48	31-91	50,18±12,9	48	31-91	49,1±11,7	0,285
SOL SSO	51,5	28-100	50,53±13,9	52	28-100	50,18±12,9	0,588

*:p>0,05 Wilcoxon signed ranks test

İşitme sorunu yaşayan grupta işitme cihazı kullanımı öncesi ve sonrası Sağ SSO ve Sol SSO değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi. (Wilcoxon signed ranks test; p>0,05)(Tablo4.5).



Şekil 4.4. İşitme cihazı kullanımı öncesi ve sonrası Sağ ve Sol SSO ortalama değerleri.

Tablo 4.6. İşitme cihazı kullanımı öncesi ve sonrası gruplara göre vHIT Sağ/Sol Kazanç, cVEMP Sağ/Sol Amplitüd ve cVEMP Sağ/ Sol P1 latans ortalama değerlerinin karşılaştırılması

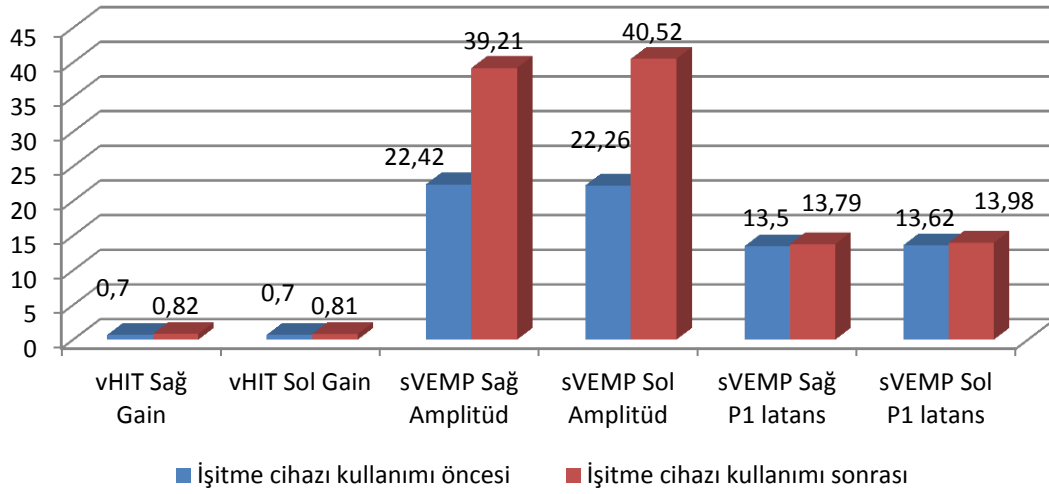
	İşitme cihazı öncesi (n=40)			İşitme cihazı sonrası (n=40)			p
	Ortanca	Min.-Maks.	Ort.±SS	Ortanca	Min.-Maks.	Ort.±SS	
vHIT Sağ Kazanç	0,67	0,54-1	0,7±0,1	0,78	0,66-1,3	0,82±0,1	0,0001**
vHIT Sol Kazanç	0,68	0,47-1,1	0,7±0,1	0,79	0,67-1,2	0,81±0,1	0,0001**
cVEMP Sağ Amplitüd	20,4	5,6-55	22,42±12,1	35,05	10,5-87	39,21±16,5	0,0001**
cVEMP Sol Amplitüd	21,95	4,1-53,3	22,26±11,8	37,3	12,3-91,9	40,52±17,4	0,0001**
cVEMP Sağ P1 latans	12,3	10,1-18,9	13,5±2,5	13,75	11,2-16	13,79±1,1	0,267
cVEMP Sol P1 latans	12,6	10-18	13,62±2,3	14	11,4-16,1	13,98±1,2	0,219

****:**p<0,01 Wilcoxon signed ranks test, Paired samples t test

İşitme sorunu yaşayan grupta işitme cihazı kullanımı öncesi ve sonra vHIT lateral kanal kazanç değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlemlendi. (Wilcoxon signed ranks test; Z=-4,998; p=0,0001<0,01) Cihaz kullanımı sonrası vHIT kazancı anlamlı olarak arttığı görüldü.

İşitme sorunu yaşayan grupta işitme cihazı kullanımı öncesi ve sonrası cVEMP amplitüd değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardı. (Paired samples t test; t=-8,116; p=0,0001<0,01) Cihaz kullanımı sonrası cVEMP amplitüd değeri anlamlı olarak artmıştır.

Hasta grubunda işitme cihazı kullanımı öncesi sonrası değerlerin dağılımı



Şekil 4.5. Hasta grubunda işitme cihazı kullanımı öncesi sonrası değerlerin dağılımı.

Tablo 4.7. İşitme cihazı kullanımı öncesi ve sonrası hasta grubunun vHIT Sağ/Sol Sakkad, BERG,DHI ve Düşme Riski (%)dağılımı parametrelerinin karşılaştırılması

	İşitme cihazı kullanımı öncesi (n; %)	İşitme cihazı kullanımı sonrası (n; %)	p
vHIT Sağ SAKKAD			
Yok	24 (60)	38 (95)	0,001**
Var	16 (40)	2 (5)	
vHIT Sol SAKKAD			
Yok	23 (57,5)	38 (95)	0,0001**
Var	17 (42,5)	2 (5)	
Düşme Riski			
Risk yok	0 (0)	36 (90)	0,0001**
Düşük risk	0 (0)	4 (10)	
Orta risk	29 (72,5)	0 (0)	
Yüksek risk	11 (27,5)	0 (0)	
BERG			
Düşük (41-56)	0 (0)	35 (87,5)	0,0001**
Orta (21-40)	35 (87,5)	5 (12,5)	
Yüksek (0-20)	5 (12,5)	0 (0)	
FES 1			
Düşük risk (16-32)	2 (5,13)	34 (87,18)	0,0001**
Orta risk (33-48)	32 (82,05)	5 (12,82)	
Yüksek risk (49-64)	5 (12,82)	0 (0)	
DHI			
Hafif (0-30)	11 (27,5)	39 (97,5)	0,0001**
Orta (31-60)	29 (72,5)	1 (2,5)	

**: $p < 0,01$ McNemar test, Wilcoxon signed ranks test

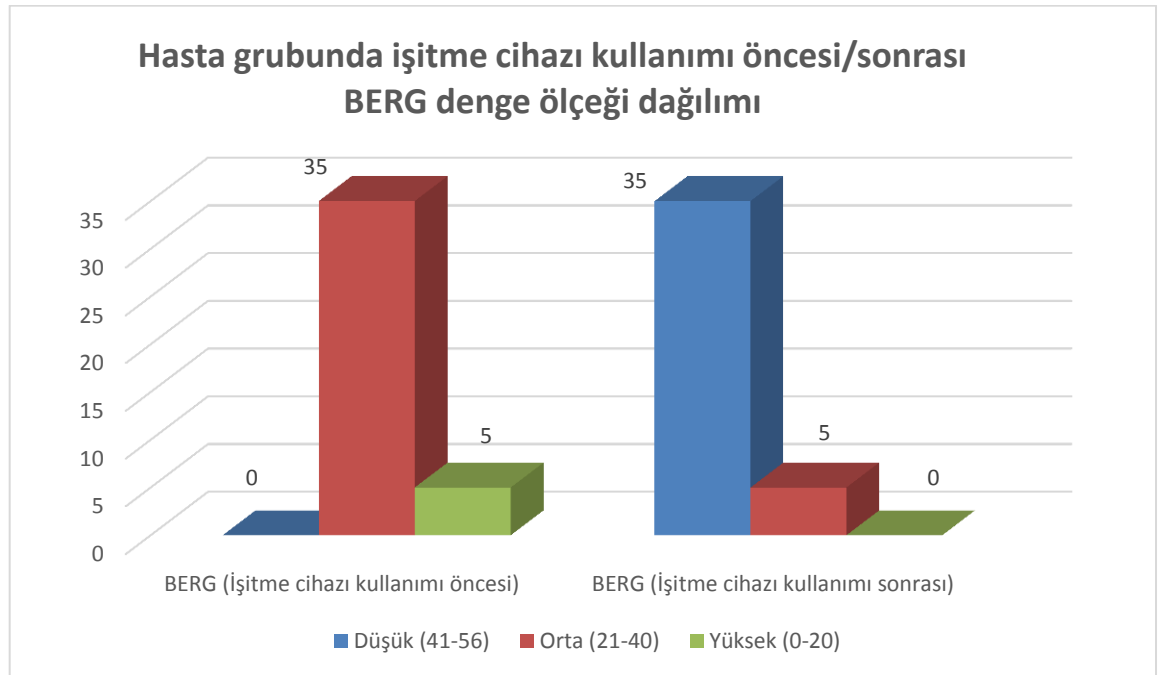
İşitme sorunu yaşayan grupta işitme cihazı kullanımı öncesi ve sonrası vHIT Sakkadlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır (McNemar test; $p=0,0001<0,01$). (Tablo 4.7.)

İşitme sorunu yaşayan grupta işitme cihazı kullanımı öncesi ve sonrası Düşme Riski açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edildi (Wilcoxon signed ranks test; $p=0,0001<0,01$). Cihaz kullanımı sonrası hastaların düşme risklerinde anlamlı bir azalma görüldü.

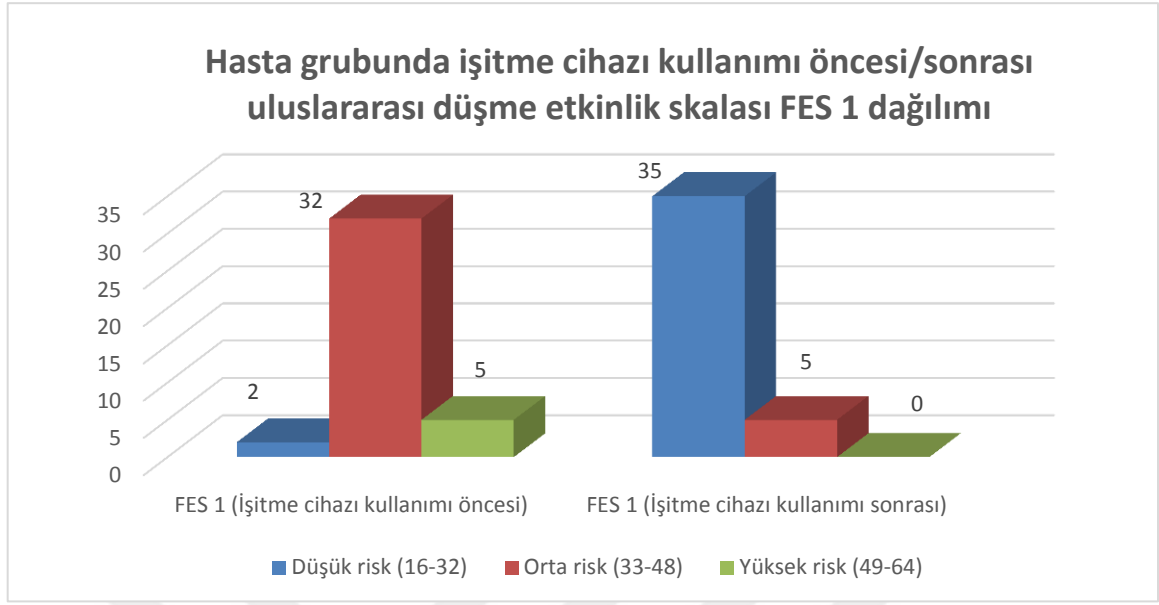
İşitme sorunu yaşayan grupta işitme cihazı kullanımı öncesi ve sonrası Berg Denge Ölçeği açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardı (Wilcoxon signed ranks test; $p=0,0001<0,01$).

İşitme sorunu yaşayan grupta işitme cihazı kullanımı öncesi ve sonrası FES 1 Uluslararası Düşme Etkinlik Skalası açısından istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlendi (Wilcoxon signed ranks test; $p=0,0001<0,01$).

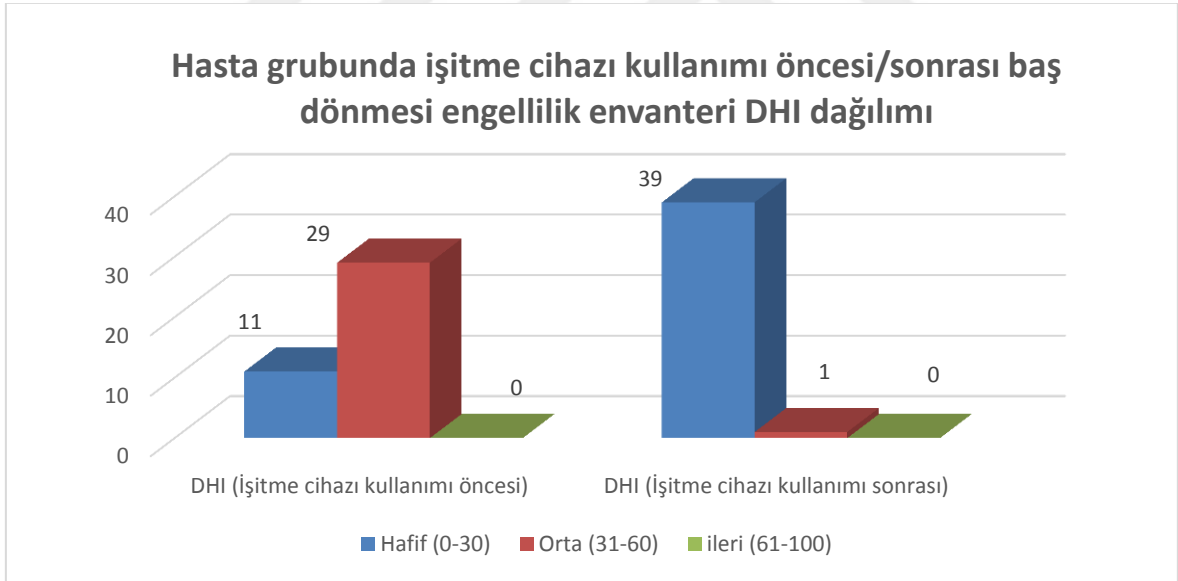
İşitme sorunu yaşayan grupta işitme cihazı kullanımı öncesi ve sonrası (DHI) Baş Dönmesi Engellilik Envanteri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi (Wilcoxon signed ranks test; $p=0,0001<0,01$). Cihaz kullanımı sonrası hastaların baş dönmesi risklerinde anlamlı bir azalma görüldü (Tablo 4.7.).



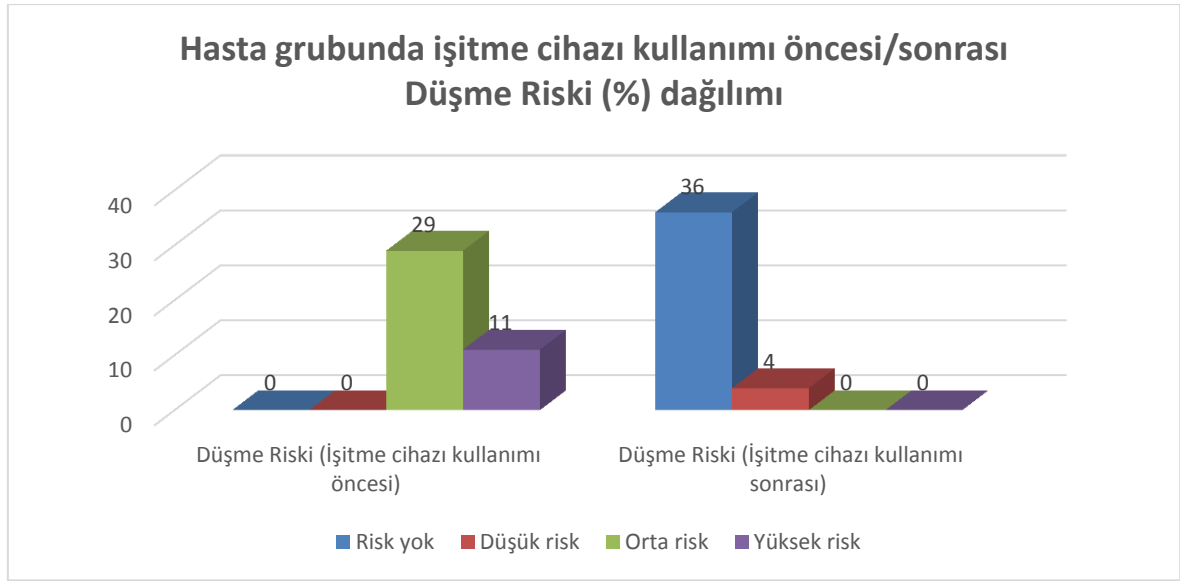
Şekil 4.6. Hasta grubunda işitme cihazı kullanımı öncesi/sonrası BERG Denge ölçeği dağılımı.



Şekil 4.7. Hasta grubunda işitme cihazı kullanımı öncesi/ sonrası uluslararası düşme etkinlik skalası Fes 1 dağılımı



Şekil 4.8. Hasta grubunda işitme cihazı kullanımı öncesi/sonrası baş dönmesi engellilik envanteri DHI dağılımı.



Şekil 4.9. Hasta grubunda işitme cihazı kullanımı öncesi/sonrası Düşme Riski(%) dağılımı.

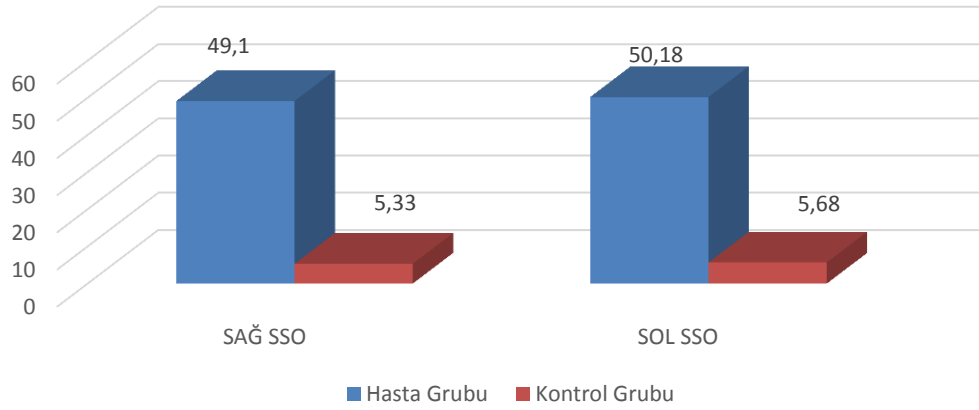
Tablo 4.8. Kontrol ve işitme cihazı kullanımı sonrası hasta grubunun saf ses odyometre test parametrelerinin karşılaştırılması

İşitme cihazı kullanımı sonrası	Hasta Grubu (n=40)			Kontrol Grubu (n=40)			p
	Ortanca	Min.-Maks.	Ort.±SS	Ortanca	Min.-Maks.	Ort.±SS	
SAĞ SSO	48	31-91	49,1± 11,7	5	0-15	5,33±3,9	0,0001**
SOL SSO	52	28-100	50,18± 12,9	5	0-15	5,68±3,9	0,0001**

****:**p<0,01 Mann Whitney U test

Gruplar arasında sağ ve sol SSO bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark vardır (Mann Whitney U test; U=0; Z=-7,72; p=0,0001<0,01). (Tablo 4.8).

İşitme cihazı kullanımı sonrası gruplara göre Sağ ve Sol SSO ortalama değerleri



Şekil 4.10. İşitme cihazı kullanımı sonrası gruplara göre Sağ ve Sol SSO ortalama değerleri.

Tablo 4.9. Kontrol ve işitme cihazı kullanımı sonrası hasta grubunun vHIT Sağ/Sol Kazanç, cVEMP Sağ/Sol Amplitüd ve cVEMP Sağ/ Sol P1 latans ortalama değerlerinin tüm parametrelerinin karşılaştırılması

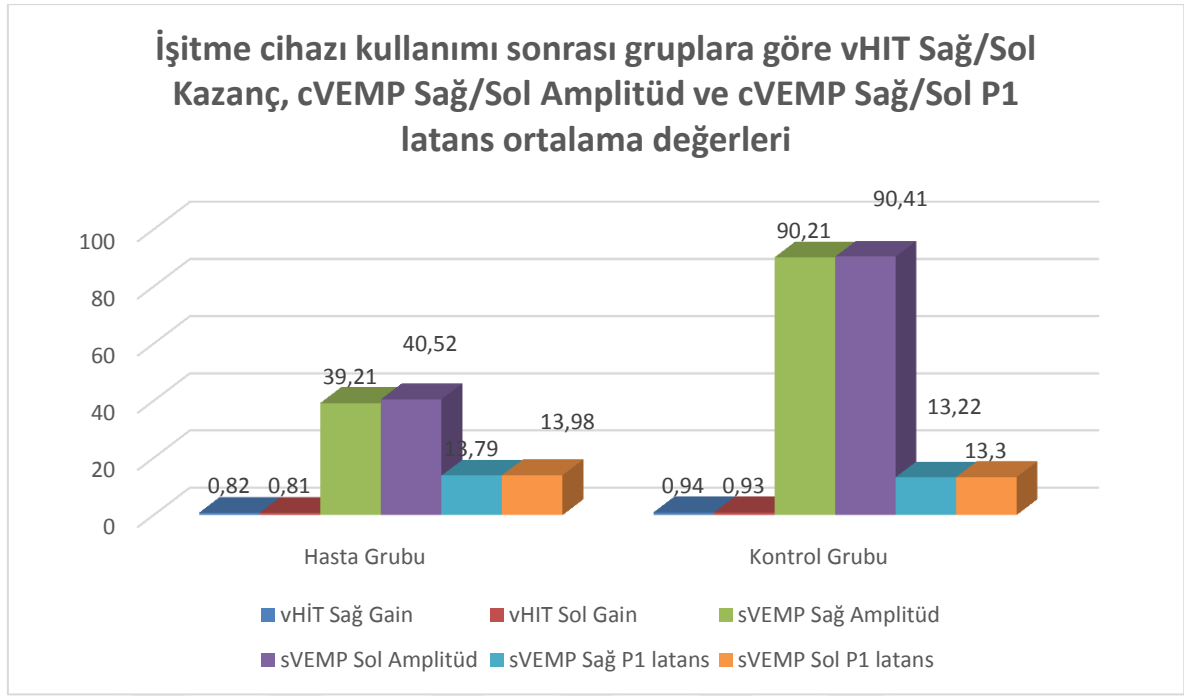
İşitme cihazı kullanımı sonrası	Hasta Grubu (n=40)			Kontrol Grubu (n=40)			p
	Ortanca	Min.-Maks.	Ort.±SS	Ortanca	Min.-Maks.	Ort.±SS	
vHIT Sağ Kazanç	0,78	0,66-1,3	0,82± 0,1	0,99	0,78-1,2	0,94±0,1	0,0001**
vHIT Sol Kazanç	0,79	0,67-1,2	0,81± 0,1	0,96	0,72-1,3	0,93±0,1	0,0001**
cVEMP Sağ Amplitüd	35,05	10,5-87	39,21± 16,5	90	68,5-105	90,21±8,8	0,0001**
cVEMP Sol Amplitüd	37,3	12,3-91,9	40,52±17,4	91,05	67,3-103	90,41±8,8	0,0001**
cVEMP SAĞ P1	13,75	11,2-16	13,79± 1,1	13	13-15	13,22±0,4	0,003**
cVEMP SOL P1	14	11,4-16,1	13,98± 1,2	13	12-15	13,3±0,6	0,012*

**:p<0,01 Mann Whitney U test, Independent samples t test

Gruplar arasında vHIT lateral kanal kazançlar bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edildi (Mann Whitney U test; U=0; Z=-7,72; p=0,0001<0,01).

Gruplar arasında cVEMP Amplitüd bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark gözlemlendi. (Independent samples t test; t=-17,262; p=0,0001<0,01)

Gruplar arasında cVEMP latanslar bakımından istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi (Mann Whitney U test; U=509; Z=-2,953; p=0,003<0,01))(Tablo 4.9).



Şekil 4.11. İşitme cihazı kullanımı sonrası gruplara göre vHIT lateral kanal Sağ/ Sol Kazanç, cVEMP Sağ/ Sol Amplitüd ve cVEMP Sağ/ Sol P1 latans ortalama değerleri.

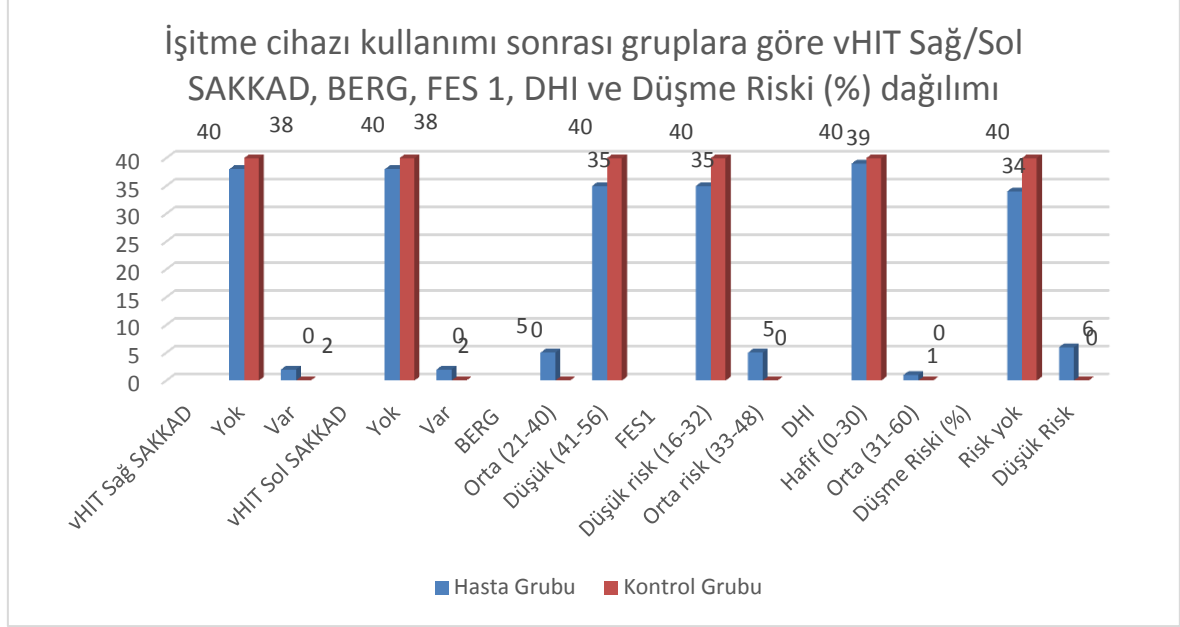
Tablo 4.10. Kontrol ve işitme cihazı kullanımı sonrası hasta grubunun vHIT Sağ/Sol Sakkad, BERG,DHI ve Düşme Riski (%)dağılımı parametrelerin karşılaştırılması.

İşitme cihazı kullanımı sonrası	Hasta Grubu (%)	(n;	Kontrol Grubu (%)	(n;	p
vHIT Sağ SAKKAD					
Yok	38 (95)		40 (100)		0,152
Var	2 (5)		0 (0)		
vHIT Sol SAKKAD					
Yok	38 (95)		40 (100)		0,152
Var	2 (5)		0 (0)		
BERG					
Orta (21-40)	5 (12,5)		0 (0)		0,021*
Düşük (41-56)	35 (87,5)		40 (100)		
FES1					
Düşük risk (16-32)	35 (87,5)		40 (100)		0,021*
Orta risk (33-48)	5 (12,5)		0 (0)		
DHI					
Hafif (0-30)	39 (97,5)		40 (100)		0,314
Orta (31-60)	1 (2,5)		0 (0)		
Düşme Riski (%)					
Risk yok	34 (85)		40 (100)		0,011*
Düşük risk	6 (15)		0 (0)		

*,p<0,05, *,p>0,05 Ki-kare test

Gruplar arasında BERG Denge Ölçeği, Uluslararası Düşme Etkinlik Skalası (FES1), ve Düşme Riski açısından istatistiksel olarak anlamlı fark elde edildi. (Ki-kare test; p<0,05)

Gruplar arasında, Baş Dönmesi Engellilik Envanteri (DHI), vHIT Sakkadlar açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmedi. (Ki-kare test; $p>0,05$) (Tablo 4.10).



Şekil 4.12. İşitme cihazı kullanımı sonrası gruplara göre vHIT Sağ/ Sol Sakkad, BERG, FES, DHI ve Düşme Riski(%) dağılımı

5. TARTIŞMA

Denge, vizüel, duyuşal ve motor fonksiyonları içeren karmaşık bir sistemdir. Denge kontrolüne katkıda bulunduğu bilinen klasik duyu sistemleri görsel, somatosensoriyel ve vestibüler sistemlerdir. Bu sistemlerden gelen bilgiler denge merkezinde toplanır, hazırlanır ve yanıtlar değerdendirilir.

İşitme başın çevresinde oluşın ses dalgalarının dış kulak, orta kulak ve iç kulak aracılığıyla işitme sinirine geçip oradan da beyin sapı ve diğerd merkezi işitme yolları aracılığı ile serebral korteksteki işitme merkezine ulaşmasıdır.

İşitme kaybı, işitme yollarındaki herhangi bir hastalığa bağılı olarak sesin işitme merkezine iletilememesi ya da işitme merkezi tarafından algılanamaması sonucu işitme fonksiyonunun kısmen veya bütünü ile bozulmasıdır.

İşitme ve denge, iç kulakta yer alan benzer yapılar tarafından yönetilir ve birbirleriyle yakından ilişkilidir. Koklea, işitme işlevini yerine getiren iç kulaktaki bir yapıdır. Koklea içindeki tüylü hücreler, titreşen ses dalgalarını mekanik enerjiye dönüştürür ve sinirsel sinyaller halinde beyne iletilir. Vestibüler sistem ise, denge işlevinden sorumlu olan bir yapıdır. Bu sistem, başın pozisyonu, hareketi ve yönü hakkında bilgi sağlar. Vestibüler sistem, başın dengesini kontrol ederken, işitme fonksiyonu da bu dengeyi korumada önemli bir rol oynar. Örneğın, bir kişı hareket halindeyken başını çevirdiğında, vestibüler sistem bu hareketi algılar ve vücuttaki diğerd sistemleri hareketi takip etmek için uarmaya başlar. İşitme fonksiyonu, bu işlemi tamamlayarak, kişinin çevreden gelen sesleri ve uyarıları algılamasını sağlar. Bu nedenle, vestibüler sistem ve işitme fonksiyonları birbirlerinden ayırlamaz ve birlikte çalışrlar (1).

İşitmenin, denge fonksiyonlarında rol oynayabileceğı fikri 1985'ten beri incelenmektedir. İşitme kaybının postüral bozuklukla bağlantılı olabileceğı literatürdeki çalışmlar ile doğrulanmıştır (2,3,4).

Vasiliki ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada yaşa bağılı işitme kaybının 40 yaşında bilateral olarak başladığını ve ilerlediğini göstermiştir. Sakküler fonksiyondaki azalma 50 ila 60 yaşları arasında başladığını, 60 ila 80 yaşından sonra utriküler fonksiyonda bir azalma

rapor etmişlerdir (28). Bununla birlikte genellikle vestibüler sistem dejenerasyonunun 50' li yaşlardan itibaren başlayıp 75- 80 yaşlarında % 40 nöronal hücre kaybı olduğunu bildiren çalışmalar mevcuttur (29). Sakkül makulasında yaşa bağlı %25 dejenerasyon gözlenirken utrikül makulasında 70- 95 yaşında bile sadece % 25 kayıp bildirilmiştir (30).

Çalışmamızda kontrol grubu yaş ortalaması 18-50 ($33,25 \pm 9,2$), işitme kaybı yaşayan çalışma grubu yaş ortalaması ($35,7 \pm 11,1$) olup tüm katılımcılar 18-50 yaş arasındadır. Bu yaş aralığının seçilmesinin nedeni koklear ve vestibüler yaşlanmanın ortalama 50 yaş sonrasında başlaması ve çalışmamızdaki hasta grubunun yaşa bağlı koklear ve vestibüler dejenerasyondan etkilenmemesidir.

Denge sorunları ve işitme kaybının birlikte ortaya çıkması, iç kulaktaki vestibüler ve işitme organlarının yakınlığını, ortak anatomisini, fizyolojisini ve bunların VIII. kranial sinir ve beyin sapı yoluyla ilgili innervasyonunu içerir. Bu yakınlık, bir sistemdeki bozukluğun diğer sistemi etkileme olasılığını artırır. İşitmenin denge sisteminde (görme, somatosensasyon ve vestibüler sistemden gelen girdiden sonra) dördüncü bir duyuşal girdi olarak görev yapabileceği savunulur. İşitme kaybı olan erişkinlerde dengeyi geliştirmek için işitme cihazlarının kullanılabileceği belirtilmiştir (31).

Mahafza ve arkadaşları, hafif ile şiddetli sensörinöral işitme kaybı olan yetişkinlerde işitme cihazlarının (İC) denge kontrolü üzerindeki etkisini gözden geçirmişler ve IC'larının dengeyi iyileştirebileceği sonucuna varmışlardır. Teşhis edilen ve tedavi edilen işitme kaybının (İC'ler ve koklear implantlar dahil) denge ve düşme riski üzerindeki etkisini gözden geçirmişler ve işitme amplifikasyonunun yaşlılarda dengeyi büyük olasılıkla iyileştirdiği sonucuna varmışlardır (31).

Berge ve arkadaşları 1075 hastada İşitme ve postural denge arasındaki ilişkiyi değerlendirmiştir. Vestibüler bozukluk şüphesi ile incelenen hastalar bu çalışmaya dahil edilmiştir. İşitme testi, VNG, kalorik test ve statik postürografi testleri uygulanmıştır. İşitme kaybı arttıkça postüral dengesizliğin arttığını tesbit etmişlerdir. Her 10 dB'lik işitme kaybının artması sonucunda 1,4 kat düşme riskinin artırdığını belirtmişlerdir (32). İşitme kaybının işitme cihazı veya koklear implant kullanarak iyileştirilmesi sonucunda düşme riskinin azalabileneciği söylemişlerdir (2).

Çalışmamızda işitme kayıplı hastalara 6 ay boyunca işitme cihazı kullandıktan sonra yapılan testler sonucunda 18 sorudan oluşan anketin %72'si, Postürografi (Romberg) %18'i ve Stepping Test(Fukuda) %10'u otomatik olarak cihaz tarafından hesaplanarak WALTHER'a göre düşme riskleri değerlendirilmiştir. Düşme riski derecesi 4 (Yüksek risk)'ten 1'e gerileyerek (risk yok) düşme riskinin azaldığı görülmüştür. Bu sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur. Çalışmada bulunan sonuçlar yukarıdaki çalışma ile uyumludur.

Negahban ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, bilateral işitme kaybı olan 60 yaş üstü yetişkinlerin bir grubuna 3 ay işitme cihazı uygulamışlar, diğer gruba işitme cihazı uygulamamışlardır. İşitme cihazlı gruptaki denekler önce işitme cihazları açıkken, daha sonra işitme cihazları kapalı olarak test sonuçlarını bakılmıştır. İşitme cihazının takılması ve çalıştırılmasının, işitme kaybı olan yaşlı yetişkinler arasında postural stabilitede iyileşme sağladığından, işitsel bilginin statik denge işlevini sürdürmede önemli olduğunu göstermişlerdir. Bu nedenle, yaşlılarda işitme cihazı kullanımı, işitme kaybı olan yaşlılarda gözlenen postural instabilite için yeni bir tedaviye destek yöntemi olarak düşünülebilir (33).

Çalışmamızda, işitme kaybını işitme cihazı ile amplifikasyon sağladıktan sonra dengeyi korumada olumlu etkileri olduğu görüldü. Bu sonuçlar azalan işitmenin denge bozukluğu ile olan ilişkisini göstermiş ve yukarıda bahsedilen çalışmayı desteklemiştir.

Vitkovic ve arkadaşlarının yaptığı diğer bir çalışma da normal işiten 50, işitme kayıplı 28 ve vestibüler işlev bozukluğu olan 19 denek ile sesin postüral salınımı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. İşitsel ipuçlarının normal işiten denekler tarafından postüral salınımı iyileştirmek için kullanıldığı gözlemlenmiştir. İşitme kaybı olduğunda postüral kontrol için sesi kullanma yeteneği azaldığı ancak işitme cihazı kullanımıyla bu durumun üstesinden geldiği tespit edilmiştir (34).

Çalışmamızda da işitme kaybı olan kişilerde yapılan postürografi testindeki postüral salınımlarının işitme cihazı kullandıktan sonra istatistiksel olarak anlamlı derecede düzeldiği görülmektedir.

Traq ve arkadaşları, İşitme Engelli (İE) yetişkinlerde İC'nin statik ve dinamik denge üzerindeki etkisini belirlemek için bilimsel literatür çalışmalarını incelenmiştir.

İncelenen 10 çalışmadan altısı, işitme cihazı kullanımıyla dengede önemli gelişmeler olduğunu bildirmiştir. Bunun yanı sıra dört çalışmada, işitme cihazı kullanımıyla dengede herhangi bir gelişme olmadığını göstermiştir. İşitme cihazlarının işitme engelli yetişkinlerde denge üzerindeki potansiyel etkilerine ilişkin gelecekteki araştırmalar, işitme ve denge bozukluğu olan yetişkinlerde işitme cihazlarının hem statik hem de dinamik denge üzerindeki etkilerini daha iyi açıklamaktadır (31).

Çalışmamızda da işitme kaybı ile denge arasında bir ilişki olduğunu ve işitme cihazı kullanımı sonrasında statik dengede anlamlı bir iyileşme tesbit edilmiştir. Bu sonuçlar yukarıdaki 6 çalışmayı destekler niteliktedir.

M.Agmon ve arkadaşları, yaşlı erişkinlerde azalmış işitmeyi, azalmış postüral kontrol ve daha yüksek düşme riski ile ilişkilendirilmişlerdir. Hem işitme kaybı hem de düşmeler yaşlı kişilerin yaşam kalitesi üzerinde dramatik etkilere sahiptir. Çok sayıda araştırma, iki alan arasındaki komorbiditeyi araştırmışlardır. Mevcut derlemenin amacı, işitme kaybı ile postüral kontrolün objektif ölçümleri arasındaki komorbiditeyi tanımlamak, bu ilişkinin altında yatan potansiyel mekanizmaları sunmak ve bu komorbiditenin klinik sonuçlarını tartışmaktır. Taranan 211 makaleden 7'si sistematik incelemeye dahil edilmiş. İşitme sistemini ve postüral kontrolü etkileyebilecek fizyolojik, bilişsel ve davranışsal süreçler, işitme kaybı ve postüral kontrol arasındaki ilişki için potansiyel açıklamalar olarak önerilmiştir. Yaşlılarda işitme kaybı ile postüral kontrolün objektif ölçümleri arasında bağımsız bir ilişki olduğuna dair kanıtlar vardır. Bununla birlikte, bu ilişkinin altında yatan mekanizmaların daha kapsamlı bir şekilde anlaşılması henüz aydınlatılmamıştır. Bu iki modalitenin eşzamanlı tanısı, tedavisi ve rehabilitasyonu yaşlı erişkinlerde düşmeleri azaltabilir ve yaşam kalitesini artırabilir (35).

Carpenter ve arkadaşlarının yaptığı başka bir çalışmada, 65 yaş üstü çift taraflı işitme cihazı kullanan kişilerde, cihazlı ve cihazsız koşullarda postural stabilite ölçülmüştür. Dengeyi köpük üzerinde Romberg testi ve tandem duruş testi kullanılarak değerlendirilmişlerdir. Ayrıca subjektif denge ölçümü testleri kullanarak da ölçmüşlerdir (36).

Denge performanslarını işitme cihazlı durumda işitme cihazsız duruma göre önemli ölçüde daha iyi bulmuşlardır. Bu sonuçlar, işitme cihazlarının işitme kaybı olan yetişkinlerde dengesizlik için yeni bir tedavi yöntemi olduğunu ve işitme cihazı kullanmanın bu popülasyonda düşmeleri önlemek için de yararlı bir yöntem olabileceğini göstermişlerdir (36).

Çalışmamızda da yukarıdaki çalışmada olduğu gibi denge fonksiyonuna yönelik objektif testlere ek olarak üç subjektif skala kullanıldı. Berg Denge Ölçeği ve DHI gibi subjektif skalalardan elde edilen önemli sonuçlar, bireylerin günlük yaşamlarında herhangi bir baş dönmesinden bahsetmeseler bile bu problemlerin subjektif değerlendirmeler yardımıyla tespit edilebileceğini göstermektedir. Bu anlamda gruplar arasında Uluslararası Düşme Etkinlik Skalasında da benzer sonuçların elde edilmesi hastaların emosyonel olarak kendilerini daha iyi hissettiklerini göstermektedir.

Postural kontrol, somatosensoriyel, görsel ve vestibüler girdilerin bütünleşmesini gerektiren karmaşık bir iştir. Bu modalitelerden gelen bilgilerin önemi büyüktür ve çevreye bağlı olarak değişebilir. Yapılan çalışmalar işitmenin, postüral kontrol üzerindeki önemine dikkat çekmiştir. Gerçekten de, işitsel ortamlar postüral kontrolü iyileştirebilir veya kötüleştirebilir. Duyusal ipuçlarını ortadan kaldırarak, duyusal girdinin postüral kontrol üzerindeki önemini daha iyi anlamak mümkündür (37,38,39).

Maheu ve arkadaşları, duyusal ipuçlarının, normal işitmeye sahip (NH) bireylerdeki postural salınım üzerindeki etkisini, vestibüler bozukluğu (HIVL) olan işitme engelli bireyler ve vestibüler bozukluğu olmayan işitme engelli (HI) bireyler üzerindeki etkisini değerlendirmişlerdir. İlk olarak duyusal ipuçları olmadan, vestibüler bozukluğu olan işitme engelli bireyler (HIVL) ve vestibüler bozukluğu olmayan işitme engelli bireyler (HI) ve normal işitmeye sahip olanlar (NH) arasında önemli bir fark olduğunu ortaya koymuşlar. İkincisi, vestibüler bozukluğu olan işitme engellilerde duyusal ipuçları varlığında NH ve HL gruplarına kıyasla daha fazla iyileşme gözlemişlerdir. Son olarak da işitme cihazı kullanan HIVL katılımcılarda somatosensoriyel bağlılık, NH ve HL'ye kıyasla önemli ölçüde azaldığını bulmuşlardı (40).

Çalışmamızda işitme kayıplı kişilerin postural salınımlarını vestibüler testlerle değerlendirdik. Daha sonra işitme cihazı uyguladıktan 6 ay sonra postural salınımlarını tekrar değerlendirdik. İşitme cihazı kullanımı ile işitsel girdilerin artması sonucunda postural salınımlarının azaldığı tespit edildi.

Zhong ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, sabit bir ses kaynağından elde edilen işitsel uzamsal ipuçlarının, katılımcıların görme yetisiyle kendilerini dengelemelerine yardımcı

olup olamayacağını incelemişler, uzamsal işitsel ipuçları mevcut olduğunda postüral stabilitede önemli bir iyileşme olduğunu göstermişlerdir.

Bu çalışma, uzamsal işitme ve denge arasında bir bağlantı olduğunu göstermiştir. Deneyler, sabit bir ses kaynağının merkezi sinir sisteminin postüral stabiliteyi daha iyi kontrol etmesi için yeterli uzamsal ipucu sağlayabileceğini göstermiştir. Bununla birlikte, vestibüler sistemin işitsel ipuçlarıyla gösterdiği etki, görsel ipuçlarından alınandan daha zayıftır (41).

Vitkovic ve arkadaşları , çevremizin işitme “haritasının” denge kontrolünü sağlamak için kullanılması hipotezini araştırmışlar. Normal işiten 50, işitme kayıplı 28 ve vestibüler işlev bozukluğu olan 19 denek üzerinde sesin postüral salınımı üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Akustik İşitsel ipuçlarının normal işiten denekler tarafından postüral salınımı iyileştirmek için kullanıldığı görülmüştür. İşitme kaybı olduğunda postüral kontrol için sesi kullanma yeteneği azalır, ancak işitme cihazı kullanımıyla bu durumun üstesinden gelindiği görülmektedir. Ekstra vestibüler bozukluğu olan hastalar, işitsel ipuçlarından daha fazla yararlanır, işitsel girdiler arttıkça vestibüler fonksiyonlarının da iyileştiğini görmüşlerdir (42).

Amerika Birleşik Devletleri'nde düşmeler 65 yaş üstü yetişkinlerde kaza sonucu ölümlerin önde gelen nedenidir. Epidemiyolojik çalışmalar, yaşlı insanlar arasında işitme kaybı ile düşme riski arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir. Vestibüler, proprioseptif ve görsel sistemlerin postural stabiliteye katkıda bulunduğu bilinmektedir, ancak işitmenin dengenin korunmasına katkısı henüz belirlenmemiştir(43,44).

Rumalla ve arkadaşları, cihazlı ve cihazsız koşullarda 65 yaş üstü bilateral işitme cihazı kullanıcılarında postural stabiliteyi ölçmek bir çalışma yapmışlar. İşitme cihazlı durumda, işitme cihazsız duruma göre postural stabiliteyi önemli ölçüde daha iyi bulmuşlardır. Dengedeki iyileşme ile işitme arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki tanımlanmış, sonuçlar, işitme cihazlarının işitme kaybı olan yaşlı erişkinlerde dengesizlik için yeni bir tedavi yöntemi olduğunu göstermektedir ve işitme cihazı kullanmanın bu popülasyonda düşmeleri önlemek için önemli bir halk sağlığı yararı sunabileceğini düşündürmektedir (44).

McDaniel ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada, deneyimli, yetişkin işitme cihazı kullanıcılarına işitme cihazı kulağına takılı ve işitme cihazı kulağında olmadan bilgisayarlı postürografi ile dengelerinin değerlendirmişlerdir. Ölçümler sonucunda işitme cihazlarının

varlığına veya yokluğuna bakılmaksızın katılımcılarının dengesinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamamışlardır. Bu sonuçlar, işitsel girdinin güçlendirilmesinin işitme ve denge bozukluğu olan bireylerde dengeye fayda sağlayabileceğini gösteren önceki araştırmaları desteklememiştir (45).

Çalışmamız, yukarıdaki çalışmanın aksine, işitme cihazı kullanmaya başladıktan sonra denge fonksiyonlarındaki iyileşmeyi objektif ve sübjektif testlerle göstermiş oldu. cVEMP amplitüd ve vHIT kazançlarındaki işitme cihazı kullanmaya başlamadan önceki değerleri ile işitme cihazı kullandıktan sonraki değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunması, bunun göstergesidir.

Jafari ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada, vestibüler uyarılmış miyojenik potansiyel (VEMP) ve akustik olarak uyarılmış, kısa gecikmeli negatif yanıt (ASNR) kayıtlarının yüzdesini ve bunların varlığı ile statik denge yeteneği ve ileri derecede sensörinöral işitme kaybı olan çocukların postüral kontrolü arasındaki ilişkiyi değerlendirmişlerdir.

Araştırmalar, doğuştan veya erken edinilmiş ileri ve çok ileri derecede işitme kaybı olan çocuklarda denge bozukluklarının olası olduğunu göstermiştir. Çalışmalarında normal çocuklarla, ileri derecede işitme kaybına sahip olan çocukların vestibüler fonksiyonlarını VEMP ile karşılaştırmışlar iki grup arasında anlamlı fark bulmuşlardır. İşitme kaybı varlığında sakkülün etkilenebileceğine, bunun da postural dengeyi etkileyeceğini bildirmişlerdir (46).

Çalışmamızda tüm hasta grubunda yükselmiş cVEMP amplitüdları, VOR kazancının artması ve sakkad varlığının kaybolması İCnın denge sistemine katkısını göstermektedir.

65 yaş ve üstü erişkinlerde düşme sık görülen bir sorundur. Yaşlı yetişkinlerin üçte biri her yıl düşmektedir. Bu durum yaşlı yetişkinlerin yaşam kalitesini düşürür ve hatta yaşlı yetişkinin ölümüne yol açabilir (47,48)

Yaşlı yetişkinleri rahatsız eden bir başka yaygın sorun da işitme kaybıdır. Yaşa bağlı işitme kaybı, 70-79 yaş arası kişilerin %60'ından fazlasını ve 80 yaş ve üstü kişilerin %80'ini etkiler (49).

Ayrıca, son yapılan çalışmalar, daha yavaş yürüme hızı ve zayıf Romberg skorları gibi düşme riskiyle ilişkili değerlendirmeler yoluyla yaşlı erişkinlerde işitme kaybı ile denge eksiklikleri arasında bağlantı kurmuşlardır (50).

Victoria Kowalewki ve arkadaşları da normal işiten 20 genç yetişkin, 20 yaşlı yetişkin ve işitme kaybı olan 19 yaşlı yetişkinin işitsel ve denge durumlarına bakmışlar, dengede durmak için adım sayılarını karşılaştırmışlardır. İşitme kaybı olan yaşlı erişkinlerde, genç erişkinlere ve normal işitmeye sahip yaşlı erişkinlere kıyasla dengeyi yeniden kazanmak için gereken adım sayısının daha fazla olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Adım sayısının, işitme kaybı olan yaşlı erişkinlerde düşme riskini belirlemek için uygun bir klinik değerlendirme aracı olabilir sonucuna varmışlardır.

İşitme kaybı olan yaşlı yetişkinler, dengelerini yeniden kazanmak için daha fazla sayıda adıma ihtiyaç duyuyor gibi görünmektedir ve normal işiten yaşlı yetişkinlere kıyasla düşme açısından daha büyük bir risk altında olabilirler. Adım sayısı, işitme kaybı olan yaşlı yetişkinlerde düşme riskini değerlendirmek için uygun bir denge sonuç ölçütü olabilir sonucuna varmışlardır (51).

Tjernström yapmış olduğu çalışmada, kulak zarına yerleştirilen ventilasyon tüpü ile orta kulağa iletilen basıncın, oval ve yuvarlak pencereler yoluyla iç kulağa iletilerek basınç artışına yol açtığını savunmuştur. Bunun da iç kulak vasküler sistemde dekonjesyona ve geçici olarak endolenfatik kanal blokajının azalmasına yol açtığını belirtmiştir (52).

Çalışmamızın sonucunda, işitme cihazı kullanımı sonrası işitme kaybı olan yetişkinler arasında periferik inputlar düzelince sinir kas kavşağında olumlu gelişmelerin olması, düzenli uyarının sakkülle inferior sinir arasındaki kavşak sayısını arttırdığı şeklinde yorumlanabilir. Bu durumun dengede önemli bir iyileşmeye sebep olduğu ve vestibüler fonksiyonların iyileşmesi, ayrıca düşme riskini de azaltacağını göstermektedir. İşitme cihazlarının dengesizlik için yeni bir tedavi yöntemi sunduğunu ve vestibüler, propriyoseptif ve görsel ipuçlarının yanısıra işitsel girdinin dengeyi korumaya önemli katkı sunduğunu düşündürmektedir.

Sınırlı sayıda çalışma daha önce işitme ve denge arasındaki ilişkiyi incelemiş ve sonuç olarak işitme cihazlarının dengeyi pozitif yönde destekleyici yeteneğini göstermişlerdir.

Literatürdeki birçok çalışmada 60 yaş üstü deneklerin değerlendirildiği çalışmalar olup, çalışmaya katılan grupların presbiakuzi ve presbivestibüliye sahip olabileceği göz önüne alınmalıdır.

Çalışmamızda yaşlanmaya bağlı işitme ve denge sorunlarını ekarte edebilmek için 18-50 yaş arasındaki grup ile çalıştık. Bu özellik bizim çalışmamızı literatürdeki diğer çalışmalardan ayırmaktadır. Presbiavestibüleye bağlı değişimleri kısmen bu şekilde sınırlamış olduk, yine yaşa bağlı olmayan işitme kayıplarının da dengeyi olumsuz etkilediğini çalışmamızda göstermiş olduk.

Diğer çalışmalara kıyasla çalışmamız, hem objektif hem subjektif yöntemlerle işitme kaybının vestibüler fonksiyona etkilerini ve işitme cihazı kullanan hastaların vestibüler fonksiyonlarında eskiye göre iyileşme olduğunu göstermiş oldu.

İşitme cihazı öncesi ve sonrası olarak tasarlanan çalışmamız, bu özelliği ile de literatürdeki diğer çalışmalardan farklılık göstermiştir.

Çalışmamızın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Hasta grubunun vestibüler patolojisinin olup olmadığının daha detaylı araştırılmasının daha faydalı olacağını da düşünmekteyiz.

İleride daha büyük örneklem grubu, daha uzun süreli takip ile yapılan çalışmalara bizim çalışmamızın ışık tutacağına inanıyoruz.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Çalışmamızda, işitme kayıplı kişilerde işitme cihazı öncesi ve sonrası yapılan objektif ve subjektif denge test sonuçları karşılaştırılarak elde edilen bulgular aşağıda belirtilmiştir;

1. Yapılan cVEMP testlerinde işitme cihazı kullanımı öncesinde ve işitme cihazı kullanımı sonrasında hem sağ kulakta hem sol kulakta latans sürelerindeki değişimler anlamlı bulunmamıştır ($p>0,05$).
2. Yapılan cVEMP testlerinde işitme cihazı kullanımı öncesinde ve işitme cihazı kullanımı sonrasında cVEMP Sağ Amplitüd ve Sol Amplitüd değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmiştir ($p<0,01$).
3. İşitme sorunu yaşayan grupta işitme cihazı kullanımı öncesi ve sonrası vHIT Sağ Sakkad ($p<0,01$) ve vHIT Sol Sakkad varlığı arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmiştir ($p<0,01$).
4. İşitme sorunu yaşayan grupta işitme cihazı kullanımı öncesi ve sonrası vHIT Sağ ve Sol kazanç değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark gözlenmiştir ($p<0,01$).
5. Yapılan Statik Postürografi testlerinde işitme cihazı kullanımı öncesinde ve işitme cihazı kullanımı sonrasında Düşme Riski açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmiştir ($p<0,01$).
6. Yine işitme cihazı kullanımı öncesi ve sonrası DHI Baş Dönmesi Engellilik Envanteri açısından istatistiksel olarak anlamlı fark gözlenmiştir ($p<0,01$).
7. İşitme cihazı öncesi ve sonrası yapılan diğer subjektif testimiz İşitme sorunu yaşayan grupta işitme cihazı kullanımı öncesi ve sonrası Berg Denge Ölçeği açısından istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir ($p<0,01$).
8. İşitme sorunu yaşayan grupta işitme cihazı kullanımı öncesi ve sonrası FES 1 Uluslararası Düşme Etkinlik Skalası açısından istatistiksel olarak anlamlı bir fark elde edilmiştir ($p<0,01$).

Sonuç olarak işitme cihazının vestibüler fonksiyonlar üzerinde olumlu etkisi olduğu, objektif bulgularda düzelme meydana getirebileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

1. Akyıldız A.N.: Denge organının anatomisi. Kulak Hastalıkları ve Mikrocerrahisi, Bilimsel Tıp Yayınevi, Ankara, 1998;1. Cilt:62-71.
2. Berge JE, Nordahl SHG, Aarstad HJ, Goplen FK. Hearing as an Independent Predictor of Postural Balance in 1075 Patients Evaluated for Dizziness. Otolaryngol Head Neck Surg 2019;161(3):478–84.
3. Gandemer L, Parseihian G, Kronland-Martinet R, Bourdin C. Spatial Cues Provided by Sound Improve Postural Stabilization: Evidence of a Spatial Auditory Map. Front Neurosci 2017 Jun 26;11:357
4. Suarez H, Angeli S, Suarez A, Rosales B, Carrera X, Alonso R. Balance sensory organization in children with profound hearing loss and cochlear implants. Int J Pediatr Otorhinolaryngol 2007 Apr;71(4):629–37.
5. Ardıç FN. Denge Sisteminin İşleyişi, İçinde: Ardıç FN (editör), Vertigo 2.Baskı, İzmir, US Akademi 2019: 1-20.
6. Akyıldız N, Balkan E, Ahmed A, Tutar VB V. No Title. AKADEMİ. 2018;kitap(1):vertigo.
7. Runge-Samuelson CL, Friedland DR. Anatomy of the Auditory System. Cummings Otolaryngol - Head Neck Surg 2010;1831–7.
8. Baloh and Honrubia's Clinical Neurophysiology of the Vestibular System - Robert Baloh, MD, FAAN, Kevin Kerber, MD - Google Kitaplar [2023 Apr 27].
9. Lonsbury-Martin BL, Martin GK. The clinical utility of distortion-product otoacoustic emissions. Ear Hear 1990 Apr 1;11(2):144–54.
10. Walker MF. Vertigo and Disequilibrium. Curr Ther Neurol Dis Text with CD-ROM. 2005;5–8.
11. Wackym PA, Snow JB. Otology and Neurotolgy. Vol. 122, Otolaryngology - Head and Neck Surgery. 2000. 898–898 p.
12. Angelaki DE. Eyes on target: what neurons must do for the vestibuloocular reflex during linear motion. J Neurophysiol 2004 Jul;92(1):20–35.
13. Satar B. Elektronistagmografi/Videonistagmografi İAF (editör), Vertigo, 2.Baskı, İzmir, US Akademi 2019: 83-108.
14. Koçdor P. Video Baş İtme Testi, İçinde: Ardıç FN (editör), Vertigo, 2.Baskı İ, US Akademi 2019: 167-178.
15. Erbek HS. Vestibüler Uyarılmış Kas Potansiyelleri İAF (editör), Vertigo, 2.Baskı, İzmir, US Akademi 2019: 179-190.
16. Stewart CE, Holt AG, Altschuler RA, Cacace AT, Hall CD, Murnane OD, et al.

Effects of Noise Exposure on the Vestibular System: A Systematic Review. *Front Neurol.* 2020 Nov 25;11:1327.

17. Aksoy S, Börü A, Kılıç RT. Postürografi, İçinde: Ardıç FN (editör) V, 2.Baskı, İzmir, US Akademi 2019: 113-152. *Vertigo. Kitap.* 2019;(2):113–52.
18. Physiology of the Auditory System | Semantic Scholar [cited 2023 Apr 27].
19. Wackym PA, Snow JB, James B. Ballenger's otorhinolaryngology : head and neck surgery. [2023 May 10];
20. Şahin F, Büyükavcı R, Sağ S, Dogu B, Kuran B. Reliability and validity of the Turkish version of the Berg Balance Scale in Patients with Stroke. *Turk/Phys Med Rehab.* 2013 Sep ;59:170-5.
21. Ulus Y, Durmus D, Akyol Y, Terzi Y, Bilgici A, Kuru O. Reliability and validity of the Turkish version of the Falls Efficacy Scale International (FES-I) in community-dwelling older persons. *Arch Gerontol Geriatr.* 2012 May;54(3):429–33.
22. Yardley L, Beyer N, Hauer K, Kempen G, Piot-Ziegler C, Todd C. Development and initial validation of the Falls Efficacy Scale-International (FES-I). *Age Ageing* [Internet]. 2005 Nov [cited 2023 May 10];34(6):614–9.
23. Canbal M, Cebeci S, Duyan GÇ, Kurtaran H, Arslan İ. Baş Dönmesi Engellilik Envanterinin Türkçe Geçerlilik ve Güvenilirlik Çalışması. *Turkish J Fam Med Prim Care.* 2016 Mar 15;(Volume 1, Issue 10):1.
24. Eddins DA. Hearing aids. second edition, harvey dillon. Vol. 34, Ear and Hearing. 2013. 813 p.
25. Jack Katz. Handbook of Clinical Audiology. seventh edition 2015. 703–726 p.
26. <https://www.sonici.com/hearing-solutions/hearing-aids>
27. Walther LE, Kleeberg J, Rejmanowski G, Hänsel J, Lundershausen D, Hörmann K, et al. Stürze und sturzrisikofaktoren von bedeutung in der ambulanten HNO-versorgung? *HNO.* 2012;60(5):446–56.
28. Paplou V, Schubert NMA, Pyott SJ. Age-Related Changes in the Cochlea and Vestibule: Shared Patterns and Processes. *Front Neurosci.* 2021 Sep 3;15:680856.
29. Schniepp R, Boerner JC, Decker J, Jahn K, Brandt T, Wuehr M. Noisy vestibular stimulation improves vestibulospinal function in patients with bilateral vestibulopathy. *J Neurol.* 2018 Oct 1;265:57–62.
30. Rosenhall U. Degenerative patterns in the aging human vestibular neuro-epithelia. *Acta Otolaryngol* 1973 Aug 1;76(2):208–20.
31. Mahafza MT, Wilson WJ, Brauer S, Timmer BHB, Hickson L. A Systematic Review of the Effect of Hearing Aids on Static and Dynamic Balance in Adults with Hearing Impairment. *Trends Hear.* 2022 Jan-Dec;26:23312165221121014

32. Lin FR, Ferrucci L. Hearing loss and falls among older adults in the United States. *Arch Intern Med* 2012 Feb 27;172(4):369–71.
33. Negahban H, Bavarsad Cheshmeh ali M, Nassadj G. Effect of hearing aids on static balance function in elderly with hearing loss. *Gait Posture*. 2017 Oct 1;58:126–9.
34. Vitkovic J, Le C, Lee SL, Clark RA. The Contribution of Hearing and Hearing Loss to Balance Control. *Audiol Neurotol* 2016 Oct 1;21(4):195–202.
36. Carpenter MG, Campos JL. The Effects of Hearing Loss on Balance: A Critical Review. *Ear Hear* 2020 Nov 1;41 Suppl 1:107-119.
37. Benarroch EE. Neuroscience for clinicians: basic processes, circuits, disease mechanisms, and therapeutic implications. Oxford University Press; 2021. 832 pages. ISBN: 9780190948894
38. Peterka RJ. Sensorimotor integration in human postural control. *J Neurophysiol*. 2002;88(3):1097–118.
39. Gandemer L, Parseihian G, Kronland-Martinet R, Bourdin C. The influence of horizontally rotating sound on standing balance. *Exp Brain Res*. 2014 Nov 21;232(12):3813–20.
40. Maheu M, Behtani L, Nooristani M, Houde MS, Delcenserie A, Leroux T, et al. Vestibular Function Modulates the Benefit of Hearing Aids in People With Hearing Loss During Static Postural Control. *Ear Hear* 2019 Nov 1;40(6):1418–24.
41. Zhong X, Yost WA. Relationship between postural stability and spatial hearing. *J Am Acad Audiol*. 2013 Oct;24(9):782–8.
42. Vitkovic J, Le C, Lee SL, Clark RA. The contribution of hearing and hearing loss to balance control. *Audiol Neurotol*. 2016 Oct 1;21(4):195–202.
43. Neuroscience for Clinicians - Google Books [Internet]. [cited 2023 Apr 30].
44. Rumalla K, Karim AM, Hullar TE. The effect of hearing aids on postural stability. *Laryngoscope* 2015 Mar 1;125(3):720–3.
45. McDaniel DM, Motts SD, Neeley RA. Effects of Bilateral Hearing Aid Use on Balance in Experienced Adult Hearing Aid Users. *Am J Audiol* 2018 Mar 1;27(1):121–5.
46. Jafari Z, Asad Malayeri S. The effect of saccular function on static balance ability of profound hearing-impaired children. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 2011;75(7):919–24.
47. Shumway-Cook A, Ciol AM, Hoffman J, Dudgeon JB, Yorkston K, Chan L. Falls in the Medicare population: incidence, associated factors, and impact on health care. *Phys Ther* 2009 Apr;89(4):324–32.
48. Sherrington C, Tiedemann A, Fairhall N, Close JCT, Lord SR. Exercise to prevent falls in older adults: an updated meta-analysis and best practice recommendations. *N*

S W Public Health Bull2011;22(3–4):78–83.

49. Lin FR, Niparko JK, Ferrucci L. Hearing loss prevalence in the United States. Arch Intern Med 2011 Nov 14;171(20):1851–2.
50. Chen DS, Betz J, Yaffe K, Ayonayon HN, Kritchevsky S, Martin KR, et al. Association of hearing impairment with declines in physical functioning and the risk of disability in older adults. J Gerontol A Biol Sci Med Sci2015 May 1;70(5):654–61.
51. Kowalewski V, Patterson R, Hartos J, Bugnariu N. Hearing Loss Contributes to Balance Difficulties in both Younger and Older Adults. J Prev Med2018;3(2).
52. Tjernström Ö. Middle ear pressure on the inner ear. Acta Oto-Laryngologica 1977;83(1-6):11-5



EK 1: Araştırma Projesi Etik Kurul Onayı

Evrak Tarih ve Sayısı: 01.03.2022-107711



1993

BAşKENT ÜNİVERSİTESİ
Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu

Sayı : E-94603339-604.01.02-107711

Konu : Proje Onayı

01.03.2022

DAğITIM YERLERİNE

Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalında görev yapmakta olan Prof. Dr. Levent Naci Özlüoğlu'nun danışmanlığında Sağlık Bilimleri Enstitüsü / Odyoloji Doktora Programı öğrencisi Leyla Türe'nin sorumluluğunda yürütülecek olan KA22/65 nolu "İşitme kayıplı bireylerde işitme cihazının denge fonksiyonları üzerine etkisinin değerlendirilmesi" başlıklı araştırma projesi Kurulumuz ve Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu'nun 23/02/2022 tarih ve 22/31 sayılı kararı ile uygun görülmüştür. Projenin başlama tarihi ile çalışmanın sunulduğu kongre ve yayınlandığı dergi konusunda Kurulumuza bilgi verilmesini rica ederim.

Not: Çalışma bildiri ve/veya makale haline geldiğinde "Gereç ve Yöntem" bölümüne aşağıdaki ifadelerden uygun olanının eklenmesi gerekmektedir.

— Bu çalışma Başkent Üniversitesi Tıp ve Sağlık Bilimleri Araştırma Kurulu ve Etik Kurulu tarafından onaylanmış (Proje no:...) ve Başkent Üniversitesi Araştırma Fonunca desteklenmiştir.

— This study was approved by Baskent University Institutional Review Board and Ethics Committee (Project no:...) and supported by Baskent University Research Fund.

Dağıtım:

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne

Kulak Burun Boğaz Hastalıkları Anabilim Dalına

EK 2: Bilgilendirilmiş Gönüllü Olur Formu



1993

BAŞKENT ÜNİVERSİTESİ

KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR İÇİN BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU

LÜTFEN DİKKATLİCE OKUYUNUZ!!!

Bilimsel araştırma amaçlı klinik bir çalışmaya katılmak üzere davet edilmiş bulunmaktasınız. Bu çalışmada yer almayı kabul etmeden önce çalışmanın ne amaçla yapılmak istendiğini tam olarak anlamanız ve kararınızı, araştırma hakkında tam olarak bilgilendirildikten sonra özgürce vermeniz gerekmektedir. Bu bilgilendirme formu söz konusu araştırmayı ayrıntılı olarak tanıtmak amacıyla size özel olarak hazırlanmıştır. Lütfen bu formu dikkatlice okuyunuz. Araştırma ile ilgili olarak bu formda belirtildiği halde anlayamadığınız ya da belirtilemediğini fark ettiğiniz noktalar olursa hekiminize sorunuz ve sorularınıza açık yanıtlar isteyiniz. Bu araştırmaya katılıp katılmamakta serbestsiniz. Çalışmaya katılım **gönüllülük** esasına dayalıdır. Araştırma hakkında tam olarak bilgilendirildikten sonra, kararınızı özgürce verebilmeniz ve düşünmeniz için formu imzalamadan önce hekiminiz size zaman tanıyacaktır. Kararınız ne olursa olsun, hekimleriniz sizin tam sağlık halinizin sağlanmasına ve korunmasına yönelik görevlerini bundan sonra da eksiksiz yapacaklardır. Araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz takdirde formu imzalayınız.

1. ARAŞTIRMANIN ADI

İşitme kayıplı bireylerde işitme cihazının denge fonksiyonları üzerine etkisinin değerlendirilmesi

2. GÖNÜLLÜ SAYISI

Bu araştırmada yer alması öngörülen toplam gönüllü sayısı 80'dir.

3. ARAŞTIRMAYA KATILIM SÜRESİ

Bu araştırmada yer almanız için öngörülen süre 160 dk 'dır.

4. ARAŞTIRMANIN AMACI

Bu çalışmanın amacı işitme kaybına bağlı olarak ortaya çıkan denge bozuklukları üzerine, işitme cihazı kullanımının etkisini araştırmaktır.

5. ARAŞTIRMAYA KATILMA KOŞULLARI

Araştırmaya katılma koşulları (Çalışma Grubu)

- 1- 18-50 yaş aralığında olmak
- 2- Bilateral sensorineural işitme kaybına sahip olması
- 3- Denge sistemini etkileyen herhangi bir hastalığa sahip olmamak
- 4- İlk kez işitme cihazı kullanmak
- 5- Kulak muayenesinin normal olması
- 6- TipA timpanograma sahip olmak

Araştırmaya katılma koşulları (Kontrol Grubu)

- 1-18-50 yaş aralığında
- 2-Normal işitmeye sahip olmak(500-1000-2000 ve 4000 Hz saf ses ortalamasının <25dB den daha küçük olması)
- 3-Denge sistemini etkileyen herhangi bir hastalığa sahip olmamak
- 4-Kulak muayenesi normal olmak
- 5-TipA timpanograma sahip olmak
- 6-Objektif testlerden vHIT, sVEMP, Posturografi, Subjektif testlerden Berg denge ölçeği, Başdönmesi engellilik anketi , FES 1 Uluslararası Düşme Etkinlik Skalası sonuçlarının normal olması

6. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Size odyoloji kliniğinde bazı işitme ve denge testleri uygulanacaktır. İlk testte kulağınıza kulaklıklar takılıp sessiz kabinde size sesler dinletilecek, elinize verilecek butona sesleri her duyduğunuzda basmanız istenecektir. İkinci testte gözünüze özel bir gözlük takılıp ışıklı bardaki ışıkları takip etmeniz istenecektir. Üçüncü testte başınıza bir lastik bant takılıp başınızı sağa, sola, öne ve arkaya hareket ettirerek bu esnada ekrandaki işareti izlemeniz istenecektir. Ve son testte ise 2 cm. yüksekliğinde bir platforma çıkıp gözler açık ve kapalı ayakta durmanız istenecektir.

Son olarak size üç farklı anket doldurulacaktır.

Bu testler size 6 ay aralıklarla 2 kez uygulanacaktır.

Testlerin hiçbirisi radyasyon içermez, kişiye zarar vermez.

7. GÖNÜLLÜNÜN SORUMLULUKLARI

- 1.Araştırma planına ve araştırmacının önerilerine uymalısınız.
- 2.Araştırma sırasında sizi rahatsız eden herhangi bir durumu sorumlu araştırmacıya bildirmelisiniz.

8. ARAŞTIRMADAN BEKLENEN OLASI YARARLAR

Araştırmamız yalnızca bilimsel amaçlı olup sizin doğrudan yarar görmeyiz ya da tedavinizin seyrini tamamen değiştirmesi beklenmemektedir. Ancak, bu araştırmadan elde edilen sonuçlar sizin gibi tanı almış diğer hastaların tedavisinin planlanmasına katkı sağlayacaktır.

9. ARAŞTIRMADAN KAYNAKLANABİLECEK OLASI RİSKLER

Yapılan testler girişimsel olmayıp herhangi bir risk içermemektedir.

10. ARAŞTIRMADAN KAYNAKLANABİLECEK HERHANGİ BİR ZARARLANMA DURUMUNDA YÜKÜMLÜLÜK / SORUMLULUK DURUMU

Araştırma nedeniyle bir zarar görmeyiz söz konusu olursa, tedavi için gereken masraflar Başkent Üniversitesi tarafından karşılanacaktır.

11. ARAŞTIRMA SÜRESİNCE ÇIKABİLECEK SORUNLARDA ARANACAK KİŞİ

Uygulama süresince, zorunlu olarak araştırma dışı ilaç almak durumunda kaldığınızda Sorumlu Araştırmacıyı önceden bilgilendirmek için, araştırma hakkında ek bilgiler almak için ya da araştırma ile ilgili herhangi bir sorun, istenmeyen etki veya diğer rahatsızlıklarınız için herhangi bir saatte adresi ve telefonu aşağıda belirtilen ilgili hekime ulaşabilirsiniz.

İstediğinizde Günü 24 Saati Ulaşılabilir Hekimin Adres ve Telefonları:

12. GİDERLERİN KARŞILANMASI VE ÖDEMELER

Bu araştırmaya katılmanız için veya araştırmadan kaynaklanabilecek giderler için sizden herhangi bir ücret istenmeyecektir.

13. ARAŞTIRMAYI DESTEKLEYEN KURUM

Araştırmayı destekleyen kurum Başkent Üniversitesi'dir.

14. GÖNÜLLÜYE HERHANGİ BİR ÖDEME YAPILIP YAPILMAYACAĞI

Bu araştırmaya katılmanızla size veya yasal temsilcilerinize herhangi bir maddi katkı sağlanmayacaktır.

15. BİLGİLERİN GİZLİLİĞİ

Araştırma süresince elde edilen sizinle ilgili tıbbi bilgiler size özel bir kod numarası ile kaydedilecektir. Size ait her türlü tıbbi bilgi gizli tutulacaktır. Araştırmanın sonuçları yalnızca bilimsel amaçla kullanılacaktır. Araştırma yayınlansa bile kimlik bilgileriniz verilmeyecektir. Ancak, gerektiğinde araştırmanın izleyicileri, yoklama yapanlar, etik kurullar ve resmi makamlar tıbbi bilgilerinize ulaşabilecektir. Siz de istediğinizde kendinize ait tıbbi bilgilere ulaşabileceksiniz.

16. ARAŞTIRMA DIŞI BIRAKILMA KOŞULLARI

Uygulanan tedavi şemasının gereklerini yerine getirmemeniz, araştırma programını aksatmanız, araştırmaya bağlı veya araştırmadan bağımsız gelişebilecek istenmeyen bir etkiye maruz kalmanız vb. nedenlerle hekiminiz sizin izniniz olmadan sizi araştırmadan çıkarabilir. Bu durum size uygulanan tedavide herhangi bir değişikliğe neden olmayacaktır.

Ancak araştırma dışı bırakılmanız durumunda da, sizinle ilgili tıbbi veriler bilimsel amaçla kullanılabilir.

17. ARAŞTIRMADA UYGULANACAK TEDAVİ DIŞINDAKİ DİĞER TEDAVİLER

Araştırmamızda başka tedavi uygulanmayacaktır.

18. ARAŞTIRMAYA KATILMAYI REDDETME VEYA AYRILMA DURUMU

Bu araştırmada yer almak tamamen sizin isteğinize bağlıdır. Araştırmada yer almayı reddedebilirsiniz ya da herhangi bir aşamada araştırmadan ayrılabilirsiniz; araştırmada yer almayı reddetmeniz veya katıldıktan sonra vazgeçmeniz halinde de kararınız size uygulanan tedavide herhangi bir değişikliğe neden olmayacaktır.

Araştırmadan çekilmeniz ya da araştırmacı tarafından çıkarılmanız durumunda da, sizle ilgili tıbbi veriler bilimsel amaçla kullanılabilir.

19. YENİ BİLGİLERİN PAYLAŞILMASI VE ARAŞTIRMANIN DURDURULMASI

Araştırma sürerken, araştırmayla ilgili olumlu veya olumsuz yeni tıbbi bilgi ve sonuçlar en kısa sürede size veya yasal temsilcinize iletilecektir. Bu sonuçlar sizin araştırmaya devam etme isteğinizi etkileyebilir. Bu durumda karar verene kadar araştırmanın durdurulmasını isteyebilirsiniz.

(Katılımcının/Hastanın/Anne-Baba/Yasal Temsilcinin Beyanı)

Sayın Uzm.Ody.Leyla Türe tarafından Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Kulak Burun Boğaz Kliniği Odyoloji Ünitesi'nde tıbbi bir araştırma yapılacağı belirtilerek bu araştırma ile ilgili yukarıdaki bilgiler bana aktarıldı. Bu bilgilerden sonra böyle bir araştırmaya "katılımcı" (gönüllü) olarak davet edildim.

Eğer bu araştırmaya katılırsam hekim ile aramda kalması gereken bana ait bilgilerin gizliliğine bu araştırma sırasında da büyük özen ve saygı ile yaklaşılacağına inanıyorum. Araştırma sonuçlarının eğitim ve bilimsel amaçlarla kullanımı sırasında kişisel bilgilerimin özenle korunacağı konusunda bana gerekli güvence verildi.

Araştırmanın yürütülmesi sırasında herhangi bir sebep göstermeden araştırmadan çekilebilirim (Ancak araştırmacıları zor durumda bırakmamak için araştırmadan çekileceğimi önceden bildirmemin uygun olacağının bilincindeyim). Ayrıca, tıbbi durumuma herhangi bir zarar verilmemesi koşuluyla araştırmacı tarafından araştırma dışı tutulabilirim.

Araştırma için yapılacak harcamalarla ilgili herhangi bir parasal sorumluluk altına girmiyorum. Bana da bir ödeme yapılmayacaktır.

Araştırma uygulamasından kaynaklanan nedenlerle herhangi bir sağlık sorununun ortaya çıkması halinde, her türlü tıbbi müdahalenin sağlanacağı konusunda gerekli güvence verildi. Bu tıbbi müdahalelerle ilgili olarak da parasal bir yük altına girmeyeceğim anlatıldı.

Bu araştırmaya katılmak zorunda değilim ve katılmayabilirim. Araştırmaya katılmam konusunda zorlayıcı bir davranışla karşılaşmış değilim. Eğer katılmayı reddedersem, bu durumun tıbbi bakımıma ve hekim ile olan ilişkiye herhangi bir zarar getirmeyeceğini de biliyorum.

ARAŞTIRMAYA KATILMA ONAYI

Yukarıda yer alan ve araştırmaya başlanmadan önce gönüllüye verilmesi gereken bilgileri gösteren 4 sayfalık metni okudum ve sözlü olarak dinledim. Aklıma gelen tüm soruları araştırmacıya sordum, yazılı ve sözlü olarak bana yapılan tüm açıklamaları ayrıntılarıyla anlamış bulunmaktayım. Araştırmaya katılmayı isteyip istemediğime karar vermem için bana yeterli zaman tanındı. Bu koşullar altında, bana ait tıbbi bilgilerin gözden geçirilmesi, transfer edilmesi ve işlenmesi konusunda araştırma yürütücüsüne yetki veriyor ve söz konusu araştırmaya ilişkin bana yapılan katılım davetini hiçbir zorlama ve baskı olmaksızın büyük bir gönüllülük içerisinde kabul ediyorum. Bu formu imzalamakla yerel yasaların bana sağladığı hakları kaybetmeyeceğimi biliyorum.

Bu formun imzalı ve tarihli bir kopyası bana verildi.

GÖNÜLLÜ		İMZASI
İSİM SOYİSİM		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

VASİ (Varsa)		İMZA SI
İSİM SOYİSİM		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

ARAŞTIRMACI		İMZA SI
İSİM SOYİSİM ve GÖREVİ		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

ONAM ALMA İŞİNE BAŞINDAN SONUNA KADAR TANIKLIK EDEN KURULUŞ GÖREVLİSİ		İMZA SI
İSİM SOYİSİM ve GÖREVİ		
ADRES		
TELEFON		
TARİH		

EK 3: Uluslararası Düşme Etkinlik Skalası-Falls Efficacy Scale International (Fes-I) Anketi

Uluslararası Düşme Etkinlik Ölçeği (FES-I) Falls Efficacy Scale International (FES-I)

Hastanın Adı Soyadı:

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

Size düşme ihtimali ile ilgili endişelerinize yönelik bazı sorular soracağım. Her bir aktivite için lütfen sizi en iyi ifade eden şıkkı işaretleyin. Her bir aktiviteyi nasıl yaptığınızı hatırlayarak yapmıyorsanız da yapsaydınız nasıl olacağını düşünerek cevaplayınız.

		Hiç endişe duymam	Biraz endişe duyanım	Oldukça endişe duyanım	Çok endişe duyanım
1	Evi temizlemek (ör: silme, süpürme, toz alma)	☐	☐	☐	☐
2	Giyinmek veya soyunmak	☐	☐	☐	☐
3	Kolay yemekler yapmak	☐	☐	☐	☐
4	Banyo yapmak veya duş almak	☐	☐	☐	☐
5	Alışverişe çıkmak	☐	☐	☐	☐
6	Sandalyeye oturmak veya sandalyeden kalkmak	☐	☐	☐	☐
7	Merdiven inmek veya çıkmak	☐	☐	☐	☐
8	Evin çevresinde yürümek (aynı sokak içinde)	☐	☐	☐	☐
9	Başınızın üstündeki bir nesneye uzanmak ya da yerden bir nesne almak	☐	☐	☐	☐
10	Arayan vazgeçmeden önce sabit telefona cevap vermek	☐	☐	☐	☐
11	Islak veya buzlu gibi kaygan bir zeminde yürümek	☐	☐	☐	☐
12	Bir arkadaşı veya akrabayı ziyaret etmek	☐	☐	☐	☐
13	Kalabalık bir yerde yürümek	☐	☐	☐	☐
14	Taşlı zemin, bozuk kaldırım gibi engebeli bir zeminde yürümek	☐	☐	☐	☐
15	Yokuş aşağı veya yukarı yürümek	☐	☐	☐	☐
16	Dini toplantı, aile toplantısı veya kulüp-dernek buluşması gibi sosyal bir etkinlik için dışarı çıkmak	☐	☐	☐	☐

Yardley, L., Beyer, N (2005) Age and Ageing, 34(6), 634-639. doi:10.1093/ageing/af0196

Toplam Puan (16-64):

EK 4: Baş Dönmesi Engellilik Envanteri

Baş Dönmesi Engellilik Envanteri (Dizziness Handicap Questionnaire, DIH):

	Evet	Bazen	Hayır
1) Yukarı bakmak sorununuzu artırıyor mu?	☐	☐	☐
2) Yakınmanız nedeniyle moral bozukluğu hisseder misiniz?	☐	☐	☐
3) Yakınmanız nedeniyle iş veya eğlence için yolculuklarınız kısıtlanır mı?	☐	☐	☐
4) Süpermarketin kolidorunda yürürken yakınmanız artar mı?	☐	☐	☐
5) Yakınmanız nedeniyle yataktan kalkmakta zorlanır mısınız?	☐	☐	☐
6) Yakınmanız yemeğe çıkmak, sinema, dansa veya partiye gitmek gibi sosyal aktivitelere katılmanızı belirgin kısıtlar mı?	☐	☐	☐
7) Yakınmanız nedeniyle okumakta zorlanır mısınız?	☐	☐	☐
8) Yerleri süpürme, bulaşıkları yerleştirme gibi ev işleri ve spor, dans gibi çaba aktiviteleri yapmak yakınmalarınızı artırır mı?	☐	☐	☐
9) Yakınmanız nedeniyle yanınızda birisi olmadan evden dışarı çıkmaya korkar mısınız?	☐	☐	☐
10) Yakınmanız nedeniyle başkalarının önünde utanç duyuyor musunuz?	☐	☐	☐
11) Başınızın ani hareketleri yakınmanızı artırır mı?	☐	☐	☐
12) Yakınmanız nedeniyle yüksek yerlerde bulunmaktan kaçınır mısınız?	☐	☐	☐
13) Yatak içerisinde dönmek yakınmanızı artırır mı?	☐	☐	☐
14) Yakınmanız nedeniyle yorucu ev veya bahçe işlerini yapmak sizin için zor mu?	☐	☐	☐
15) Yakınmanız nedeniyle insanların sizin sarhoş olduğunuzu düşünmesinden korkuyor musunuz?	☐	☐	☐
16) Yakınmanız nedeniyle kendi başınıza yürümek zor mu?	☐	☐	☐
17) Kaldırında yürümek yakınmanızı artırır mı?	☐	☐	☐
18) Yakınmanız nedeniyle dikkatinizi toplamak zor mu?	☐	☐	☐
19) Yakınmanız nedeniyle karanlıkta evinizin etrafında yürümek zor mu?	☐	☐	☐
20) Yakınmanız nedeniyle evde tek başına kalmaktan korkuyor musunuz?	☐	☐	☐
21) Yakınmanız nedeniyle kendinizi engelli hisseder misiniz?	☐	☐	☐
22) Yakınmanız aile üyelerinizle veya arkadaşlarınızla ilişkinizde sıkıntı oluşturuyor mu ?	☐	☐	☐
23) Yakınmanız nedeniyle depresyonda mısınız ?	☐	☐	☐
24) Yakınmanız iş veya ev sorumluluklarınızı engeller mi?	☐	☐	☐
25) Öne eğilmek yakınmanızı artırır mı?	☐	☐	☐

(Evet: 4 puan, Bazen: 2 puan, Hayır: 0 puan)

Toplam Puan:

Emosyonel ile ilgili (soru No:2, 9, 10, 15, 18, 20, 21, 22, 23)

puan:

Fonksiyonellik ile ilgili (soru No:3, 5, 6, 7, 12, 14, 16, 19, 24)

puan:

Fiziksellik ile ilgili (soru No:1, 4, 8, 11, 13, 17, 25)

puan:

EK 5: Berg Denge Ölçeği

Berg Denge Ölçeği

Hastanın Adı Soyadı: _____ Tarih: ____/____/____

1	Oturma Pozisyonundayken Ayağa Kalkmak Yönerge: Lütfen ayağa kalkın. Ellerinizi destek almamaya çalışın. ☐ 4 Ellerini kullanmadan ayağa kalkabilir ve kendi kendine denge sağlayabilir. ☐ 3 Ellerini kullanarak ayağa kalkabilir. ☐ 2 Birkaç denemeden sonra ellerini kullanarak ayağa kalkabilir. ☐ 1 Ayağa kalkmak ve denge kurmak için çok az yardıma ihtiyacı vardır. ☐ 0 Ayağa kalkmak için orta düzeyde ya da çok yardıma ihtiyacı vardır.
2	Desteksiz Ayakta Durmak Yönerge: Lütfen hiçbir yere tutunmadan iki dakika ayakta durun. ☐ 4 2 dakika emniyetli bir şekilde ayakta durabilir. ☐ 3 Gözetim altında 2 dakika ayakta durabilir. ☐ 2 Desteksiz 30 saniye ayakta durabilir. ☐ 1 Desteksiz 30 saniye ayakta durabilmek için birkaç denemeye ihtiyacı var. ☐ 0 Yardım almadan 30 saniye ayakta duramaz.
3	Desteksiz Oturmak (Arkaya Yaslanmadan Oturmak) (2. Soru 4 puan işaretlenmişse soruyu atlayınız) Yönerge: Lütfen kollarınızı kavuşturarak iki dakika oturun. ☐ 4 Emniyetli bir şekilde 2 dakika oturabilir. ☐ 3 Gözetim altında 2 dakika oturabilir. ☐ 2 30 saniye oturabilir. ☐ 1 10 saniye oturabilir. ☐ 0 Desteksiz 10 saniye oturamaz.
4	Ayaktayken Oturma Pozisyonuna Geçmek Yönerge: Lütfen oturun. ☐ 4 Ellerinden asgari düzeyde yardım alarak emniyetli bir şekilde oturabilir. ☐ 3 Ellerinden yardım alarak kontrollü bir şekilde oturur. ☐ 2 Bacaklarıyla sandalyeden destek alarak kontrollü bir şekilde oturur. ☐ 1 Kendi başına oturabilir ama kontrollü değildir. ☐ 0 Oturmak için yardıma ihtiyacı vardır.
5	Transfer Yönerge: Sandalyeleri transfer yapılacak şekilde göre yerleştirin. Hastaya bir kolluklu bir de kolluksuz koltuğa doğru yer değiştirmesini söyleyin. İki sandalye (biri kolluklu diğeri kolluksuz) ya da bir yatak ve bir koltuk kullanabilirsiniz. ☐ 4 Ellerini çok az kullanarak emniyetli bir şekilde transfer olabiliyor. ☐ 3 Emniyetli bir şekilde transfer olabiliyor, ellerini kesinlikle kullanıyor. ☐ 2 Sözlü kılavuzlukla ve gözetimle veya gözetimsiz transfer olabiliyor. ☐ 1 Yardım edecek bir kişiye gereksinimi var. ☐ 0 Güvende olabilmesi için yardım edecek veya gözetilecek iki kişiye gereksinimi var.

Berg Denge Ölçeği Sayfa - 2

6	Gözler Kapalıyken Desteksiz Ayakta Durmak
	Yönerge: Lütfen gözlerinizi kapayın ve ayakta 10 saniye hareketsiz durun.
	☐ 10 saniye emniyetli bir şekilde ayakta durabilir.
	☐ Gözetim altında 10 saniye ayakta durabilir.
	☐ 3 saniye ayakta durabilir.
	☐ Gözlerini üç saniyeden fazla kapalı tutamaz ama ayakta sabit durabilir.
7	Ayaklar Bitişikken Desteksiz Ayakta Durmak
	Yönerge: Ayaklarınızı birleştirin ve tutunmadan ayakta durun.
	☐ Kendi başına ayaklarını birleştirip 1 dakika emniyetli bir şekilde ayakta durabilir.
	☐ Kendi başına ayaklarını birleştirip 1 dakika gözetim altında ayakta durabilir.
	☐ Kendi başına ayaklarını birleştirip 30 saniye ayakta durabilir.
	☐ Yardım ile istenilen pozisyona gelebilir, ama ayaklar bitişik vaziyette ancak 15 saniye ayakta durabilir.
8	Ayaktayken Kollar Gergin Öne Doğru Uzanmak
	Yönerge: Kollarınızı 90 derece kaldırın. Parmaklarınızı uzatın ve öne doğru uzanabildiğiniz kadar uzanın. [Gözetmen eller 90° iken hastanın parmak uçları hizasında bir cetvel tutar. Öne uzanırken hastanın parmakları cetvele değmemelidir. Hastanın en ileri uzanabildiği noktada parmak uçlarının kat ettiği mesafe kaydedilmelidir. Gövdenin dönmelerini önlemek için, hastaya mümkünse iki kolunu da uzatmasını söyleyin].
	☐ Rahatça öne uzanabilir >25 cm.
	☐ Rahatça öne uzanabilir >12,5 cm.
	☐ Rahatça öne uzanabilir >5 cm.
	☐ Öne uzanabilir ama gözleme ihtiyacı vardır.
9	Ayaktayken Yerden Nesne Almak
	Yönerge: Ayağınızın hemen önünde bulunan ayakkabıyı/terliği alın.
	☐ Terliği rahatça alabilir.
	☐ Terliği alabilir ama gözetim eşliğinde.
	☐ Terliği alamaz ama terliğe 2-5 cm kadar yaklaşabilir ve kendi kendine denge sağlayabilir.
	☐ Terliği alamaz, almaya çalışırken de gözetime ihtiyacı vardır.
10	Ayaktayken Sağ Ya Da Sol Omuz Üzerinden Dönerek Geriye Bakmak
	Yönerge: Sol omzunuzun üzerinden dönerek arkanıza bakın. Aynısını sağ tarafınızda tekrar edin. [Gözetmen deneyin daha iyi bir dönüş hareketi gerçekleştirmesini sağlamak için deneyin arkasında yer alan bir nesneyi bakış noktası olarak belirleyebilir.]
	☐ Her iki vücut yanından da arkaya bakabiliyor ve ağırlık aktarımı iyi.
	☐ Sadece bir yanından arkaya bakabiliyor, diğer yandan olan bakışta denge aktarımı çok iyi değil.
	☐ Yanlara dönebiliyor ama dengesini koruyor.
	☐ Dönerken gözetime gereksinimi var.
	☐ Dengesini kaybetmemek veya düşmemek için yardıma gereksinimi var.

Berg Denge Ölçeği Sayfa - 3

11	360° Dönmek	Yönerge: Tam daire çizerek şekilde kendi etrafınızda dönün. Durun. Sonra ters yönde tam daire çizin. ☐ 4 saniye ya da daha kısa sürede emniyetli bir şekilde 360 derece dönebilir. ☐ 4 saniye ya da daha kısa sürede sadece bir tarafa doğru emniyetli bir şekilde 360 derece dönebilir. ☐ Emniyetli bir şekilde fakat yavaş bir şekilde 360 derece dönebilir. ☐ Yakın gözetime ya da sözlü uyarıya ihtiyacı vardır. ☐ Dönerken yardıma ihtiyacı vardır.
12	Desteksiz Ayakta Dururken Değişerek Bir Ayağı Yere Basamak Veya Tabureye Yerleştirmek	Yönerge: İki ayağı da sırasıyla taburenin üstüne koyun. Her iki ayak da tabureye 4 kere değene kadar harekete devam edin. ☐ Kendi başına emniyetli bir şekilde ayakta durabilir ve 20 saniyede 8 adımı tamamlayabilir. ☐ Kendi başına ayakta durabilir ve 8 adımı 20 saniyeden daha uzun bir sürede tamamlayabilir. ☐ Gözetim altında yardım almadan 4 adım tamamlayabilir. ☐ Az yardımla 2 adım tamamlayabilir. ☐ Düşmemek için yardıma ihtiyacı vardır/çaba gösteremez.
13	Bir Ayak Önde Olarak Desteksiz Ayakta Durmak	Yönerge: Hastaya gösterin: Bir ayağınızı diğerinin tam önüne koyun. Bunu yapamıyorsanız, ayağınızı, topuk kısmı öteki ayağınızın başparmağı hizasına gelecek şekilde bir adım atın. (3 puan vermek için adımın mesafesi diğer ayağın uzunluğunu geçmeli ve dönüş genişliği deneyin normal yürüyüş adımıdaki genişliğe yakın olmalı.) ☐ Normal yürüyüş adımıyla bağımsız olarak atabiliyor ve 30 saniye tutabiliyor ☐ Ayağını diğerinin önüne bağımsız olarak koyabiliyor ve 30 saniye tutabiliyor. ☐ Bağımsız olarak küçük adım atabiliyor ve 30 saniye tutabiliyor. ☐ Adım atmak için yardıma ihtiyacı var ama 15 saniye durabiliyor ☐ Adım atarken veya ayakta dururken yardıma ihtiyacı var.
14	Tek Ayak Üstünde Durmak	Yönerge: Tek ayağın üzerinde durabildiğinizce fazla durun. ☐ Tek ayağı üzerinde 10 saniyeden daha fazla durabiliyor. ☐ Tek ayağı üzerinde 5-10 saniye durabiliyor. ☐ Tek ayağı üzerinde 3-5 saniye durabiliyor. ☐ Tek ayağı üzerinde durabiliyor ancak bunu 3 devam ettiremiyor. ☐ Tek ayağı üzerinde duramıyor.

Puanlama

0-20: Yüksek Düşme Riski Tek tek tek sandalye - Walker gerekli **21-40:** Orta derecede düşme riski. Baston - Tripod gerekli **41-56:** Düşük risk. Yardıma araç gerekmez.

Toplam Skor (0-56): _____